



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 112020024802-9 A2



(22) Data do Depósito: 26/06/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 02/03/2021

(54) **Título:** MÉTODO DE CODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS, MÉTODO DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS, DISPOSITIVO DE CODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS E DISPOSITIVO DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS

(51) **Int. Cl.:** G06T 9/40.

(30) **Prioridade Unionista:** 27/06/2018 US 62/690,581.

(71) **Depositante(es):** PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA.

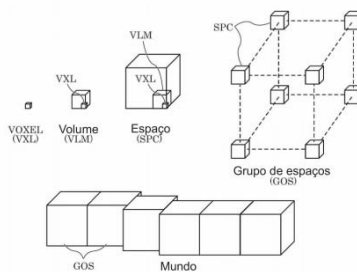
(72) **Inventor(es):** TOSHIYASU SUGIO.

(86) **Pedido PCT:** PCT JP2019025376 de 26/06/2019

(87) **Publicação PCT:** WO 2020/004461 de 02/01/2020

(85) **Data da Fase Nacional:** 04/12/2020

(57) **Resumo:** MÉTODO DE CODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS, MÉTODO DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS, DISPOSITIVO DE CODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS E DISPOSITIVO DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS. A presente invenção refere-se a um método de codificação de dados tridimensionais que inclui: se um primeiro indicador indicar um primeiro valor (Sim em S4481), geração de um primeiro padrão de ocupação que indica o estado de ocupação de uma pluralidade de segundos nós adjacentes incluindo um primeiro nó adjacente, cujo nó parente é diferente de um nó-alvo incluído em uma estrutura de árvore ramificada N (onde N é um inteiro de 2 ou mais) de uma pluralidade de pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais (S4482); sem dividir o nó-alvo em uma pluralidade de nós filhos determinar, com base no primeiro padrão de ocupação, se a primeira codificação que codifica uma pluralidade de informação de posição tridimensional incluída no nó-alvo é útil (S4483); se o primeiro indicador indicar um segundo valor diferente do primeiro valor (Não em S4481), gerar um segundo padrão de ocupação que indica o estado de ocupação de uma pluralidade de terceiros nós adjacentes não incluindo o primeiro nó adjacente, cujo nó parente é diferente do nó-alvo (S4(...)).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para “**MÉTODO DE CODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS, MÉTODO DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS, DISPOSITIVO DE CODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS E DISPOSITIVO DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS**”.

CAMPO DA TÉCNICA

[0001] A presente invenção refere-se a um método de codificação de dados tridimensionais, a um método de decodificação de dados tridimensionais, a um dispositivo de codificação de dados tridimensionais e a um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

[0002] Os dispositivos ou serviços que utilizam dados tridimensionais devem ter seu uso difundido em uma faixa ampla de campos, tal como visão de computador que permite as operações autônomas de carros e robôs, informação de mapa, monitoramento, inspeção de infraestrutura e distribuição de vídeo. Os dados tridimensionais são obtidos através de vários meios, incluindo um sensor de distância, tal como um buscador de faixa, além de uma câmera estéreo e uma combinação de uma pluralidade de câmeras monoculares.

[0003] Os métodos de representação dos dados tridimensionais incluem um método conhecido como um esquema de nuvem de pontos que representa o formato de uma estrutura tridimensional por um grupo de pontos em um espaço tridimensional. No esquema de nuvem de pontos, as posições e cores de um grupo de pontos são armazenadas. Enquanto a nuvem de pontos deve ser um método principal de representação de dados tridimensionais, uma quantidade massiva de dados de um grupo de pontos necessita de compressão da quantidade de dados tridimensionais, através de codificação, para fins de acúmulo e transmissão, como no caso de uma imagem em movimento bidimensional (exemplos incluem MPEG-4 AVC e HEVC padronizado por MPEG).

[0004] Enquanto isso, a compressão da nuvem de pontos tem suporte parcial, por exemplo, por uma biblioteca de fonte aberta (Point Cloud Library) para processamento relacionado com a nuvem de pontos.

[0005] Adicionalmente, uma técnica de busca e exibição de uma instalação, localizada nas proximidades do veículo, é conhecida (por exemplo, vide Literatura de Patente (LPT) 1).

Lista de Citação

Literatura de Patente

[0006] LPT 1: Publicação Internacional WO 2014/020663

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

PROBLEMA TÉCNICO

[0007] Tem havido uma demanda por melhoria da eficiência de codificação em codificação e decodificação de dados tridimensionais.

[0008] A presente invenção tem por objetivo fornecer um método de codificação de dados tridimensionais, um método de decodificação de dados tridimensionais, um dispositivo de codificação de dados tridimensionais e um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, que sejam capazes de melhorar a eficiência de codificação.

SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA

[0009] Um método de codificação de dados tridimensionais de acordo com um aspecto da presente invenção inclui: (i) quando um primeiro indicador indica um primeiro valor, criação de um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais, e determinação de se primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira codificação sendo para codificação de partes de informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos no nó

atual sem divisão do nó atual em nós filhos; (ii) quando o primeiro indicador indica um segundo valor diferente do primeiro valor, criação de um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e determinação de se a primeira codificação é útil com base no segundo padrão de ocupação; e (iii) geração de uma sequência de bits incluindo o primeiro indicador.

[0010] Um método de decodificação de dados tridimensionais de acordo com um aspecto da presente invenção inclui: (i) obtenção de um primeiro indicador a partir de uma sequência de bits; (ii) quando o primeiro indicador indicar um primeiro valor, criação de um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em dados tridimensionais, e determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira decodificação sendo para decodificação de partes de informação de posição de pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem divisão do nó atual em nós filhos; e (iii) quando o primeiro indicador indicar um segundo valor diferente do primeiro valor, criação de um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e determinação de se a primeira decodificação é útil com base no segundo padrão de ocupação.

EFEITO VANTAJOSO DA INVENÇÃO

[0011] A presente invenção provê um método de codificação de dados tridimensionais, um método de decodificação de dados tridimensionais, um dispositivo de codificação de dados tridimensionais ou um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais que é capaz de melhorar a eficiência de codificação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0012] A figura 1 é um diagrama ilustrando a estrutura dos dados tridimensionais codificados, de acordo com a modalidade 1.

A figura 2 é um diagrama ilustrando um exemplo de estruturas de previsão dentre os SPCs que pertencem à camada mais inferior em um GOS, de acordo com a modalidade 1.

A figura 3 é um diagrama ilustrando um exemplo de estruturas de previsão dentre as camadas, de acordo com a modalidade 1.

A figura 4 é um diagrama ilustrando uma ordem ilustrativa de codificação de GOSs, de acordo com a modalidade 1.

A figura 5 é um diagrama ilustrando uma ordem ilustrativa de codificação de GOSs, de acordo com a modalidade 1.

A figura 6 é um diagrama em bloco de um dispositivo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 1.

A figura 7 é um fluxograma de processos de codificação, de acordo com a modalidade 1.

A figura 8 é um diagrama em bloco de um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 1.

A figura 9 é um fluxograma de processos de decodificação, de acordo com a modalidade 1.

A figura 10 é um diagrama ilustrando um exemplo de meta-informação, de acordo com a modalidade 1.

A figura 11 é um diagrama ilustrando uma estrutura ilustrativa de um SWLD, de acordo com a modalidade 2.

A figura 12 é um diagrama ilustrando operações ilustrativas realizadas por um servidor e por um cliente, de acordo com a modalidade 2.

A figura 13 é um diagrama ilustrando operações ilustrativas realizadas pelo servidor e por um cliente, de acordo com a modalidade 2.

A figura 14 é um diagrama ilustrando operações ilustrativas realizadas pelo servidor e pelos clientes, de acordo com a modalidade 2.

A figura 15 é um diagrama ilustrando operações ilustrativas realizadas pelo servidor e pelos clientes, de acordo com a modalidade 2.

A figura 16 é um diagrama em bloco de um dispositivo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 2.

A figura 17 é um fluxograma de processos de codificação, de acordo com a modalidade 2.

A figura 18 é um diagrama em bloco de um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 2.

A figura 19 é um fluxograma de processos de decodificação, de acordo com a modalidade 2.

A figura 20 é um diagrama ilustrando uma estrutura ilustrativa de um WLD, de acordo com a modalidade 2.

A figura 21 é um diagrama ilustrando uma estrutura de “oc-tree” ilustrativa de WLD, de acordo com a modalidade 2.

A figura 22 é um diagrama ilustrando uma estrutura ilustrativa de um SWLD, de acordo com a modalidade 2.

A figura 23 é um diagrama ilustrando uma estrutura de “oc-tree” ilustrativa do SWLD, de acordo com a modalidade 2.

A figura 24 é um diagrama em bloco de um dispositivo de criação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 3.

A figura 25 é um diagrama em bloco de um dispositivo de transmissão de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 3.

A figura 26 é um diagrama em bloco de um dispositivo de processamento de informação tridimensional, de acordo com a modalidade 4.

A figura 27 é um diagrama em bloco de um dispositivo de

criação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 5.

A figura 28 é um diagrama ilustrando uma estrutura de um sistema, de acordo com a modalidade 6.

A figura 29 é um diagrama em bloco de um dispositivo de cliente, de acordo com a modalidade 6.

A figura 30 é um diagrama em bloco de um servidor, de acordo com a modalidade 6.

A figura 31 é um fluxograma de um processo de criação de dados tridimensionais realizado pelo dispositivo de cliente, de acordo com a modalidade 6.

A figura 32 é um fluxograma de um processo de transmissão de informação de sensor realizado pelo dispositivo de cliente, de acordo com a modalidade 6.

A figura 33 é um fluxograma de um processo de criação de dados tridimensionais realizado pelo servidor, de acordo com a modalidade 6;

A figura 34 é um fluxograma de um processo de transmissão de mapa tridimensional realizado pelo servidor, de acordo com a modalidade 6.

A figura 35 é um diagrama ilustrando uma estrutura de uma variação do sistema, de acordo com a modalidade 6.

A figura 36 é um diagrama ilustrando uma estrutura dos dispositivos de servidor e de cliente, de acordo com a modalidade 6.

A figura 37 é um diagrama em bloco de um dispositivo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a reivindicação 7.

A figura 38 é um diagrama ilustrando um exemplo de um residual de previsão, de acordo com a modalidade 7.

A figura 39 é um diagrama ilustrando um exemplo de um volume, de acordo com a modalidade 7.

A figura 40 é um diagrama ilustrando um exemplo de uma

representação de “octree” do volume, de acordo com a modalidade 7.

A figura 41 é um diagrama ilustrando um exemplo de sequências de bits de volume, de acordo com a modalidade 7.

A figura 42 é um diagrama ilustrando um exemplo de uma representação de “octree” de um volume, de acordo com a modalidade 7.

A figura 43 é um diagrama ilustrando um exemplo do volume, de acordo com a modalidade 7.

A figura 44 é um diagrama para descrever um processo de intraprevisão, de acordo com a modalidade 7.

A figura 45 é um diagrama para descrever um processo de rotação e translação, de acordo com a modalidade 7.

A figura 46 é um diagrama ilustrando uma sintaxe ilustrativa de um indicador de RT e informação de RT, de acordo com a modalidade 7.

A figura 47 é um diagrama para descrever um processo de interprevisão, de acordo com a modalidade 7.

A figura 48 é um diagrama em bloco de um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 7.

A figura 49 é um fluxograma de um processo de codificação de dados tridimensionais realizado pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 7.

A figura 50 é um fluxograma de um processo de decodificação de dados tridimensionais realizado pelo dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 7.

A figura 51 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma estrutura de “octree”, de acordo com a modalidade 8.

A figura 52 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma região espacial, de acordo com a modalidade 8.

A figura 53 é um diagrama ilustrando um exemplo de nós de

referência vizinhos, de acordo com a modalidade 8.

A Figura 54 é um diagrama ilustrando uma relação entre um nó parente e nós, de acordo com a modalidade 8.

A Figura 55 é um diagrama ilustrando um exemplo de um código de ocupação do nó parente, de acordo com a modalidade 8.

A Figura 56 é um diagrama em bloco de um dispositivo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 8.

A Figura 57 é diagrama em bloco de um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 8.

A Figura 58 é um fluxograma de um processo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 8.

A Figura 59 é um fluxograma de um processo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 8.

A Figura 60 é um diagrama ilustrando um exemplo de seleção de uma tabela de codificação, de acordo com a modalidade 8.

A Figura 61 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma região espacial, de acordo com a Variação 1 da modalidade 8.

A Figura 62 é um diagrama ilustrando uma sintaxe ilustrativa de informação de cabeçalho, de acordo com a Variação 1 da modalidade 8.

A Figura 63 é um diagrama ilustrando uma sintaxe ilustrativa de informação de cabeçalho, de acordo com a Variação 1 da modalidade 8.

A Figura 64 é um diagrama ilustrando um exemplo de nós de referência vizinhos, de acordo com a Variação 2 da modalidade 8.

A Figura 65 é um diagrama ilustrando um exemplo de nó atual e nós vizinhos, de acordo com a Variação 2 da modalidade 8.

A Figura 66 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma estrutura de “octree”, de acordo com a Variação 3 da

modalidade 8.

A Figura 67 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma região espacial, de acordo com a Variação 3 da modalidade 8.

A figura 68 é um diagrama ilustrando um exemplo de nós vizinhos e um processo, de acordo com a modalidade 9.

A figura 69 é um fluxograma de um processo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 70 é um fluxograma de um processo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 71 é um fluxograma de uma variação do processo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 72 é um fluxograma de um processo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 73 é um fluxograma de uma variação do processo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 74 é um diagrama ilustrando um exemplo de uma sintaxe de um cabeçalho, de acordo com a modalidade 9.

A figura 75 é um diagrama ilustrando um exemplo de uma sintaxe de uma informação de nó, de acordo com a modalidade 9.

A figura 76 é um diagrama em bloco de um dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a modalidade 9.

A figura 77 é um diagrama em bloco de um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 78 é um fluxograma de uma variação do processo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 79 é um fluxograma de uma variação do processo

de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 80 é um fluxograma de uma variação do processo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 81 é um fluxograma de uma variação do processo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 82 é um fluxograma de um processo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

A figura 83 é um fluxograma de um processo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a modalidade 9.

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES EXEMPLARES

[0013] Um método de codificação de dados tridimensionais de acordo com um aspecto da presente invenção inclui: (i) quando um primeiro indicador indica um primeiro valor, criação de um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais, e determinação de se primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira codificação sendo para codificação de partes de informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem divisão do nó atual em nós filhos; (ii) quando o primeiro indicador indica um segundo valor diferente do primeiro valor, criação de um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e determinação de se a primeira codificação é útil com base no segundo padrão de ocupação; e (iii) geração de uma sequência de bits incluindo o primeiro indicador.

[0014] Com isso, o método de codificação de dados tridimensionais

é capaz de selecionar um padrão de ocupação de nós vizinhos a ser usado para determinação de se a primeira codificação é útil, de acordo com o primeiro indicador. Sendo assim, uma vez que é possível determinar apropriadamente se a primeira codificação é útil, é possível melhorar a eficiência de codificação.

[0015] Por exemplo, (i) quando a primeira codificação é determinada ser útil, se a primeira codificação deve ser usada pode ser determinado com base em uma condição predeterminada, (ii) quando a primeira codificação é determinada ser usada, o nó atual pode codificar usando a primeira codificação, (iii) quando a primeira codificação é determinada não ser usada, o nó atual é codificado usando segunda codificação para divisão do nó atual em nós filhos, e a sequência de bits pode incluir ainda um segundo indicador indicando se a primeira deve ser usada.

[0016] Por exemplo, na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira codificação é útil pode ser determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluídos no nó parente.

[0017] Por exemplo, na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira codificação é útil pode ser determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluído em um nó avô do nó atual.

[0018] Por exemplo, na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira codificação é útil pode ser determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) uma camada à qual o nó atual pertence.

[0019] Um método de decodificação de dados tridimensionais de acordo com um aspecto da presente invenção inclui: (i) obtenção de um primeiro indicador a partir de uma sequência de bits; (ii) quando o primeiro indicador indica um primeiro valor, criação de um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em dados tridimensionais, e determinação de se primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira decodificação sendo para decodificação de partes de informação de posição de pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem divisão do nó atual em nós filhos; e (iii) quando o primeiro indicador indica um segundo valor diferente do primeiro valor, criação de um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação dos terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e determinação de se a primeira decodificação é útil com base no segundo padrão de ocupação.

[0020] Com isso, o método de decodificação de dados tridimensionais é capaz de selecionar um padrão de ocupação de nós vizinhos a ser usado para determinar se a primeira codificação é útil, de acordo com o primeiro indicador. Sendo assim, uma vez que é possível determinar apropriadamente se a primeira codificação é útil, é possível melhorar a eficiência de codificação.

[0021] Por exemplo, (i) quando a primeira decodificação é determinada ser útil, um segundo indicador indicando se a primeira codificação deve ser usada pode ser obtido a partir da sequência de bits, (ii) quando o segundo indicador indica que a primeira decodificação deve ser usada, o nó atual pode ser decodificado usando a primeira decodificação e (iii) quando o segundo indicador indica que a primeira decodifica-

ção não deve ser usada, o nó atual pode ser decodificado usando segundo decodificação para divisão do nó atual em nós filhos.

[0022] Por exemplo, na determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira decodificação é útil pode ser determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluído no nó parente.

[0023] Por exemplo, na determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira decodificação é útil pode ser determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluído em um nó avô do nó atual.

[0024] Por exemplo, na determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira decodificação é útil pode ser determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) uma camada à qual o nó atual pertence.

[0025] Um dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com um aspecto da presente invenção é um dispositivo de codificação de dados tridimensionais que codifica pontos tridimensionais tendo informação de atributo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais incluindo um processador e memória. Usando a memória, o processador: (i) quando um primeiro indicador indica um primeiro valor, cria um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente do nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em dados tridimensionais, e determina se primeira codificação é útil com base no

primeiro padrão de ocupação, a primeira codificação sendo para codificação de partes de informação de posição de pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem dividir o nó atual em nós filhos; (ii) quando o primeiro indicador indica um segundo valor diferente do primeiro valor, cria um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e determina se a primeira codificação é útil com base no segundo padrão de ocupação; e (iii) gera uma sequência de bits incluindo o primeiro indicador.

[0026] Com isso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar um padrão de ocupação de nós vizinhos a ser usado para determinar se a primeira codificação é útil, de acordo com o primeiro indicador. Sendo assim, uma vez que é possível determinar apropriadamente se a primeira codificação é útil, é possível melhorar a eficiência de codificação.

[0027] Um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais de acordo com um aspecto da presente invenção é um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais que decodifica pontos tridimensionais tendo informação de atributo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais incluindo um processador e memória. Usando a memória, o processador: (i) quando o primeiro indicador indica um primeiro valor, cria um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em dados tridimensionais, e determina se primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira decodificação sendo para decodificação de partes de informação de posição de pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem dividir o nó atual em nós filhos; e cria um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação

de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e determina se a primeira decodificação é útil com base no padrão de ocupação secundário.

[0028] Com isso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode selecionar um padrão de ocupação de nós vizinhos a ser usado para determinação de se a primeira codificação é útil, de acordo com um primeiro indicador. Desta maneira, uma vez que é possível determinar apropriadamente se a primeira codificação é útil, é possível melhorar a eficiência de codificação.

[0029] Note-se que esses aspectos gerais e específicos podem ser implementados como um sistema, um método, um circuito integrado, um programa de computador, ou um meio de gravação legível por computador, tal como CD-ROM, ou podem ser implementados como qualquer combinação de um sistema, um método, um circuito integrado, um programa de computador, e um meio de gravação.

[0030] A seguir são descritas modalidades com referência aos desenhos. Note-se que as modalidades a seguir ilustram modalidades ilustrativas da presente descrição. Valores numéricos, formatos, materiais, componentes estruturais, a disposição e conexão dos componentes estruturais, etapas, ordem de processamento das etapas etc., ilustrados nas modalidades a seguir, são meros exemplos, e, dessa forma, não devem limitar a presente descrição. Dos componentes estruturais descritos nas modalidades a seguir, os componentes estruturais não mencionados em qualquer uma das reivindicações independentes, que indicam os conceitos mais amplos, serão descritos como componentes estruturais opcionais.

Modalidade 1

[0031] Primeiro, a estrutura de dados dos dados tridimensionais codificados (doravante também referidos como dados codificados), de

acordo com a presente modalidade, será descrita. A figura 1 é um diagrama ilustrando a estrutura dos dados tridimensionais codificados, de acordo com a presente modalidade.

[0032] Na presente modalidade, um espaço tridimensional é dividido em espaços (SPCs), que correspondem às imagens na codificação de imagem em movimento, e os dados tridimensionais são codificados SPC por SPC. Cada SPC é adicionalmente dividido em volumes (VLMs), que correspondem a macro blocos etc. na codificação de imagem em movimento, e previsões e transformações são realizadas VLM por VLM. Cada volume inclui uma pluralidade de “voxels” (VXLs), cada um sendo uma unidade mínima na qual as coordenadas de posição são associadas. Note-se que a previsão é um processo de geração de dados tridimensionais de previsão análogos a uma unidade de processamento atual por referência a outra unidade de processamento, e a codificação de um diferencial entre os dados tridimensionais de previsão e a unidade de processamento atual, como no caso de previsões realizadas nas imagens bidimensionais. Tal previsão inclui não apenas a previsão espacial, na qual outra unidade de previsão, que corresponde ao mesmo tempo, é referida, mas também a previsão temporal, na qual uma unidade de previsão, que corresponde a um tempo diferente, é referida.

[0033] Quando da decodificação de um espaço tridimensional representado pelos dados do grupo de pontos, tal como uma nuvem de pontos, por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais (doravante também referido como dispositivo de codificação) codifica os pontos no grupo de pontos ou pontos incluídos nos “voxels” respectivos, de uma forma coletiva, de acordo com um tamanho de voxel. “voxels” mais finos permitem uma representação altamente precisa do formato tridimensional de um grupo de pontos, enquanto os “voxels”

maiores permitem uma representação aproximada do formato tridimensional de um grupo de pontos.

[0034] Note-se que o apresentado a seguir descreve o caso no qual os dados tridimensionais são uma nuvem de pontos, mas os dados tridimensionais não estão limitados a uma nuvem de pontos, e, dessa forma, os dados tridimensionais de qualquer formato podem ser empregados.

[0035] Além disso, note-se que os “voxels”, com uma estrutura hierárquica, podem ser utilizados. Em tal caso, o fato de a hierarquia incluir n níveis, se um ponto de amostragem está incluído no nível $n-1$ ou seus níveis inferiores (os níveis inferiores ao nível n), pode ser sequencialmente indicado. Por exemplo, quando apenas o nível n é decodificado, e o nível $n-1$ ou seus níveis inferiores incluem um ponto de amostragem, o nível n pode ser decodificado considerando-se que um ponto de amostragem seja incluído no centro de um “voxel” no nível n .

[0036] Além disso, o dispositivo de codificação obtém dados de grupo de pontos, utilizando, por exemplo, um sensor de distância, uma câmera estéreo, uma câmera monocular, um sensor giroscópico, ou um sensor inercial.

[0037] Como no caso de codificação de imagem em movimento, cada SPC é classificado em uma das pelo menos três estruturas de previsão que incluem intra SPC (I-SPC), que é individualmente decodificável; SPC de previsão (P-SPC) capaz de uma referência apenas unidirecional; e SPC bidirecional (B-SPC) capaz de referências bidirecionais. Cada SPC inclui dois tipos de informação de tempo: tempo de decodificação e tempo de exibição.

[0038] Adicionalmente, como ilustrado na figura 1, uma unidade de processamento, que inclui uma pluralidade de SPCs, é um grupo de espaços (GOS), que é uma unidade de acesso randômico. Além disso, uma unidade de processamento, que inclui uma pluralidade de GOSs é

um mundo (WLD).

[0039] A região espacial ocupada por cada mundo é associada a uma posição absoluta na terra, por meio de uso, por exemplo, de GPS, ou informação de latitude e longitude. Tal informação de posição é armazenada como metainformação. Note-se que a metainformação pode ser incluída em dados codificados, ou pode ser transmitida separadamente a partir dos dados codificados.

[0040] Além disso, dentro de um GOS, todos os SPCs podem ser tridimensionalmente adjacentes um ao outro, ou pode haver um SPC que não é tridimensionalmente adjacente a outro SPC.

[0041] Note-se que a seguir também são descritos os processos, tal como codificação, decodificação e referência, a serem realizados nos dados tridimensionais incluídos nas unidades de processamento, tal como GOS, SPC e VLM, simplesmente como realização de codificação/para codificar, decodificação/para decodificar, referência, etc. em uma unidade de processamento. Note-se também que os dados tridimensionais incluídos em uma unidade de processamento incluem, por exemplo, pelo menos um par de uma posição espacial, tal como coordenadas tridimensionais, e um valor de atributo, tal como informação de cor.

[0042] A seguir, as estruturas de previsão, dentre SPCs em um GOS, serão descritas. Uma pluralidade de SPCs, no mesmo GOS, ou uma pluralidade de VLMs, no mesmo SPC, ocupam espaços mutuamente diferentes, enquanto possuem a mesma informação de tempo (o tempo de decodificação e o tempo de exibição).

[0043] Um SPC em um GOS que vem primeiro na ordem de decodificação é um I-SPC. GOS vem em dois tipos: GOS fechado e GOS aberto. Um GOS fechado é um GOS no qual todos os SPCs no GOS são decodificáveis quando a decodificação começa a partir do primeiro

I-SPC. Enquanto isso, um GOS aberto é um GOS no qual um GOS diferente é referido em um ou mais SPCs antecedendo o primeiro I-SPC no GOS no tempo de exibição, e, dessa forma, não podem ser decodificados isoladamente.

[0044] Note-se que no caso de dados codificados da informação de mapa, por exemplo, um WLD é algumas vezes decodificado na direção de retrocesso, que é oposta à ordem de codificação, e, dessa forma, a reprodução retroativa é difícil quando os GOSs são interdependentes. Em tal caso, um GOS fechado é basicamente utilizado.

[0045] Cada GOS possui uma estrutura de camada em direção de altura, e SPCs são sequencialmente codificados ou decodificados a partir dos SPCs na camada inferior.

[0046] A figura 2 é um diagrama ilustrando um exemplo de estruturas de previsão dentre os SPCs que pertencem à camada mais inferior de um GOS. A figura 3 é um diagrama ilustrando um exemplo de estruturas de previsão dentre as camadas.

[0047] Um GOS inclui pelo menos um I-SPC. Dos objetos em um espaço tridimensional, tal como uma pessoa, um animal, um carro, uma bicicleta, um sinal, e um edifício servindo como um marco, um objeto de tamanho reduzido é especialmente eficiente quando codificado como um I-SPC. Quando da decodificação de um GOS em um rendimento baixo ou em uma alta velocidade, por exemplo, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais (doravante também referido como dispositivo de decodificação) decodifica apenas I-SPC(s) no GOS.

[0048] O dispositivo de codificação também pode alterar o intervalo de codificação ou a frequência de surgimento de I-SPCs, dependendo do grau de escassez e densidade dos objetos em um WLD.

[0049] Na estrutura ilustrada na figura 3, o dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação codificam ou decodificam uma pluralidade de camadas, sequencialmente a partir da camada inferior (camada

1). Isso aumenta a prioridade de dados no solo e em suas proximidades, o que envolve uma maior quantidade de informação, quando, por exemplo, um carro de direção automática, é considerado.

[0050] Com referência aos dados codificados utilizados para um drone, por exemplo, a codificação ou decodificação pode ser realizada sequencialmente a partir de SPCs na camada superior em um GOS na direção da altura.

[0051] O dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação também podem codificar ou decodificar uma pluralidade de camadas de uma forma na qual o dispositivo de decodificação pode ter uma ideia aproximada de um GOS, primeiramente, e, então, a resolução é gradualmente aumentada. O dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação pode realizar a codificação ou decodificação na ordem das camadas 3, 8, 1, 9.., por exemplo.

[0052] A seguir, o manuseio de objetos estáticos e objetos dinâmicos será descrito.

[0053] Um espaço tridimensional inclui cenas ou objetos inanimados, tal como um edifício ou uma estrada (doravante coletivamente chamados de objetos estáticos), e objetos com movimento, tal como um carro e uma pessoa (doravante coletivamente referidos como objetos dinâmicos). A detecção do objeto é realizada separadamente, por exemplo, pela extração de pontos chave dos dados de nuvem de pontos, ou de vídeo de uma câmera, tal como uma câmera estéreo. Nessa descrição, um método ilustrativo de codificação de um objeto dinâmico será descrito.

[0054] Um primeiro método é um método no qual um objeto estático e um objeto dinâmico são codificados sem distinção. Um segundo método é um método no qual uma distinção é feita entre um objeto estático e um objeto dinâmico com base na informação de identificação.

[0055] Por exemplo, um GOS é utilizado como uma unidade de

identificação. Em tal caso, uma distinção é feita entre um GOS, que inclui SPCs que constituem um objeto estático, e um GOS que inclui SPCs que constituem um objeto dinâmico, com base na informação de identificação armazenada nos dados codificados ou armazenada separadamente dos dados codificados.

[0056] Alternativamente, um SPC pode ser utilizado como uma unidade de identificação. Em tal caso, uma distinção é feita entre um SPC que inclui VLMs, que constituem um objeto estático, e um SPC que inclui VLMs, que constituem um objeto dinâmico, com base na informação de identificação descrita dessa forma.

[0057] Alternativamente, um VLM ou um VXL pode ser utilizado como uma unidade de identificação. Em tal caso, uma distinção é feita entre um VLM ou um VXL, que inclui um objeto estático, e um VLM ou um VXL, que inclui um objeto dinâmico, com base na informação de identificação descrita dessa forma.

[0058] O dispositivo de codificação também pode codificar um objeto dinâmico como pelo menos um VLM ou SPC, e pode codificar um VLM ou um SPC incluindo um objeto estático e um SPC incluindo um objeto dinâmico como GOS mutuamente diferentes. Quando o tamanho do GOS é variável, dependendo do tamanho de um objeto dinâmico, o dispositivo de codificação armazena, separadamente, o tamanho de GOS como metainformação.

[0059] O dispositivo de codificação também pode codificar um objeto estático e um objeto dinâmico, separadamente um do outro, e pode sobrepor o objeto dinâmico a um mundo constituído por objetos estáticos. Em tal caso, o objeto dinâmico é constituído por pelo menos um SPC, e cada SPC é associado a pelo menos um SPC que constitui o objeto estático, no qual cada SPC deve ser sobreposto. Note-se que um objeto dinâmico pode ser representado não pelos SPC(s), mas por pelo menos um VLM ou VXL.

[0060] O dispositivo de codificação também pode codificar um objeto estático e um objeto dinâmico como sequências mutuamente diferentes.

[0061] O dispositivo de codificação também pode gerar um GOS, que inclui pelo menos um SPC constituindo um objeto dinâmico. O dispositivo de codificação pode, adicionalmente, configurar o tamanho de um GOS, incluindo um objeto dinâmico (GOS_M), e o tamanho de um GOS incluindo um objeto estático que corresponde à região espacial de GOS_M no mesmo tamanho (tal como a mesma região espacial sendo ocupada). Isso permite que a sobreposição seja realizada, GOS por GOS.

[0062] SPC(s) incluídos em outros GOS codificados podem ser referidos em um P-SPC ou um B-SPC que constituem um objeto dinâmico. No caso no qual a posição de um objeto dinâmico muda temporalmente, e mesmo objeto dinâmico é codificado como um objeto em um GOS, correspondendo a um tempo diferente, a referência a SPC(s)_ através dos GOSs é eficiente em termos de taxa de compressão.

[0063] O primeiro método e o segundo método podem ser selecionados, de acordo com o uso pretendido dos dados codificados. Quando os dados tridimensionais codificados são utilizados como um mapa, por exemplo, um objeto dinâmico deve ser separado, e, dessa forma, o dispositivo de codificação utiliza o segundo método. Enquanto isso, o dispositivo de codificação utiliza o primeiro método quando a separação de um objeto dinâmico não é necessária, tal como no caso onde os dados tridimensionais de um evento, tal como um concerto ou um evento esportivo, são codificados.

[0064] O tempo de codificação e o tempo de exibição de um GOS ou um SPC podem ser armazenados nos dados codificados ou como metainformação. Todos os objetos estáticos podem ter a mesma infor-

mação de tempo. Em tal caso, o dispositivo de decodificação pode determinar o tempo real de decodificação e o tempo real de exibição. Alternativamente, um valor diferente pode ser designado para cada GOS ou SPC como o tempo de decodificação, e o mesmo valor pode ser designado como tempo de exibição. Adicionalmente, como no caso do modelo de decodificador na codificação de imagem em movimento, tal como o Decodificador de Referência Hipotética (HRD) em conformidade com HEVC, um modelo pode ser empregado, garantindo que um decodificador possa realizar a decodificação sem falhas, mas possuindo um armazenador temporário de um tamanho predeterminado, e pela leitura de uma sequência de bits em uma taxa de bits predeterminada, de acordo com os tempos de decodificação.

[0065] A seguir, a topologia dos GOSs em um mundo será descrita. As coordenadas do espaço tridimensional em um mundo são representadas pelos três eixos geométricos de coordenadas (eixo geométrico x, eixo geométrico y e eixo geométrico z), que são ortogonais um ao outro. Uma regra predeterminada configurada para a ordem de codificação de GOSs permite que a codificação seja realizada, de modo que GOSs espacialmente adjacentes sejam contíguos nos dados codificados. Em um exemplo ilustrado na figura 4, por exemplo, GOSs nos planos x e z são codificados sucessivamente. Depois da finalização da codificação de todos os GOSs em determinados planos x e z, o valor do eixo geométrico y é atualizado. De outra forma, o mundo expande na direção do eixo geométrico y à medida que a codificação progride. Os números de índice GOS são determinados de acordo com a ordem de codificação.

[0066] No presente documento, os espaços tridimensionais nos mundos respectivos são previamente associados, um para um, às coordenadas geográficas absolutas, tal como coordenadas GPS ou coordenadas de latitude/longitude. Alternativamente, cada espaço tridimensional pode ser representado como uma posição relativa a uma posição de

referência previamente determinada. As direções do eixo geométrico x, do eixo geométrico y e do eixo geométrico z, no espaço tridimensional, são representadas por vetores direcionais que são determinados com base nas latitudes e longitudes etc. Tais vetores direcionais são armazenados juntos com os dados codificados como metainformação.

[0067] GOSs possuem um tamanho fixo, e o dispositivo de codificação armazena tal tamanho como metainformação. O tamanho de GOS pode ser alterado dependendo, por exemplo, de se é uma área urbana ou não, ou se está dentro ou fora de um cômodo. De outra forma, o tamanho de GOS pode ser alterado de acordo com a quantidade ou atributos dos objetos com valores de informação. Alternativamente, no mesmo mundo, o dispositivo de codificação pode alterar, de forma adaptativa, o tamanho de GOS ou intervalo entre I-SPCs nos GOSs, de acordo com a densidade do objeto etc. Por exemplo, o dispositivo de codificação configura o tamanho de GOS para que seja menor, e o intervalo entre I-SPCs nos GOSs para ser mais curto, à medida que a densidade do objeto aumenta.

[0068] Em um exemplo ilustrado na figura 5, para se permitir o acesso randômico com um maior detalhamento, um GOS com uma alta densidade de objeto é dividido em regiões do terceiro ao décimo GOSs. Note-se que os sétimo a décimo GOSs estão localizados atrás dos terceiro a sexto GOSs.

[0069] A seguir, a estrutura e o fluxo operacional do dispositivo de codificação de dados tridimensionais, de acordo com a presente modalidade, serão descritos. A figura 6 é um diagrama em bloco do dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100, de acordo com a presente modalidade. A figura 7 é um fluxograma de uma operação ilustrativa realizada pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100.

[0070] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100,

ilustrado na figura 6, codifica os dados tridimensionais 111, gerando, assim, dados tridimensionais codificados 112. Tal dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 inclui o elemento de obtenção 101, o determinador de região de codificação 102, o divisor 103 e o codificador 104.

[0071] Como ilustrado na figura 7, primeiro, o elemento de obtenção 101 obtém os dados tridimensionais 111, que são os dados de grupo de pontos (S101).

[0072] A seguir, o determinador de região de codificação 102 determina uma região atual para codificação, dentre as regiões espaciais que correspondem aos dados do grupo de pontos (S102) obtido. Por exemplo, de acordo com a posição de um usuário ou de um veículo, o determinador de região de codificação 102 determina, como a região atual, uma região espacial em torno de tal posição.

[0073] A seguir, o divisor 103 divide os dados do grupo de pontos incluídos na região atual em unidades de processamento. As unidades de processamento, no presente documento, significam unidades, tal como GOSs e SPCs, como descrito acima. A região atual, no presente documento, corresponde, por exemplo, a um mundo descrito acima. Mais especificamente, o divisor 103 divide os dados de grupo de pontos em unidades de processamento com base em um tamanho de GOS predeterminado, ou na presença/ausência/tamanho de um objeto dinâmico (S103). O divisor 103 determina, adicionalmente, a posição inicial do SPC que vem primeiro na ordem de codificação em cada GOS.

[0074] A seguir, o codificador 104 codifica sequencialmente uma pluralidade de SPCs em cada GOS, gerando, assim, os dados tridimensionais codificados 112 (S104).

[0075] Note-se que, apesar de um exemplo ser descrito no presente documento, no qual a região atual é dividida em GOSs e SPCs, depois da qual cada GOS é codificada, as etapas de processamento não estão

limitadas a essa ordem. Por exemplo, as etapas podem ser empregadas, nas quais a estrutura de um único GOS é determinada, que é seguido pela codificação de tal GOS, e, então, a estrutura do GOS subsequente é determinada.

[0076] Como descrito, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 codifica os dados tridimensionais 111, gerando, assim, os dados tridimensionais codificados 112. Mais especificamente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 divide os dados tridimensionais em primeiras unidades de processamento (GOSs), cada uma sendo uma unidade de acesso randômico e sendo associada às coordenadas tridimensionais, divide cada uma das primeiras unidades de processamento (GOSs) em segundas unidades de processamento (SPCs), e divide cada uma das segundas unidades de processamento (SPCs) em terceiras unidades de processamento (VLMs). Cada uma das terceiras unidades de processamento (VLMs) inclui pelo menos um “voxel” (VXL), que é a unidade mínima na qual a informação de posição é associada.

[0077] A seguir, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 codifica cada uma das primeiras unidades de processamento (GOSs), gerando, assim, dados tridimensionais codificados 112. Mais especificamente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 codifica cada uma das segundas unidades de processamento (SPCs) em cada uma das primeiras unidades de processamento (GOSs). O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 codifica, adicionalmente, cada uma das terceiras unidades de processamento (VLMs) em cada uma das segundas unidades de processamento (SPCs).

[0078] Quando uma primeira unidade de processamento atual (GOS) é um GOS fechado, por exemplo, o dispositivo de codificação de

dados tridimensionais 100 codifica uma segunda unidade de processamento atual (SPC), incluída em tal primeira unidade de processamento atual (GOS), fazendo referência a outra segunda unidade de processamento (SPC), incluída na primeira unidade de processamento atual (GOS). De outra forma, o dispositivo de codificação de dados tridimensional 100 não faz referência a qualquer segunda unidade de processamento (SPC) incluída em uma primeira unidade de processamento (GOS), que seja diferente da primeira unidade de processamento atual (GOS).

[0079] Enquanto isso, quando uma primeira unidade de processamento atual (GOS) é um GOS aberto, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 codifica uma segunda unidade de processamento atual (SPC) incluída em tal primeira unidade de processamento atual (GOS), fazendo referência a outra segunda unidade de processamento (SPC), incluída na primeira unidade de processamento atual (GOS), ou uma segunda unidade de processamento (SPC), incluída em uma primeira unidade de processamento (GOS), que seja diferente da primeira unidade de processamento atual (GOS).

[0080] Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 seleciona, como o tipo de uma segunda unidade de processamento atual (SPC), um dos seguintes: um primeiro tipo (I-SPC), no qual outra segunda unidade de processamento (SPC) não é referida; um segundo tipo (P-SPC), no qual outra segunda unidade de processamento singular (SPC) é referida; e um terceiro tipo, no qual outras duas unidades de processamento (SPC) são referidas. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 codifica a segunda unidade de processamento atual (SPC) de acordo com o tipo selecionado.

[0081] A seguir, a estrutura e o fluxo operacional do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a presente mo-

dalidade, serão descritos. A figura 8 é um diagrama em bloco do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200, de acordo com a presente modalidade. A figura 9 é um fluxograma de uma operação ilustrativa realizada pelo dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200.

[0082] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200 ilustrado na figura 8 decodifica os dados tridimensionais codificados 211, gerando, assim, os dados tridimensionais decodificados 212. Os dados tridimensionais codificados 211, no presente documento, por exemplo, são dados tridimensionais codificados 112 gerados pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100. Tal dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200 inclui o elemento de obtenção 201, o determinador GOS inicial de decodificação 202, o determinador SPC de decodificação 203 e o decodificador 204.

[0083] Primeiro, o elemento de obtenção 201 obtém os dados tridimensionais codificados 211 (S201). A seguir, o determinador GOS inicial de decodificação 202 determina um GOS atual para decodificação (S202). Mais especificamente, o determinador GOS inicial de decodificação 202 se refere à metainformação armazenada nos dados tridimensionais codificados 211, ou armazenados separadamente, dos dados tridimensionais codificados para determinar, como o GOS atual, um GOS que inclui um SPC correspondente à posição espacial, ao objeto, ou ao tempo a partir do qual a decodificação deve ser iniciada.

[0084] A seguir, o determinador de SPC de decodificação 203 determina o tipo (I, P e/ou B) de SPCs a serem decodificados no GOS (S203). Por exemplo, o determinador de SPC de decodificação 203 determina se (1) decodifica apenas I-SPC(s), (2) se decodifica I-SPC(s) e P-SPCs ou (3) se decodifica SPCs de todos os tipos. Note-se que a presente etapa pode não ser realizada, quando os tipos de SPCs a serem decodificados forem previamente determinados, tal como quando

todos os SPCs são previamente determinados para serem decodificados.

[0085] A seguir, o decodificador 204 obtém uma localização de endereço dentro dos dados tridimensionais codificados 211, de onde um SPC, que vem primeiro no GOS na ordem de decodificação (o mesmo que a ordem de codificação), começa. O decodificador 204 obtém os dados codificados do primeiro SPC a partir da localização de endereço, e decodifica sequencialmente os SPCs a partir de tal primeiro SPC (S204). Note-se que a localização de endereço é armazenada na meta-informação, etc.

[0086] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200 decodifica os dados tridimensionais decodificados 212 como descrito no presente documento. Mais especificamente, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200 decodifica cada um dos dados tridimensionais codificados 211 das primeiras unidades de processamento (GOSs), cada um sendo uma unidade de acesso randômico e sendo associado às coordenadas tridimensionais, gerando, dessa forma, os dados tridimensionais decodificados 212 das primeiras unidades de processamento (GOSs). Ainda mais especificamente, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200 decodifica cada uma das segundas unidades de processamento (SPCs) em cada uma das primeiras unidades de processamento (GOSs). O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200 decodifica, adicionalmente, cada uma das terceiras unidades de processamento (VLMs) em cada uma das segundas unidades de processamento (SPCs).

[0087] A seguir é descrita a metainformação para acesso randômico. Tal metainformação é gerada pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100, e incluída nos dados tridimensionais codificados 112 (211).

[0088] No acesso randômico convencional para uma imagem em

movimento bidimensional, a decodificação começa no primeiro quadro em uma unidade de acesso randômico que está próximo de um tempo especificado. Enquanto isso, em adição aos tempos, o acesso randômico para espaços (coordenadas, objetos etc.) é considerado realizado em um mundo.

[0089] Para se permitir o acesso randômico a pelo menos três elementos de coordenadas, objetos e tempos, tabelas são preparadas associando os elementos respectivos aos números de índice GOS. Adicionalmente, os números de índice GOS são associados aos endereços dos respectivos primeiros I-SPCs nos GOSs. A figura 10 é um diagrama ilustrando tabelas ilustrativas incluídas na metainformação. Note-se que nem todas as tabelas ilustradas na figura 10 precisam ser utilizadas, e, dessa forma, pelo menos uma das tabelas é utilizada.

[0090] A seguir é descrito um exemplo no qual o acesso randômico é realizado a partir das coordenadas, como um ponto de partida. Para se acessar as coordenadas (x_2 , y_2 e z_2), a tabela de coordenadas GOS é primeiramente referida, indicando que o ponto que corresponde às coordenadas (x_2 , y_2 , z_2) está incluído no segundo GOS. A seguir, a tabela de endereço GOS é referida, o que indica que o endereço do primeiro I-SPC no segundo GOS é $\text{addr}(2)$. Como tal, o decodificador 204 obtém dados desse endereço para iniciar a decodificação.

[0091] Note-se que os endereços podem ser endereços lógicos ou endereços físicos de um HDD ou uma memória. Alternativamente, a informação que identifica os segmentos de arquivo pode ser utilizada no lugar dos endereços. Segmentos de arquivo são, por exemplo, unidades obtidas pela segmentação de pelo menos um GOS etc.

[0092] Quando um objeto abrange uma pluralidade de GOSs, a tabela de objeto GOS pode ilustrar uma pluralidade de GOSs à qual tal objeto pertence. Quando tal pluralidade de GOSs é composta por GOSs fechados, o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação

podem realizar a codificação ou decodificação paralela. Enquanto isso, quando tal pluralidade de GOSs é composta de GOSs abertos, uma eficiência de compressão mais alta é alcançada pela pluralidade de GOSs fazendo referência um ao outro.

[0093] Objetos ilustrativos incluem uma pessoa, um animal, um carro, uma bicicleta, um sinal e um edifício servindo como um marco. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 100 extrai pontos chave específicos de um objeto a partir de uma nuvem de pontos tridimensionais etc., quando codifica um mundo, e detecta o objeto com base em tais pontos chave para determinar o objeto detectado como um ponto de acesso randômico.

[0094] Como descrito, o dispositivo de codificação de dados tridimensional 100 gera a primeira informação indicando uma pluralidade de primeiras unidades de processamento (GOSs) e as coordenadas tridimensionais associadas às primeiras unidades de processamento respectivas (GOSs). Os dados tridimensionais codificados 112 (211) incluem tal primeira informação. A primeira informação indica, adicionalmente, pelo menos um dos objetos, tempos e localizações de armazenamento de dados que são associados com as primeiras unidades de processamento respectivas (GOSs).

[0095] O dispositivo de decodificação de dados tridimensional 200 obtém a primeira informação a partir dos dados tridimensionais codificados 211. Utilizando-se tal primeira informação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200 identifica os dados tridimensionais codificados 211 da primeira unidade de processamento que corresponde às coordenadas tridimensionais específicas, objeto ou tempo, e decodifica os dados tridimensionais codificados 211.

[0096] A seguir é descrito um exemplo de outra metainformação. Em adição à metainformação para acesso randômico, o dispositivo de

codificação de dados tridimensionais 100 também pode gerar e armazenar metainformação, como descrito abaixo, e o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 200 pode utilizar tal metainformação no momento da decodificação.

[0097] Quando os dados tridimensionais são utilizados como informação de mapa, por exemplo, um perfil é definido, de acordo com o uso pretendido, e a informação que indica tal perfil pode ser incluída na metainformação. Por exemplo, um perfil é definido para uma área urbana ou suburbana, ou para um objeto voador, e o tamanho máximo ou mínimo etc. de um mundo, um SPC ou um VLM etc. é definido em cada perfil. Por exemplo, informação mais detalhada é necessária para uma área urbana do que para uma área suburbana, e, dessa forma, o tamanho mínimo de VLM é configurado para pequeno.

[0098] A metainformação pode incluir valores de indicador que indiquem os tipos de objeto. Cada um dos ditos valores de indicador está associado a VLMs, SPCs, ou GOSs que constituem um objeto. Por exemplo, um valor de indicador pode ser configurado para cada tipo de objeto de uma forma, por exemplo, que o valor de indicador "0" indique "pessoa", o valor de indicador "1" indique "carro", e o valor de indicador "2" indique "sinal". Alternativamente, quando um tipo de objeto é difícil de julgar, ou tal julgamento não se faz necessário, o valor do indicador pode ser utilizado para indicar o tamanho ou indicar o atributo, por exemplo, se um objeto é um objeto dinâmico ou um objeto estático.

[0099] A metainformação também pode incluir informação que indica uma faixa da região espacial ocupada por um mundo.

[0100] A metainformação também pode armazenar o tamanho de SPC ou VXL como informação de cabeçalho comum a toda a sequência de dados codificados ou a uma pluralidade de SPCs, tal como SPCs em um GOS.

[0101] A metainformação também pode incluir a informação de

identificação em um sensor de distância ou uma câmera que foi utilizada para gerar uma nuvem de pontos, ou informação que indica a precisão de posição de um grupo de pontos na nuvem de pontos.

[0102] A metainformação também pode incluir informação que indica se um mundo é feito apenas de objetos estáticos ou inclui um objeto dinâmico.

[0103] A seguir são descritas variações da presente modalidade.

[0104] O dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação pode codificar ou decodificar dois ou mais SPCs ou GOSs mutuamente diferentes em paralelo. GOSs a serem codificados ou decodificados em paralelo podem ser determinados com base na metainformação etc., indicando as posições espaciais dos GOSs.

[0105] Quando dados tridimensionais são utilizados como um mapa espacial para uso por um carro ou um objeto voador, etc. em viagem, ou para criação de tal mapa espacial, por exemplo, o dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação pode codificar ou decodificar GOSs ou SPCs incluídos em um espaço que é identificado com base na informação de GPS, na informação de rota, na amplificação com zoom, etc.

[0106] O dispositivo de decodificação também pode iniciar a decodificação sequencialmente a partir de um espaço que está próximo da autolocalização ou da rota de percurso. O dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação pode fornecer uma prioridade mais baixa para um espaço distante a partir da autolocalização ou da rota de percurso do que a prioridade de um espaço próximo para codificar ou decodificar tal local distante. Se "fornecer uma prioridade mais baixa" significa, no presente documento, por exemplo, se baixar a prioridade na sequência de processamento, para reduzir a resolução (para aplicar decimação no processamento), ou baixar a qualidade de imagem (para aumentar a eficiência de codificação, por exemplo, pela configuração da

etapa de quantização, para que seja maior).

[0107] Quando da decodificação dos dados codificados, que são codificados de forma hierárquica em um espaço, o dispositivo de decodificação pode decodificar apenas o nível inferior na hierarquia.

[0108] O dispositivo de decodificação também pode iniciar a decodificação preferivelmente a partir do nível inferior da hierarquia, de acordo com a amplificação por zoom ou uso pretendido do mapa.

[0109] Para estimativa de autolocalização ou reconhecimento de objeto, etc., envolvido na direção automática de um carro ou um robô, o dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação pode codificar ou decodificar regiões em uma resolução mais baixa, exceto por uma região que é inferior a ou está em uma altura específica a partir do chão (a região a ser reconhecida).

[0110] O dispositivo de codificação também pode codificar as nuvens de pontos que representam os formatos espaciais de um interior de um cômodo ou um exterior de um cômodo separadamente. Por exemplo, a separação de um GOS que representa o interior de um cômodo (GOS interno) e um GOS que representa o exterior de um cômodo (GOS externo) permite que o dispositivo de decodificação selecione um GOS a ser decodificado, de acordo com uma localização de ponto de vista, quando da utilização de dados codificados.

[0111] O dispositivo de codificação também pode codificar um GOS interno e um GOS externo possuindo coordenadas próximas, de modo que tais GOSs se tornem adjacentes um ao outro em uma sequência codificada. Por exemplo, o dispositivo de codificação associa os identificadores de tais GOS um ao outro, e armazena informação indicando os identificadores associados na metainformação, que é armazenada na sequência codificada ou armazenada separadamente. Isso permite que o dispositivo de decodificação faça referência à informação na me-

tainformação para identificar um GOS interno e um GOS externo possuindo coordenadas próximas.

[0112] O dispositivo de codificação também muda o tamanho do GOS ou o tamanho de SPC dependendo de se um GOS é um GOS interno ou um GOS externo. Por exemplo, o dispositivo de codificação configura o tamanho de um GOS interno para que seja menor do que o tamanho do GOS externo. O dispositivo de codificação também pode mudar a precisão dos pontos chave de extração a partir de uma nuvem de pontos, ou a precisão da detecção de objetos, por exemplo, dependendo de se um GOS é um GOS interno ou um GOS externo.

[0113] O dispositivo de codificação também pode adicionar, aos dados codificados, a informação pela qual o dispositivo de decodificação exibe objetos com uma distinção entre um objeto dinâmico e um objeto estático. Isso permite que o dispositivo de decodificação exiba um objeto dinâmico juntamente com, por exemplo, uma caixa ou letras em vermelho para explicação. Note-se que o dispositivo de decodificação pode exibir apenas uma caixa ou letras em vermelho para fins de explicação, em vez de um objeto dinâmico. O dispositivo de decodificação também pode exibir tipos de objetos mais particulares. Por exemplo, uma caixa em vermelho pode ser utilizada para um carro, e uma caixa em amarelo pode ser utilizada para uma pessoa.

[0114] O dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação também pode determinar se codifica ou decodifica um objeto dinâmico ou um objeto estático como um SPC ou GOS diferente, de acordo, por exemplo, com a frequência de surgimento de objetos dinâmicos ou uma razão entre os objetos estáticos e os objetos dinâmicos. Por exemplo, quando a frequência de surgimento ou a razão de objetos dinâmicos excede um limite, um SPC ou um GOS, incluindo uma mistura de um objeto dinâmico e um objeto estático, é aceito, enquanto que quando a frequência de surgimento ou a razão de objetos dinâmicos está abaixo

de um limite, um SPC ou GOS, incluindo uma mistura de um objeto dinâmico e um objeto estático, não é aceito.

[0115] Quando da detecção de um objeto dinâmico não de uma nuvem de pontos, mas de uma informação de imagem tridimensional de uma câmera, o dispositivo de codificação pode obter, separadamente, informação para identificar um resultado de detecção (caixa ou letras) e a posição do objeto, e codificar esses itens de informação como parte dos dados tridimensionais codificados. Em tal caso, o dispositivo de decodificação sobrepõe a informação auxiliar (caixa ou letras), indicando o objeto dinâmico em um resultante da decodificação de um objeto estático para exibição do mesmo.

[0116] O dispositivo de codificação também pode alterar a escassez e densidade de VXLS ou VLMS em um SPC, de acordo com o grau de complexidade do formato de um objeto estático. Por exemplo, o dispositivo de codificação configura VXLS ou VLMS com uma densidade maior à medida que o formato de um objeto estático se torna mais complexo. O dispositivo de codificação pode determinar, adicionalmente, uma etapa de quantização etc., para quantizar as posições espaciais ou informação de cor, de acordo com a escassez e densidade de VXLS ou VLMS. Por exemplo, o dispositivo de codificação determina a etapa de quantização para que seja menor à medida que a densidade de VXLS ou VLMS é maior.

[0117] Como descrito acima, o dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação, de acordo com a presente modalidade, codifica ou decodifica um espaço, SPC por SPC, incluindo a informação de coordenadas.

[0118] Adicionalmente, o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação realizam a codificação ou a decodificação, volume por volume, em um SPC. Cada volume inclui um voxel, que é a unidade mínima na qual a informação de posição está associada.

[0119] Além disso, utilizando uma tabela que associa os elementos respectivos da informação espacial, incluindo coordenadas, objetos e tempos, com GOSs ou utilizando uma tabela que associa esses elementos um ao outro, o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação associa qualquer um dos elementos a qualquer outro para realizar a codificação ou decodificação. O dispositivo de decodificação utiliza os valores dos elementos selecionados para determinar as coordenadas e identifica um volume, um voxel, ou um SPC a partir de tais coordenadas para decodificar um SPC, incluindo tal volume ou voxel, ou o SPC identificado.

[0120] Adicionalmente, o dispositivo de codificação determina um volume, um voxel, ou um SPC que é selecionável de acordo com os elementos, através da extração de pontos chave e reconhecimento de objeto, e codifica o volume, "voxel" ou SPC determinado, como um volume, um "voxel" ou um SPC ao qual o acesso randômico é possível.

[0121] SPCs são classificados em três tipos: I-SPC que é codificado ou decodificado de forma singular; P-SPC que é codificado ou decodificado por referência a qualquer um dos SPCs processados; e B-SPC que é codificado ou decodificado por referência a quaisquer dois dos SPCs processados.

[0122] Pelo menos um volume corresponde a um objeto estático ou a um objeto dinâmico. Um SPC, incluindo um objeto estático, e um SPC, incluindo um objeto dinâmico, são codificados ou decodificados como GOSs mutuamente diferentes. De outra forma, um SPC incluindo um objeto estático e um SPC incluindo um objeto dinâmico são designados a GOSs diferentes.

[0123] Objetos dinâmicos são codificados ou decodificados, objeto por objeto, e são associados a pelo menos um SPC incluindo um objeto estático. De outra forma, uma pluralidade de objetos dinâmicos é indivi-

dualmente codificada e os dados codificados obtidos dos objetos dinâmicos são associados a um SPC incluindo um objeto estático.

[0124] O dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação fornecem uma prioridade aumentada ao I-SPC em um GOS para realizar a codificação ou decodificação. Por exemplo, o dispositivo de codificação realiza a codificação de uma forma que impede a degradação dos I-SPCs (de uma forma que permita que os dados tridimensionais originais sejam reproduzidos com uma maior fidelidade depois de decodificados). O dispositivo de decodificação decodifica, por exemplo, apenas os I-SPCs.

[0125] O dispositivo de codificação pode alterar a frequência de utilização de I-SPCs dependendo da escassez e densidade ou do número (quantidade) de objetos em um mundo para realizar a codificação. De outra forma, o dispositivo de codificação altera a frequência de seleção de I-SPCs dependendo do número ou da escassez e densidade dos objetos incluídos nos dados tridimensionais. Por exemplo, o dispositivo de codificação utiliza os I-SPCs com uma frequência mais alta quando a densidade dos objetos em um mundo é mais alta.

[0126] O dispositivo de codificação também configura os pontos de acesso randômico, GOS por GOS, e armazena a informação indicando as regiões espaciais correspondentes aos GOSs na informação de cabeçalho.

[0127] O dispositivo de codificação utiliza, por exemplo, um valor padrão como o tamanho espacial de um GOS. Note-se que o dispositivo de codificação pode alterar o tamanho do GOS dependendo do número (quantidade) ou da escassez e densidade dos objetos ou objetos dinâmicos. Por exemplo, o dispositivo de codificação configura o tamanho espacial de um GOS para que seja menor quando a densidade dos objetos ou objetos dinâmicos é maior ou o número de objetos ou objetos dinâmicos é maior.

[0128] Além disso, cada SPC ou volume inclui um grupo de pontos chave que é derivado pelo uso da informação obtida por um sensor, tal como um sensor de profundidade, um sensor giroscópico, ou um sensor de câmera. As coordenadas dos pontos chave são configuradas nas posições centrais dos “voxels” respectivos. Adicionalmente, os “voxels” mais finos permitem uma informação de posição mais precisa.

[0129] O grupo de pontos chave é derivado pela utilização de uma pluralidade de imagens. Uma pluralidade de imagens inclui pelo menos dois tipos de informação de tempo: a informação de tempo real e a mesma informação de tempo, comum a uma pluralidade de imagens que são associadas aos SPCs (por exemplo, o tempo de codificação utilizado para o controle de taxa etc.).

[0130] Além disso, a codificação ou decodificação é realizada, GOS por GOS, incluindo pelo menos um SPC.

[0131] O dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação preveem P-SPCs ou B-SPCs em um GOS atual por referência aos SPCs em um GOS processado.

[0132] Alternativamente, o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação preveem P-SPCs ou B-SPCs em um GOS atual, utilizando os SPCs processados no GOS atual, sem referência a um GOS diferente.

[0133] Adicionalmente, o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação transmitem ou recebem uma sequência codificada, mundo por mundo, incluindo pelo menos um GOS.

[0134] Além disso, um GOS possui uma estrutura de camada em uma direção, pelo menos em um mundo, e o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação podem iniciar a codificação ou a decodificação a partir da camada inferior. Por exemplo, um GOS acessível randomicamente pertence à camada mais inferior. Um GOS que pertence à mesma camada ou a uma camada inferior é referido em um

GOS que pertence a uma camada superior. De outra forma, um GOS é espacialmente dividido em uma direção predeterminada antecipadamente para possuir uma pluralidade de camadas, cada uma incluindo pelo menos um SPC. O dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação codificam ou decodificam cada SPC por referência a um SPC incluído na mesma camada que cada SPC ou um SPC incluído em uma camada inferior à de cada SPC.

[0135] Além disso, o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação codificam ou decodificam sucessivamente GOSs, mundo por mundo, incluindo tais GOSs. Em fazendo isso, o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação escrevem ou leem informação indicando a ordem (direção) de codificação ou decodificação como metadados. De outra forma, os dados codificados incluem informação que indica a ordem de codificação de uma pluralidade de GOSs.

[0136] O dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação também codificam ou decodificam dois ou mais SPCs ou GOSs mutuamente diferentes em paralelo.

[0137] Adicionalmente, o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação codificam ou decodificam a informação espacial (coordenadas, tamanho etc.) em um SPC ou um GOS.

[0138] O dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação codificam ou decodificam SPCs ou GOSs incluídos em um espaço identificado que é identificado com base na informação externa de autolocalização e/ou uma região de tamanho, tal como a informação GPS, informação de rota, ou amplificação.

[0139] O dispositivo de codificação ou o dispositivo de decodificação fornece uma prioridade mais baixa para um espaço distante da autolocalização do que a prioridade de um espaço próximo para realizar a codificação ou decodificação.

[0140] O dispositivo de codificação configura uma direção em uma

das direções em um mundo, de acordo com a amplificação ou o uso pretendido, para codificar um GOS possuindo uma estrutura de camada em tal direção. Além disso, o dispositivo de decodificação decodifica um GOS possuindo uma estrutura de camada em uma das direções em um mundo, que foi configurada de acordo com a amplificação ou o uso pretendido, preferivelmente a partir da camada inferior.

[0141] O dispositivo de codificação muda a precisão dos pontos chave de extração, a precisão do reconhecimento de objetos, ou o tamanho das regiões espaciais etc., incluídos em um SPC, dependendo de se um objeto é um objeto interno ou um objeto externo. Note-se que o dispositivo de codificação e o dispositivo de decodificação codificam ou decodificam um GOS interno e um GOS externo, possuindo coordenadas próximas de uma forma na qual esses GOSs se tornem adjacentes um ao outro em um mundo, e associa seus identificadores um ao outro para codificação e decodificação.

Modalidade 2

[0142] Quando da utilização de dados codificados de uma nuvem de pontos em um dispositivo ou serviço real, é desejável que a informação necessária seja transmitida/recebida de acordo com o uso pretendido, para se reduzir a largura de banda de rede. No entanto, não tem havido tal funcionalidade na estrutura de codificação de dados tridimensionais, nem em um método de codificação para a mesma.

[0143] A presente modalidade descreve um método de codificação de dados tridimensionais e um dispositivo de codificação de dados tridimensionais para fornecer a funcionalidade de transmissão/recepção apenas da informação necessária nos dados codificados de uma nuvem de pontos tridimensionais, de acordo com o uso pretendido, além de um método de decodificação de dados tridimensionais e um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, para decodificação de tais dados codificados.

[0144] Um “voxel” (VXL) com uma característica superior a ou igual a uma quantidade determinada é definido como um “voxel” de característica (FVXL), e um mundo (WLD) constituído por FVXLs é definido como um mundo esparso (SWLD). A figura 11 é um diagrama ilustrando estruturas ilustrativas de um mundo esparso e de um mundo. Um SWLD inclui FGOSs, cada um sendo um GOS constituído por FVXLs; FSPCs, cada um sendo um SPC constituído por FVXLs; e FVLMs, cada um sendo um VLM constituído por FVXLs. A estrutura de dados e a estrutura de previsão de um FGOS, um FSPC e um FVLM podem ser iguais às de um GOS, um SPC e um VLM.

[0145] Uma característica representa a informação de posição tridimensional em um VXL ou a informação de luz visível na posição de um VXL. Um grande número de características é detectado especialmente em um canto, uma borda etc. de um objeto tridimensional. Mais especificamente, tal característica é uma característica tridimensional ou uma característica de luz visível, como descrito abaixo, mas pode ser qualquer característica que represente a informação de posição, luminescência ou cor etc, em um VXL.

[0146] Utilizadas como características tridimensionais são a assinatura de histogramas de características de orientação (SHOT), características de histogramas de característica de ponto (PFH), ou características de característica de par de pontos (PPF).

[0147] As características SHOT são obtidas pela divisão da periferia de um VXL, e pelo cálculo de um produto interno do ponto de referência e do vetor normal de cada região dividida, para representar o resultado do cálculo como um histograma. Características SHOT são caracterizadas por um grande número de dimensões e representação de característica de alto nível.

[0148] Características PFH são obtidas pela seleção de um grande número de dois pares de pontos nas proximidades de um VXL e pelo

cálculo do vetor normal etc., a partir de cada um do par de dois pontos para representar o resultado do cálculo como um histograma. As características PFH são características de histograma, e, dessa forma, são caracterizadas pela robustez contra uma determinada extensão de distúrbio e também a representação de característica de alto nível.

[0149] As características PPF são obtidas pela utilização de um vetor normal etc., para cada dois pontos de VXLs. As características PPF, para as quais todos os VXLs são utilizados, apresentam robustez contra oclusão.

[0150] Utilizadas como características de luz visível encontramos a transformação de característica que não varia com escala (SIFT), características robustas aceleradas (SURF), ou histograma de gradientes orientados (HOG), etc., que utilizam a informação de uma imagem, tal como uma informação de gradiente de luminescência.

[0151] Um SWLD é gerado pelo cálculo das características descritas acima dos VXLs respectivos em um WLD para extração de FVXLs. No presente documento, SWLD pode ser atualizado cada vez que WLD for atualizado, ou pode ser atualizado com regularidade depois de ter se passado um determinado período de tempo, independentemente da temporização na qual WLD é atualizado.

[0152] Um SWLD pode ser gerado para cada tipo de característica. Por exemplo, diferentes SWLDs podem ser gerados para tipos respectivos de características, tal como SWLDS1 com base em características SHOT e SWLD2 com base em características SIFT, de modo que SWLDs sejam utilizados seletivamente de acordo com o uso pretendido. Além disso, a característica calculada de cada FVXL pode ser mantida em cada FVXL como informação de característica.

[0153] A seguir, a utilização de um mundo esparsa (SWLD) será descrita. Um SWLD inclui apenas os “voxels” de característica (FVXLs) e, dessa forma, seu tamanho de dados é menor em geral, com relação

ao WLD que inclui todos os VXLs.

[0154] Em uma aplicação que utiliza as características para uma determinada finalidade, o uso da informação em um SWLD, em vez de um WLD, reduz o tempo necessário para se ler os dados a partir de um disco rígido, além da largura de banda e tempo necessários para a transferência de dados através de uma rede. Por exemplo, um WLD e um SWLD são mantidos em um servidor como informação de mapa, de modo que a informação de mapa a ser enviada seja selecionada entre WLD e SWLD, de acordo com uma solicitação de um cliente. Isso reduz a largura de banda de rede e o tempo necessário para a transferência de dados. Exemplos mais específicos serão descritos abaixo.

[0155] A figura 12 e a figura 13 são diagramas ilustrando exemplos de utilização de um SWLD e um WLD. Como ilustra a figura 12, quando o cliente 1, que é um dispositivo montado em veículo, exige informação de mapa para utilizar o mesmo para determinação de autolocalização, o cliente 1 envia para um servidor, uma solicitação para obtenção de dados de mapa para estimativa de autolocalização (S301). O servidor envia, para o cliente 1, SWLD em resposta à solicitação de obtenção (S302). O cliente 1 utiliza SWLD recebido para determinar a autolocalização (S303). Em fazendo isso, o cliente 1 obtém informação VXL da periferia do cliente 1 através de vários meios, incluindo um sensor de distância, tal como um buscador de faixa, além de uma câmera estéreo ou uma combinação dentre uma pluralidade de câmeras monoculares. O cliente 1, então, estima a informação de autolocalização a partir da informação VXL obtida e SWLD. No presente documento, a informação de autolocalização inclui informação de posição tridimensional, orientação etc. do cliente 1.

[0156] Como ilustra a figura 13, quando o cliente 2, que é um dispositivo montado em veículo, exige informação de mapa para utilizar a mesma para criar um mapa, tal como um mapa tridimensional, o cliente

2 envia, para o servidor, uma solicitação de obtenção de dados de mapa para a criação do mapa (S311). O servidor envia, para o cliente 2, WLD, em resposta à solicitação de obtenção (S312). O cliente 2 utiliza o WLD recebido para criar um mapa (S313). Em fazendo isso, o cliente 2 utiliza, por exemplo, uma imagem que o cliente 2 capturou por uma câmera de luz visível, etc. e o WLD, obtido a partir do servidor, para criar uma imagem de criação, e transforma tal imagem criada em uma tela de um sistema de navegação automotivo, etc.

[0157] Como descrito acima, o servidor envia, para um cliente, um SWD quando as características dos VXLs respectivos são basicamente necessárias, tal como no caso de estimativa de autolocalização, e envia para um cliente um WLD, quando a informação VXL detalhada é necessária, tal como no caso de criação de mapa. Isso permite um envio/recepção eficiente de dados de mapa.

[0158] Note-se que um cliente pode julgar qual dentre um SWLD e um WLD é necessário, e solicitar que o servidor envie um SWLD ou um WLD. Além disso, o servidor pode julgar qual dentre um SWLD e um WLD enviar, de acordo com a situação do cliente ou de uma rede.

[0159] A seguir, um método será descrito para comutar o envio/recepção entre um mundo esparso (SWLD) e um mundo (WLD).

[0160] A decisão de se recebe um WLD ou um SWLD pode ser comutada de acordo com a largura de banda de rede. A figura 14 é um diagrama ilustrando uma operação ilustrativa em tal caso. Por exemplo, quando uma rede de baixa velocidade é utilizada, limitando a largura de banda de rede utilizável, tal como em um ambiente de Evolução de Longo Termo (LTE), um cliente acessa o servidor através de uma rede de baixa velocidade (S321), e obtém o SWLD do servidor como informação de mapa (S322). Enquanto isso, quando uma rede de alta velocidade é utilizada e possui uma largura de banda de rede adequada-

mente ampla, tal como em um ambiente WiFi, um cliente acessa o servidor através de uma rede de alta velocidade (S323) e obtém o WLD a partir do servidor (S324). Isso permite que o cliente obtenha informação de mapa adequada, de acordo com a largura de banda de rede que tal cliente está utilizando.

[0161] Mais especificamente, um cliente recebe o SWLD através de uma rede LTE quando interno, e obtém o WLD através de uma rede WiFi quando interno, tal como em uma instalação. Isso permite que o cliente obtenha informação de mapa mais detalhada do ambiente interno.

[0162] Como descrito acima, um cliente pode solicitar um WLD ou um SWLD, de acordo com a largura de banda de uma rede que tal cliente está utilizando. Alternativamente, o cliente pode enviar para o servidor a informação indicando a largura de banda de uma rede que tal cliente está utilizando, e o servidor pode enviar, para o cliente, dados (WLD ou SWLD) adequados para tal cliente, de acordo com a informação. Alternativamente, o servidor pode identificar a largura de banda de rede que o cliente está utilizando, e enviar para o cliente dados (WLD ou SWLD) adequados para tal cliente.

[0163] Além disso, o recebimento de WLD ou SWLD pode ser permutado de acordo com a velocidade de percurso. A figura 15 é um diagrama ilustrando uma operação ilustrativa em tal caso. Por exemplo, quando viajando em uma alta velocidade (S331), um cliente recebe SWLD do servidor (S332). Enquanto isso, quando viajando em uma baixa velocidade (S333), o cliente recebe WLD do servidor (S334). Isso permite que o cliente obtenha informação de mapa adequada para a velocidade, enquanto reduz a largura de banda da rede. Mais especificamente, quando viajando em uma via expressa, o cliente recebe SWLD com uma quantidade pequena de dados, o que permite a atualização da informação de mapa bruta em uma velocidade adequada. Enquanto

isso, quando viajando em uma estrada geral, o cliente recebe WLD, o que permite a obtenção de informação de mapa mais detalhada.

[0164] Como descrito acima, o cliente pode solicitar do servidor um WLD ou um SWLD, de acordo com a velocidade de percurso de tal cliente. Alternativamente, o cliente pode enviar para o servidor a informação que indica a velocidade de percurso de tal cliente, e o servidor pode enviar para o cliente os dados (WLD ou SWLD) adequados para tal cliente, de acordo com a informação. Alternativamente, o servidor pode identificar a velocidade de percurso do cliente para enviar dados (WLD ou SWLD) adequados para tal cliente.

[0165] Além disso, o cliente pode obter, a partir do servidor, um SWLD primeiro, de onde o cliente pode obter um WLD de uma região importante. Por exemplo, quando da obtenção de informação de mapa, o cliente primeiro obtém um SWLD para a informação de mapa aproximada, de onde o cliente estreita para uma região na qual as características, tal como edifícios, sinais ou pessoas, aparecem com alta frequência, de modo que o cliente possa, posteriormente, obter um WLD de tal região estreitada. Isso permite que o cliente obtenha a informação detalhada de uma região necessária, enquanto reduz a quantidade de dados recebidos do servidor.

[0166] O servidor também pode criar, a partir de um WLD, diferentes SWLDs para os respectivos objetos, e o cliente pode receber SWLDs de acordo com o uso pretendido. Isso reduz a largura de banda de rede. Por exemplo, o servidor reconhece as pessoas ou carros em um WLD antecipadamente, e cria um SWLD das pessoas e um SWLD dos carros. O cliente, quando deseja obter informação sobre as pessoas em torno do cliente, recebe o SWLD das pessoas, e quando deseja obter informação sobre os carros, recebe SWLD sobre os carros. Tais tipos de SWLDs podem ser distinguidos pela informação (indicador, ou tipo etc.) adicionada ao cabeçalho, etc.

[0167] A seguir, a estrutura e o fluxo operacional do dispositivo de codificação de dados tridimensionais (por exemplo, um servidor), de acordo com a presente modalidade, serão descritos. A figura 16 é um diagrama em bloco do dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400, de acordo com a presente modalidade. A figura 17 é um fluxograma dos processos de codificação de dados tridimensionais realizados pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400.

[0168] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400, ilustrado na figura 16, codifica os dados tridimensionais registrados 411, gerando, assim, os dados tridimensionais codificados 413 e os dados tridimensionais codificados 414, cada um sendo uma sequência codificada. No presente documento, os dados tridimensionais codificados 413 são dados tridimensionais codificados que correspondem a um WLD, e os dados tridimensionais codificados 414 são dados tridimensionais codificados que correspondem a um SWLD. Tal dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 inclui, um elemento de obtenção 401, um determinador de região de codificação 402, um extrator de SWLD 403, um codificador de WLD 404, e um codificador de SWLD 405.

[0169] Primeiro, como ilustra a figura 17, o elemento de obtenção 401 obtém os dados tridimensionais registrados 411, que são dados de grupo de pontos em um espaço tridimensional (S401).

[0170] A seguir, o determinador de região de codificação 402 determina uma região espacial atual para codificação com base em uma região espacial na qual os dados de nuvem de pontos estão presentes (S402).

[0171] A seguir, o extrator SWLD 403 define a região espacial atual como um WLD, e calcula a característica a partir de cada VXL incluído no WLD. Então, o extrator de SWLD 403 extrai VXLs possuindo uma quantidade de características maior do que ou igual a um limite predefinido, define VXLs extraídos como FVXLs e adiciona tais FVXLs a

um SWLD, gerando, assim, dados tridimensionais extraídos 412 (S403). De outra forma, os dados tridimensionais extraídos 412, possuindo uma quantidade de características superior a ou igual ao limite, são extraídos dos dados tridimensionais registrados 411.

[0172] A seguir, o codificador de WLD 404 codifica os dados tridimensionais registrados 411 correspondendo a WLD, gerando, assim, os dados tridimensionais codificados 413 que correspondem ao WLD (S404). Em fazendo isso, o codificador de WLD 404 adiciona ao cabeçalho de dados tridimensionais codificados 413, informação que distingue que tais dados tridimensionais codificados 413 são uma sequência incluindo um WLD.

[0173] O codificador de SWLD 405 codifica os dados tridimensionais extraídos 412 correspondendo ao SWLD, gerando, assim, os dados tridimensionais codificados 414 que correspondem a SWLD (S405). Em fazendo isso, o codificador SWLD 405 adiciona ao cabeçalho de dados tridimensionais codificados 414, a informação que distingue que tais dados tridimensionais codificados 414 são uma sequência incluindo um SWLD.

[0174] Note-se que o processo de geração dos dados tridimensionais codificados 413 e o processo de geração de dados tridimensionais codificados 414 podem ser realizados na ordem inversa. Além disso, note-se que uma parte ou todos esses processos podem ser realizados em paralelo.

[0175] Um parâmetro "world_type" é definido, por exemplo, como a informação adicionada a cada cabeçalho dos dados tridimensionais codificados 413 e dados tridimensionais codificados 414. world_type=0 indica que uma sequência inclui um WLD, e world_type=1 indica que uma sequência inclui um SWLD. Um número aumentado de valores pode ser designado, adicionalmente, para definir um número maior de tipos, por

exemplo, `world_type=2`. Além disso, um dos dados tridimensionais codificados 413 e dados tridimensionais codificados 414 pode incluir um indicador especificado. Por exemplo, os dados tridimensionais codificados 414 podem receber um indicador que indica que tal sequência inclui um SWLD. Em tal caso, o dispositivo de decodificação pode distinguir se tal sequência é uma sequência que inclui um WLD ou uma sequência que inclui um SWLD, de acordo com a presença/ausência do indicador.

[0176] Além disso, um método de codificação, utilizado pelo codificador WLD 404 para codificar um WLD, pode ser diferente de um método de codificação utilizado pelo codificador SWLD 405 para codificar um SWLD.

[0177] Por exemplo, os dados de um SWLD são decimados, e, dessa forma, podem ter uma correlação mais baixa com os dados vizinhos do que um WLD. Por essa razão, de intraprevisão e interprevisão, a interprevisão pode ser realizada de forma mais preferível em um método de codificação utilizado para um SWLD do que em um método de codificação utilizado para um WLD.

[0178] Além disso, um método de codificação utilizado para um SWLD, e um método de codificação utilizado para um WLD podem apresentar posições tridimensionais de formas diferentes. Por exemplo, as coordenadas tridimensionais podem ser utilizadas para representar as posições tridimensionais de FVXLs em um SWLD e uma “octree” descrita abaixo pode ser utilizada para representar as posições tridimensionais em um WLD e vice-versa.

[0179] Além disso, o codificador SWLD 405 realiza a codificação de uma forma na qual os dados tridimensionais codificados 414 de um SWLD apresentem um tamanho de dados menor do que o tamanho de dados dos dados tridimensionais codificados 413 em um WLD. Um SWLD pode ter uma correção interdados inferior, por exemplo, à de um

WLD, como descrito acima. Isso pode resultar em uma eficiência de codificação reduzida, e, dessa forma, em dados tridimensionais codificados 414 apresentarem um tamanho de dados maior do que o tamanho de dados dos dados tridimensionais codificados 413 de um WLD. Quando o tamanho de dados dos dados tridimensionais codificados resultantes 414 é maior do que o tamanho de dados dos dados tridimensionais codificados 413 de um WLD, o codificador SWLD 405 realiza a codificação novamente para regenerar os dados tridimensionais codificados 414 possuindo um tamanho de dados reduzido.

[0180] Por exemplo, o extrator de SWLD 403 regenera os dados tridimensionais extraídos 412 possuindo um número reduzido de pontos chave a serem extraídos, e o codificador SWLD 405 codifica tais dados tridimensionais extraídos 412. Alternativamente, o codificador SWLD 405 pode realizar uma quantização mais bruta. A quantização mais bruta é alcançada, por exemplo, pelo arredondamento dos dados no nível mais inferior em uma estrutura tipo “octree”, descrita abaixo.

[0181] Quando da falha em reduzir o tamanho dos dados dos dados tridimensionais codificados 414 do SWLD para menores do que o tamanho de dados dos dados tridimensionais codificados 413 do WLD, o codificador SWLD 405 pode gerar os dados tridimensionais codificados 414 do SWLD. Alternativamente, os dados tridimensionais codificados 413 do WLD podem ser copiados como dados tridimensionais codificados 414 do SWLD. De outra forma, os dados tridimensionais codificados 413 do WLD podem ser utilizados como estão, como dados tridimensionais codificados 414 do SWLD.

[0182] A seguir, a estrutura e o fluxo operacional do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais (por exemplo, um cliente), de acordo com a presente modalidade, serão descritos. A figura 18 é um diagrama em bloco do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500, de acordo com a presente modalidade. A figura 19 é um

fluxograma de processos de decodificação de dados tridimensionais realizados pelo dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500.

[0183] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500, ilustrado na figura 18, decodifica os dados tridimensionais codificados 511, gerando, dessa forma, os dados tridimensionais decodificados 512 ou os dados tridimensionais decodificados 513. Os dados tridimensionais codificados 511, no presente documento, são, por exemplo, dados tridimensionais codificados 413 ou dados tridimensionais codificados 414, gerados pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400.

[0184] Tal dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 inclui um elemento de obtenção 501, um analisador de cabeçalho 502, um decodificador de WLD 503 e um decodificador de SWLD 504.

[0185] Primeiro, como ilustra a figura 19, o elemento de obtenção 501 obtém os dados tridimensionais codificados 511 (S501). A seguir, o analisador de cabeçalho 502 analisa o cabeçalho dos dados tridimensionais codificados 511 para identificar se os dados tridimensionais codificados 511 são uma sequência que inclui um WLD, ou uma sequência que inclui um SWLD (S502). Por exemplo, o parâmetro descrito acima `world_type` é referido na criação de tal identificação.

[0186] Quando os dados tridimensionais codificados 511 são uma sequência incluindo um WLD (sim, em S503), o decodificador de WLD 503 decodifica os dados tridimensionais codificados 511, gerando, assim, os dados tridimensionais decodificados 512 do WLD (S504). Enquanto isso, quando os dados tridimensionais codificados 511 são uma sequência incluindo um SWLD (não, em S503), o decodificador de SWLD 504 decodifica os dados tridimensionais codificados 511, gerando, assim, os dados tridimensionais decodificados 513 do SWLD (S505).

[0187] Além disso, como no caso do dispositivo de codificação, um

método de decodificação, utilizado pelo decodificador de WLD 503 para decodificar um WLD, pode ser diferente de um método de decodificação utilizado pelo decodificador de SWLD 504 para decodificar um SWLD. Por exemplo, dentre a intraprevisão e a interprevisão, a interprevisão pode ser realizada com maior preferência em um método de decodificação utilizado para um SWLD do que em um método de decodificação utilizado para um WLD.

[0188] Além disso, um método de decodificação utilizado para um SWLD e um método de decodificação utilizado para um WLD podem representar posições tridimensionais diferentemente. Por exemplo, coordenadas tridimensionais podem ser utilizadas para representar as posições tridimensionais de FVXLs em um SWLD e uma “octree” descrita abaixo pode ser utilizada para representar posições tridimensionais em um WLD, e vice-versa.

[0189] A seguir, uma representação de “octree” será descrita, sendo um método de representação de posições tridimensionais. Dados VXL incluídos nos dados tridimensionais são convertidos em uma estrutura de “octree” antes de serem codificados. A figura 20 é um diagrama ilustrando VXLs ilustrativos em um WLD. A figura 21 é um diagrama ilustrando uma estrutura de “octree” do WLD ilustrado na figura 20. Um exemplo ilustrado na figura 20 ilustra três VXLs de 1 a 3 que incluem grupos de pontos (doravante referidos como VXLs efetivos). Como ilustra a figura 21, a estrutura de “octree” é feita de nós e folhas. Cada nó possui um máximo de oito nós ou folhas. Cada folha possui informação de VXL. No presente documento, das folhas ilustradas na figura 21, a folha 1, a folha 2 e a folha 3 representam VXL1, VXL2 e VXL3 ilustrados na figura 20, respectivamente.

[0190] Mais especificamente, cada nó e cada folha correspondem a uma posição tridimensional. O nó 1 corresponde a todo o bloco ilustrado na figura 20. O bloco que corresponde ao nó 1 é dividido em oito blocos.

Desses oito blocos, os blocos que incluem VXLS eficientes são determinados como nós, enquanto os outros blocos são configurados como folhas. Cada bloco que corresponde a um nó é adicionalmente dividido em oito nós ou folhas. Esses processos são repetidos pelo número de itens que é igual ao número de níveis na estrutura de “octree”. Todos os blocos no nível mais inferior são configurados como folhas.

[0191] A figura 22 é um diagrama ilustrando um SWLD ilustrativo gerado a partir de WLD, ilustrado na figura 20. VXL1 e VXL2, ilustrados na figura 20 são julgados como FVXL1 e FVXL2, como resultado da extração de característica, e, dessa forma, são adicionados ao SWLD. Enquanto isso, VXL3 não é julgado como FVXL, e, dessa forma, não é adicionado a SWLD. A figura 23 é um diagrama ilustrando uma estrutura de “octree” de SWLD, ilustrado na figura 22. Na estrutura de “octree”, ilustrada na figura 23, a folha 3, que corresponde a VXL3 ilustrado na figura 21, é eliminada. Conseqüentemente, o nó 3 ilustrado na figura 21 perdeu um VXL efetivo, e mudou para uma folha. Como descrito acima, um SWLD possui um número menor de folhas em geral, com relação a WLD, e, dessa forma, os dados tridimensionais codificados de SWLD são menores do que os dados tridimensionais codificados de WLD.

[0192] A seguir são descritas variações da presente modalidade.

[0193] Para estimativa de autolocalização, por exemplo, um cliente, sendo um dispositivo montado em um veículo etc., pode receber um SWLD do servidor para utilizar tal SWLD na estimativa da autolocalização. Enquanto isso, para detecção de obstáculos, o cliente pode detectar os obstáculos pelo uso de informação tridimensional na periferia, obtida por tal cliente, através de vários meios que incluem um sensor de distância, tal como um buscador de faixa, além de uma câmera estéreo e uma combinação de uma pluralidade de câmeras monoculares.

[0194] Em geral, um SWLD tem menos chances de incluir dados VXL em uma região plana. Como tal, o servidor pode deter um mundo

de subamostras (subWLD) obtido pela subamostragem de um WLD para detecção de obstáculos estáticos, e enviar, para o cliente, o SWLD e o subWLD. Isso permite que o cliente realize a estimativa de autocalibração e a detecção de obstáculo na parte do cliente, enquanto reduz a largura de banda da rede.

[0195] Quando o cliente cria dados de mapa tridimensionais em alta velocidade, a informação de mapa, possuindo uma estrutura de entrelaçamento, é mais útil em alguns casos. Como tal, o servidor pode gerar um entrelaçamento de um WLD para deter o mesmo antecipadamente, como um mundo entrelaçado (MWLD). Por exemplo, quando deseja realizar uma criação tridimensional aproximada, o cliente recebe um MWLD, e quando deseja realizar uma criação tridimensional detalhada, o cliente recebe um WLD. Isso reduz a largura de banda de rede.

[0196] Na descrição acima, o servidor configura, como FVXLs, VXLs que possuem uma quantidade de características superior a ou igual ao limite, mas o servidor pode calcular FVXLs por um método diferente. Por exemplo, o servidor pode julgar um VXL, um VLM, um SPC ou um GOS, que constituem um sinal, ou uma interseção, etc., como necessários para a estimativa de autocalibração, assistência à direção, ou direção autônoma, etc. e incorporar tal VXL, VLM, SPC ou GOS em um SWLD como um FVXL, um FVLM, um FSPC ou um FGOS. Tal julgamento pode ser realizado manualmente. Além disso, FVXLs etc., que foram configurados com base em uma quantidade de características, podem ser adicionados a FVXLs etc. obtidos pelo método acima. De outra forma, o extrator de SWLD 403 pode extrair, adicionalmente, a partir dos dados tridimensionais de entrada 411, dados correspondentes a um objeto que possui um atributo predeterminado, como dados tridimensionais extraídos 412.

[0197] Além disso, o fato de um VXL, um VLM, um SPC ou um GOS

ser necessário para tal utilização pretendida pode ser rotulado separadamente das características. O servidor pode deter, separadamente, como uma camada superior de um SWLD (por exemplo, um mundo de faixa), FVXLs de um sinal ou uma interseção etc., necessários para a estimativa de autolocalização, assistência à direção, ou direção autônoma, etc.

[0198] O servidor também pode adicionar um atributo aos VXLs em um WLD com base em acesso randômico ou com base em unidade pre-determinada. Um atributo, por exemplo, inclui informação que indica se VXLs são necessários para a estimativa de autolocalização, ou informação indicando se VXLs são importantes como informação de tráfego, tal como um sinal, ou uma interseção etc. Um atributo também pode incluir uma correspondência entre VXLs e características (interseção, ou estrada etc.) na informação de faixa (arquivos de dados geográficos (GDF), etc.).

[0199] Um método, como descrito abaixo, pode ser utilizado para atualizar um WLD ou um SWLD.

[0200] A informação de atualização que indica mudanças etc. em uma pessoa, uma obra na estrada, ou uma linha de árvores (para caminhões), é carregada para o servidor como grupos de pontos ou metadados. O servidor atualiza um WLD com base em tal informação carregada, e, então, atualiza um SWLD pelo uso de WLD atualizado.

[0201] O cliente, quando detectando uma falta de combinação entre a informação tridimensional, que tal cliente gerou no momento da estimativa de autolocalização, e a informação tridimensional, recebida do servidor, pode enviar para o servidor a informação tridimensional que tal cliente gerou, juntamente com uma notificação de atualização. Em tal caso, o servidor atualiza o SWLD pelo uso de WLD. Quando o SWLD não precisa ser atualizado, o servidor julga que o WLD propriamente dito está ultrapassado.

[0202] Na descrição acima, a informação que distingue se uma sequência codificada que é proveniente de um WLD ou um SWLD é adicionada como informação de cabeçalho da sequência codificada. No entanto, quando houver muitos tipos de mundos, tal como um mundo entrelaçado e um mundo de faixa, a informação que distingue esses tipos de mundos pode ser adicionada à informação de cabeçalho. Além disso, quando houver muitos SWLDs com quantidades diferentes de características, a informação que distingue os SWLDs respectivos pode ser adicionada à informação de cabeçalho.

[0203] Na descrição acima, um SWLD é constituído por FVXLs, mas um SWLD pode incluir VXLs que não foram julgados como FVXLs. Por exemplo, um SWLD pode incluir um VXL adjacente utilizado para calcular a característica de um FVXL. Isso permite que o cliente calcule a característica de um FVXL quando recebe um SWLD, mesmo no caso no qual a informação de característica não é adicionada a cada FVXL do SWLD. Em tal caso, o SWLD pode incluir informação que distingue se cada VXL é um FVXL ou um VXL.

[0204] Como descrito acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 extrai, dos dados tridimensionais registrados 411 (os primeiros dados tridimensionais), os dados tridimensionais extraídos 412 (os segundos dados tridimensionais) que possuem uma quantidade de uma característica que excede ou se iguala a um limite, e codifica os dados tridimensionais extraídos 412 para gerar os dados tridimensionais codificados 414 (primeiros dados tridimensionais codificados).

[0205] Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 gera dados tridimensionais codificados 414 que são obtidos pela codificação de dados, que possuem uma quantidade de uma característica superior a ou igual ao limite. Isso reduz a quantidade de dados em comparação com o caso no qual os dados tridimensionais registrados 411 são codificados como se apresentam. O dispositivo de codificação de

dados tridimensionais 400 é, dessa forma, capaz de reduzir a quantidade de dados a serem transmitidos.

[0206] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 codifica, adicionalmente, os dados tridimensionais registrados 411 para gerar os dados tridimensionais codificados 413 (segundos dados tridimensionais codificados).

[0207] Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 permite a transmissão seletiva de dados tridimensionais codificados 413 e dados tridimensionais codificados 414, de acordo, por exemplo, com o uso pretendido, etc.

[0208] Além disso, os dados tridimensionais extraídos 412 são codificados por um primeiro método de codificação, e os dados tridimensionais registrados 411 são codificados por um segundo método de codificação, diferente do primeiro método de codificação.

[0209] Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 permite o uso de um método de codificação adequado para cada um dos dados tridimensionais registrados 411 e os dados tridimensionais extraídos 412.

[0210] Além disso, dentre a intraprevisão e a interprevisão, a interprevisão é mais preferivelmente realizada no primeiro método de codificação do que no segundo método de codificação.

[0211] Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 permite que a interprevisão seja mais preferivelmente realizada nos dados tridimensionais extraídos 412, nos quais itens de dados adjacentes têm chances de apresentarem baixa correlação.

[0212] Além disso, o primeiro método de codificação e o segundo método de codificação representam posições tridimensionais diferentemente. Por exemplo, o segundo método de codificação representa as posições tridimensionais por “octree”, e o primeiro método de codifica-

ção representa as posições tridimensionais por coordenadas tridimensionais.

[0213] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 permite o uso de um método mais adequado para representar as posições tridimensionais dos dados tridimensionais considerando a diferença de número de itens de dados (o número de VXLs ou FVXLs) incluídos.

[0214] Além disso, pelo menos um dentre os dados tridimensionais codificados 413, e os dados tridimensionais codificados 414, inclui um identificador que indica se os dados tridimensionais codificados são dados tridimensionais codificados obtidos pela codificação de dados tridimensionais registrados 411, ou dados tridimensionais codificados obtidos pela codificação de parte dos dados tridimensionais registrados 411. De outra forma, tal identificador identifica se os dados tridimensionais codificados são dados tridimensionais codificados 413 de um WLD, ou dados tridimensionais codificados 414 de um SWLD.

[0215] Isso permite que o dispositivo de decodificação julgue prontamente se os dados tridimensionais codificados obtidos são dados tridimensionais codificados 413, ou dados tridimensionais codificados 414.

[0216] Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 codifica os dados tridimensionais extraídos 412 de uma forma que os dados tridimensionais codificados 414 apresentem uma quantidade de dados menor do que uma quantidade de dados dos dados tridimensionais codificados 413.

[0217] Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 permite que os dados tridimensionais codificados 414 tenham uma quantidade de dados menor do que a quantidade de dados, dos dados tridimensionais codificados 413.

[0218] Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 extrai, adicionalmente, dados que correspondem a um objeto que possui um atributo predeterminado dos dados tridimensionais registrados 411, como dados tridimensionais extraídos 412. O objeto possuindo um atributo predeterminado é, por exemplo, um objeto necessário para a estimativa de autolocalização, assistência à direção, ou direção autônoma etc., ou, mais especificamente, um sinal, uma interseção, etc.

[0219] Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 pode gerar dados tridimensionais codificados 414 que incluem dados exigidos pelo dispositivo de decodificação.

[0220] Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 (servidor) envia, adicionalmente, para um cliente, um dos dados tridimensionais codificados 413 e dados tridimensionais codificados 414, de acordo com uma situação do cliente.

[0221] Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 pode enviar dados adequados, de acordo com a situação do cliente.

[0222] Além disso, a situação do cliente inclui uma dentre uma condição de comunicação (por exemplo, largura de banda de rede) do cliente e uma velocidade de percurso do cliente.

[0223] Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 envia, adicionalmente, para um cliente, um dentre os dados tridimensionais codificados 413 e os dados tridimensionais codificados 414, de acordo com uma solicitação do cliente.

[0224] Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 pode enviar dados adequados, de acordo com uma solicitação do cliente.

[0225] Além disso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500, de acordo com a presente modalidade, decodifica os

dados tridimensionais codificados 413, ou dados tridimensionais codificados 414, gerados pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais 400 descrito acima.

[0226] De outra forma, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 decodifica, por um primeiro método de decodificação, os dados tridimensionais codificados 414 obtidos pela codificação de dados tridimensionais extraídos 412, que possuem uma quantidade de uma característica superior a ou igual a um limite, dados tridimensionais extraídos 412, tendo sido extraídos dos dados tridimensionais registrados 411. O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 também decodifica, por um segundo método de decodificação, os dados tridimensionais codificados 413 obtidos pela codificação dos dados tridimensionais registrados 411, o segundo método de decodificação sendo diferente do primeiro método de decodificação.

[0227] Esse dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 permite a recepção seletiva dos dados tridimensionais codificados 414, obtidos pela codificação de dados possuindo uma quantidade de uma característica superior e ou igual ao limite e dados tridimensionais codificados 413, de acordo, por exemplo, com o uso pretendido etc. O dispositivo de decodificação tridimensional 500 é, dessa forma, capaz de reduzir a quantidade de dados a ser transmitida. Tal dispositivo de decodificação de dados tridimensional 500 permite, adicionalmente, o uso de um método de decodificação adequado para cada um dentre os dados tridimensionais registrados 411 e os dados tridimensionais extraídos 412.

[0228] Além disso, dentre a intraprevisão e a interprevisão, a interprevisão é mais preferivelmente realizada no primeiro método de decodificação do que no segundo método de decodificação.

[0229] Esse dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 permite que a interprevisão seja mais preferivelmente realizada nos

dados tridimensionais extraídos onde os itens de dados adjacentes têm mais chances de apresentar uma baixa correlação.

[0230] Além disso, o primeiro método de decodificação e o segundo método de decodificação representam as posições tridimensionais de formas diferentes. Por exemplo, o segundo método de decodificação representa as posições tridimensionais por “octree”, e o primeiro método de decodificação representa as posições tridimensionais pelas coordenadas tridimensionais.

[0231] Esse dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 permite o uso de um método mais adequado para representar as posições tridimensionais dos dados tridimensionais, considerando a diferença no número de itens de dados (o número de VXLs ou FVXLs) incluído.

[0232] Além disso, pelo menos um dos dados tridimensionais codificados 413 e dados tridimensionais codificados 414 inclui um identificador que indica se os dados tridimensionais codificados são dados tridimensionais codificados obtidos pela codificação de dados tridimensionais registrados 411, ou dados tridimensionais codificados obtidos pela codificação de parte dos dados tridimensionais registrados 411. O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 se refere a tal identificador na identificação entre os dados tridimensionais codificados 413 e os dados tridimensionais codificados 414.

[0233] Esse dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 pode julgar prontamente se os dados tridimensionais codificados obtidos são dados tridimensionais codificados 413 ou dados tridimensionais codificados 414.

[0234] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 notifica, adicionalmente, um servidor sobre uma situação do cliente (dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500). O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 recebe um dos dados

tridimensionais codificados 413 e dados tridimensionais codificados 414 do servidor, de acordo com a situação do cliente.

[0235] Esse dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 pode receber dados adequados, de acordo com a situação do cliente.

[0236] Além disso, a situação do cliente inclui uma dentre uma condição de comunicação (por exemplo, largura de banda da rede) do cliente e uma velocidade de percurso do cliente.

[0237] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 realiza, adicionalmente, uma solicitação do servidor por um dos dados tridimensionais codificados 413 e dados tridimensionais codificados 414, e recebe um dos dados tridimensionais codificados 413 e dados tridimensionais codificados 414 do servidor, de acordo com a solicitação.

[0238] Esse dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 500 pode receber dados adequados de acordo com o uso pretendido.

Modalidade 3

[0239] A presente modalidade descreverá um método de transmissão/recepção de dados tridimensionais entre veículos. Por exemplo, os dados tridimensionais são transmitidos/recebidos entre o próprio veículo e o veículo próximo.

[0240] A figura 24 é um diagrama em bloco do dispositivo de criação de dados tridimensionais 620, de acordo com a presente modalidade. Tal dispositivo de criação de dados tridimensionais 620, que é incluído, por exemplo, no próprio veículo, mistura os primeiros dados tridimensionais 632, criados pelo dispositivo de criação de dados tridimensionais 620, com os segundos dados tridimensionais recebidos 635, criando, assim, os terceiros dados tridimensionais 636 que possuem uma densidade maior.

[0241] Tal dispositivo de criação de dados tridimensionais 620 inclui

o criador de dados tridimensionais 621, o determinador de faixa de solicitação 622, o buscador 623, o receptor 624, o decodificador 625 e o misturador 626.

[0242] Primeiro, o criador de dados tridimensionais 621 cria os primeiros dados tridimensionais 632, pelo uso da informação de sensor 631 detectada pelo sensor incluído no próprio veículo. A seguir, o determinador de faixa de solicitação 622 determina uma faixa de solicitação, que está na faixa de um espaço tridimensional, os dados sobre a qual são insuficientes nos primeiros dados tridimensionais criados 632.

[0243] A seguir, o buscador 623 busca pelo veículo próximo possuindo os dados tridimensionais da faixa de solicitação e envia a informação da faixa de solicitação 633 indicando a faixa de solicitação para o veículo próximo 601 que foi buscado (S632). A seguir, o receptor 624 recebe os dados tridimensionais codificados 634, que é uma sequência codificada da faixa de solicitação, a partir do veículo próximo 601 (S624). Note-se que o buscador 623 pode enviar, de forma indiscriminada, solicitações para todos os veículos incluídos em uma faixa especificada, para receber os dados tridimensionais codificados 634 de um veículo que responder à solicitação. O buscador 623 pode enviar uma solicitação não apenas para os veículos, mas também para um objeto, tal como um sinal, e receber dados tridimensionais codificados 634 do objeto.

[0244] A seguir, o decodificador 625 decodifica os dados tridimensionais codificados recebidos 634, obtendo, dessa forma, os segundos dados tridimensionais 635. A seguir, o misturador 626 mistura os primeiros dados tridimensionais 632 com os segundos dados tridimensionais 635, pela criação de dados tridimensionais 636 que possuem uma maior densidade.

[0245] A seguir, a estrutura e as operações do dispositivo de trans-

missão de dados tridimensionais 640, de acordo com a presente modalidade, serão descritas. A figura 25 é um diagrama em bloco do dispositivo de transmissão de dados tridimensionais 640.

[0246] O dispositivo de transmissão de dados tridimensionais 640 é incluído, por exemplo, no veículo próximo descrito acima. O dispositivo de transmissão de dados tridimensionais 640 processa os quintos dados tridimensionais 652, criados pelo veículo próximo, em sextos dados tridimensionais 654 solicitado pelo próprio veículo, codifica os sextos dados tridimensionais 654 para gerar os dados tridimensionais codificados 634, e envia os dados tridimensionais codificados 634 para o próximo veículo.

[0247] O dispositivo de transmissão de dados tridimensionais 640 inclui o criador de dados tridimensionais 641, o receptor 642, o extrator 643, o codificador 644 e o transmissor 645.

[0248] Primeiro, o criador de dados tridimensionais 641 cria os quintos dados tridimensionais 652 pelo uso da informação de sensor 651, detectada pelo sensor incluído no veículo próximo. A seguir, o receptor 642 recebe a informação de faixa de solicitação 633 do próximo veículo.

[0249] A seguir, o extrator 643 extrai dos quintos dados tridimensionais 652 os dados tridimensionais da faixa de solicitação indicada pela informação de faixa de solicitação 633, processando, assim, os quintos dados tridimensionais 652 em sextos dados tridimensionais 654. A seguir, o codificador 644 codifica os sextos dados tridimensionais 654 para gerar os dados tridimensionais codificados 643, que é uma sequência codificada. Então, o transmissor 645 envia os dados tridimensionais codificados 634 para o próprio veículo.

[0250] Note-se que apesar de um caso ilustrativo ser descrito no presente documento, no qual o próprio veículo inclui o dispositivo de criação de dados tridimensionais 620, e o veículo próximo incluir o dis-

positivo de transmissão de dados tridimensionais 640, cada um dos veículos pode incluir a funcionalidade de ambos o dispositivo de criação de dados tridimensionais 620 e o dispositivo de transmissão de dados tridimensional 640.

Modalidade 4

[0251] A presente modalidade descreve as operações realizadas em casos anormais, quando a estimativa de autolocalização é realizada com base em um mapa tridimensional.

[0252] Um mapa tridimensional deve ter seu uso expandido em direção autônoma de um veículo e movimento autônomo etc. de um objeto móvel, tal como um robô e um objeto voador (por exemplo, um drone). Meios ilustrativos para se permitir tal movimento autônomo incluem um método no qual um objeto móvel se move de acordo com um mapa tridimensional, enquanto estima sua autolocalização no mapa (estimativa de autolocalização).

[0253] A estimativa de autolocalização é permitida pela combinação de um mapa tridimensional com a informação tridimensional das cernias do próprio veículo (doravante referidos como dados tridimensionais auto detectados), obtidos por um sensor equipado no próprio veículo, tal como um buscador de faixa (por exemplo, um LiDAR), e uma câmera estéreo para estimar a localização do próprio veículo no mapa tridimensional.

[0254] Como no caso de um mapa HD sugerido por HERE Technologies, por exemplo, um mapa tridimensional pode incluir, não apenas uma nuvem de pontos tridimensionais, mas também dados de mapa bidimensionais, tal como informação dos formatos das estradas e interseções, ou informação que muda em tempo real, tal como informação de um engarrafamento no tráfego e um acidente. Um mapa tridimensional inclui uma pluralidade de camadas, tal como as camadas de dados tridimensionais, dados bidimensionais, e metadados que mudam em

tempo real, dentre os quais o dispositivo pode obter ou se referir apenas aos dados necessários.

[0255] Os dados de nuvem de pontos podem ser um SWLD, como descrito acima, ou podem incluir dados de grupos de pontos que são diferentes dos pontos chave. A transmissão/recepção dos dados de nuvem de pontos é basicamente realizada em uma ou mais unidades de acesso randômico.

[0256] Um método descrito abaixo é utilizado como um método de combinação de um mapa tridimensional com dados tridimensionais auto detectados. Por exemplo, o dispositivo compara os formatos dos grupos de pontos nas nuvens de pontos dos outros, e determina quais partes, possuindo um alto grau de similaridade dentre os pontos chave, correspondem à mesma posição. Quando o mapa tridimensional é formado por um SWLD, o dispositivo também realiza a combinação pela comparação dos pontos chaves que formam o SWLD com pontos chaves tridimensionais extraídos dos dados tridimensionais auto detectados.

[0257] No presente documento, para se permitir a estimativa de autolocalização altamente precisa, o seguinte precisa ser satisfeito: (A) o mapa tridimensional e os dados tridimensionais auto detectados já foram obtidos; e (B) suas precisões satisfazem uma exigência predeterminada. No entanto, um dentre (A) e (B) não pode ser satisfeito em casos anormais, tal como os descritos abaixo.

1. Um mapa tridimensional não pode ser obtido através da comunicação.
2. Um mapa tridimensional não está presente, ou um mapa tridimensional obtido está corrompido.
3. Um sensor do próprio veículo apresenta problemas, ou a precisão dos dados tridimensionais auto detectados gerados é inadequada devido ao mau tempo.

[0258] O apresentado a seguir descreve as operações para se lidar

com tais casos anormais. A descrição a seguir ilustra um caso ilustrativo de um veículo, mas o método descrito abaixo é aplicável a objetos móveis como um todo que podem realizar movimento autônomo, tal como um robô e um drone.

[0259] A seguir descreve-se a estrutura do dispositivo de processamento de informação tridimensional e sua operação, de acordo com a presente modalidade, capaz de lidar com casos anormais que se referem a um mapa tridimensional ou a dados tridimensionais auto detectados. A figura 26 é um diagrama em bloco de uma estrutura ilustrativa do dispositivo de processamento de informação tridimensional 700, de acordo com a presente modalidade.

[0260] O dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 é equipado, por exemplo, em um objeto móvel, tal como um carro. Como ilustrado na figura 26, o dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 inclui o elemento de obtenção de mapa tridimensional 701, o elemento de obtenção de dados auto detectados 702, a unidade de julgamento de caso anormal 703, o determinador de operação de enfrentamento 704 e o controlador de operação 705.

[0261] Note que o dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 pode incluir um sensor bidimensional ou unidimensional, não ilustrado, que detecta um objeto estrutural ou um objeto móvel em torno do próprio veículo, tal como uma câmera capaz de obter imagens bidimensionais e um sensor para os dados unidimensionais utilizando ultrassom ou laser. O dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 também pode incluir uma unidade de comunicação não ilustrada que obtém um mapa tridimensional através de uma rede de comunicação móvel, tal como 4G e 5G, ou através da comunicação interveicular ou da comunicação de estrada para veículo.

[0262] O elemento de obtenção de mapa tridimensional 701 obtém

o mapa tridimensional 711 das cercanias da rota de percurso. Por exemplo, o elemento de obtenção de mapa tridimensional 701 obtém o mapa tridimensional 711 através de uma rede de comunicação móvel, ou através da comunicação interveicular, ou comunicação de estrada para veículo.

[0263] A seguir, o elemento de obtenção de dados auto detectado 702 obtém os dados tridimensionais auto detectados 712 com base na informação de sensor. Por exemplo, o elemento de obtenção de dados auto detectado 702 gera os dados tridimensionais auto detectados 712 com base na informação de sensor obtida por um sensor equipado no próprio veículo.

[0264] A seguir, a unidade de julgamento de caso anormal 703 conduz uma verificação predeterminada de pelo menos um dentre o mapa tridimensional obtido 711 e os dados tridimensionais auto detectados 712 para detectar um caso anormal. De outra forma, a unidade de julgamento de caso anormal 703 julga se pelo menos um dentre o mapa tridimensional obtido 711 e os dados tridimensionais auto detectados 712 é anormal.

[0265] Quando o caso anormal é detectado, a determinação de operação de enfrentamento 704 determina uma operação de enfrentamento para enfrentar tal caso anormal. A seguir, o controlador de operação 705 controla a operação de cada uma das unidades de processamento necessárias para se realizar a operação de enfrentamento.

[0266] Enquanto isso, quando nenhum caso anormal é detectado, o dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 encerra o processo.

[0267] Além disso, o dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 estima a localização do veículo equipado com o dispositivo de processamento de informação tridimensional 700, utilizando o mapa tridimensional 711 e os dados tridimensionais auto detectados

712. A seguir, o dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 realiza a operação automática do veículo pelo uso da localização estimada do veículo.

[0268] Como descrito acima, o dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 obtém, através de um canal de comunicação, dados de mapa (mapa tridimensional 711) que incluem a primeira informação de posição tridimensional. A primeira informação de posição tridimensional inclui, por exemplo, uma pluralidade de unidades de acesso randômico, cada uma das quais é uma montagem de pelo menos um subespaço e é decodificável individualmente, o pelo menos um subespaço possuindo informação de coordenadas tridimensionais e servindo como uma unidade, na qual cada uma, dentre a pluralidade de unidades de acesso randômico, é codificada. A primeira informação de posição tridimensional é, por exemplo, dados (SWLD) obtidos pela codificação de pontos chave, cada um dos quais possui uma quantidade de uma característica tridimensional superior a ou igual a um limite pre-determinado.

[0269] O dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 também gera a segunda informação de posição tridimensional (dados tridimensionais auto detectados 712) a partir da informação detectada por um sensor. O dispositivo de processamento de informação tridimensional 700, então, julga se uma, dentre a primeira informação de posição tridimensional e a segunda informação de posição tridimensional, é anormal pela realização, em uma dentre a primeira informação de posição tridimensional e a segunda informação de posição tridimensional, de um processo de julgamento de se uma anomalia está presente.

[0270] O dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 determina uma operação de enfrentamento para enfrentar a

anomalia quando uma, dentre a primeira informação de posição tridimensional e a segunda informação de posição tridimensional, é julgada como sendo anormal. O dispositivo de processamento de informação tridimensional 700, então, executa um controle que é necessário para se realizar a operação de enfrentamento.

[0271] Essa estrutura permite que o dispositivo de processamento de informação tridimensional 700 detecte uma anomalia referente à primeira informação de posição tridimensional e à segunda informação de posição tridimensional e realize uma operação de enfrentamento para a mesma.

Modalidade 5

[0272] A presente modalidade descreve um método etc. de transmissão de dados tridimensionais para um veículo seguinte.

[0273] A figura 27 é um diagrama em bloco de uma estrutura ilustrativa do dispositivo de criação de dados tridimensionais 810, de acordo com a presente modalidade. Tal dispositivo de criação de dados tridimensionais 810 é equipado, por exemplo, em um veículo. O dispositivo de criação de dados tridimensionais 810 transmite e recebe dados tridimensionais para e de um sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem externa, um veículo anterior, ou um veículo seguinte, e cria e armazena dados tridimensionais.

[0274] O dispositivo de criação de dados tridimensionais 810 inclui um receptor de dados 811, uma unidade de comunicação 812, um controlador de recepção 813, um conversor de formato 814, uma pluralidade de sensores 815, um criador de dados tridimensionais 816, um sintetizador de dados tridimensionais 817, um armazenador de dados tridimensionais 818, uma unidade de comunicação 819, um controlador de transmissão 820, um conversor de formato 821 e um transmissor de dados 822.

[0275] O receptor de dados 811 recebe dados tridimensionais 831

de um sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem ou um veículo anterior. Os dados tridimensionais 831 incluem, por exemplo, informação de uma região não detectável pelos sensores 815 do próprio veículo, tal como uma nuvem de pontos, um vídeo de luz visível, informação de profundidade, informação de posição de sensor e informação de velocidade.

[0276] A unidade de comunicação 812 se comunica com o sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem, ou com o veículo anterior, para transmitir uma solicitação de transmissão de dados etc. para o sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem ou no veículo anterior.

[0277] O controlador de recepção 813 permuta informação, tal como informação dos formatos suportados, com um parceiro de comunicações através da unidade de comunicação 812 para estabelecer a comunicação com o parceiro de comunicações.

[0278] O conversor de formato 814 aplica a conversão de formato etc. aos dados tridimensionais 831 recebidos pelo receptor de dados 811 para gerar os dados tridimensionais 832. O conversor de formato 814 também descomprime ou decodifica os dados tridimensionais 831 quando os dados tridimensionais 831 são comprimidos ou codificados.

[0279] Uma pluralidade de sensores 815 são grupos de sensores, tal como câmeras de luz visível, e câmeras de infravermelho, que obtêm a informação do exterior do veículo e geram informação de sensor 833. A informação de sensor 833 é, por exemplo, dados tridimensionais, tal como uma nuvem de pontos (dados de grupo de pontos), quando os sensores 815 são sensores de laser, tal como LiDARs. Note-se que um sensor singular pode servir como uma pluralidade de sensores 815.

[0280] O criador de dados tridimensionais 816 gera dados tridimensionais 834 a partir da informação de sensor 833. Os dados tridimensionais 834 incluem, por exemplo, informação, tal como uma nuvem de

pontos, vídeo de luz visível, informação de profundidade, informação de posição de sensor, e informação de velocidade.

[0281] O sintetizador de dados tridimensionais 817 sintetiza os dados tridimensionais 834 criados com base na informação de sensor 833 do próprio veículo com os dados tridimensionais 832 criados pelo sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem ou veículo anterior, etc., formando, assim, os dados tridimensionais 835 de um espaço que inclui o espaço à frente do veículo anterior, não detectável pelos sensores 815 do próprio veículo.

[0282] O armazenador de dados tridimensionais 818 armazena os dados tridimensionais gerados 835, etc.

[0283] A unidade de comunicação 819 se comunica com o sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem, ou com o veículo a seguir, para transmitir uma solicitação de transmissão de dados etc. para o sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem ou o veículo a seguir.

[0284] O controlador de transmissão 820 permuta a informação, tal como a informação em formatos suportados, com um parceiro de comunicações, através da unidade de comunicação 819 para estabelecer a comunicação com o parceiro de comunicações. O controlador de transmissão 820 também determina uma região de transmissão, que é um espaço dos dados tridimensionais a serem transmitidos, com base na informação de formação de dados tridimensionais nos dados tridimensionais 832 gerados pelo sintetizador de dados tridimensionais 817 e a solicitação de transmissão de dados a partir do parceiro de comunicações.

[0285] Mais especificamente, o controlador de transmissão 820 determina uma região de transmissão que inclui o espaço à frente do próprio veículo que não é detectável por um sensor do veículo seguinte, em

resposta à solicitação de transmissão de dados do sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem ou veículo seguinte. O controlador de transmissão 820 julga, por exemplo, se um espaço é transmissível ou se o espaço já transmitido inclui uma atualização, com base na informação de formação de dados tridimensionais, para determinar uma região de transmissão. Por exemplo, o controlador de transmissão 820 determina, como uma região de transmissão, uma região que é uma região especificada pela solicitação de transmissão de dados; e uma região, correspondente aos dados tridimensionais 835 dos quais está presente. O controlador de transmissão 820, então, notifica o conversor de formato 821 sobre o formato suportado pelo parceiro de comunicações e região de transmissão.

[0286] Dos três dados tridimensionais 835 armazenados no armazenador de dados tridimensionais 818, o conversor de formato 821 converte os dados tridimensionais 836 da região de transmissão no formato suportado pela extremidade do receptor para gerar dados tridimensionais 837. Note-se que o conversor de formato 821 pode comprimir ou codificar os dados tridimensionais 837 para reduzir a quantidade de dados.

[0287] O transmissor de dados 822 transmite os dados tridimensionais 837 para o sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem ou para o veículo seguinte. Tais dados tridimensionais 837 incluem, por exemplo, informação de um ponto cego, que é uma região ocultada da visão do veículo seguinte, tal como uma nuvem de pontos à frente do próprio veículo, vídeo de luz visível, informação de profundidade, e informação de posição de sensor.

[0288] Note-se que o exemplo foi descrito, no qual o conversor de formato 814 e o conversor de formato 821 realizam a conversão de formato etc., mas a conversão de formato pode não ser realizada.

[0289] Com a estrutura acima, o dispositivo de criação de dados tridimensionais 810 obtém, a partir de um dispositivo externo, os dados tridimensionais 831 de uma região não detectável pelos sensores 815 do próprio veículo, e sintetiza os dados tridimensionais 831 com dados tridimensionais 834 que são baseados na informação de sensor 833 detectada pelos sensores 815 do próprio veículo, gerando, assim, os dados tridimensionais 835. O dispositivo de criação de dados tridimensionais 810 é, dessa forma, capaz de gerar dados tridimensionais de uma faixa não detectável pelos sensores 815 do próprio veículo.

[0290] O dispositivo de criação de dados tridimensionais 810 pode transmitir, para o sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem ou o veículo a seguir, por exemplo, dados tridimensionais de um espaço que inclui o espaço à frente do próprio veículo, não detectável por um sensor do veículo a seguir, em resposta à solicitação de transmissão de dados a partir do sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem ou o veículo a seguir.

Modalidade 6

[0291] Na modalidade 5, um exemplo é descrito no qual um dispositivo de cliente de um veículo ou similar transmite os dados tridimensionais para outro veículo ou um servidor, tal como um sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem. Na presente modalidade, um dispositivo de cliente transmite a informação de sensor obtida através de um sensor para um servidor ou um dispositivo de cliente.

[0292] Uma estrutura de um sistema, de acordo com a presente modalidade, será descrita primeiro. A figura 28 é um diagrama ilustrando a estrutura de um sistema de transmissão/recepção de um mapa tridimensional e informação de sensor, de acordo com a presente modalidade. Esse sistema inclui o servidor 901, e dispositivos de cliente 902A e 902B. Note que os dispositivos de cliente 902A e 902B também são referidos como um dispositivo de cliente 902 quando nenhuma distinção

em particular for feita entre os mesmos.

[0293] O dispositivo de cliente 902 é, por exemplo, um dispositivo montado em veículo equipado em um objeto móvel, tal como um veículo. O servidor 901 é, por exemplo, um sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem, e pode se comunicar com a pluralidade de dispositivos de cliente 902.

[0294] O servidor 901 transmite o mapa tridimensional formado por uma nuvem de pontos para o dispositivo de cliente 902. Note-se que uma estrutura do mapa tridimensional não está limitada a uma nuvem de pontos, e também pode ser outra estrutura que expressa os dados tridimensionais, tal como uma estrutura entrelaçada.

[0295] O dispositivo de cliente 902 transmite a informação de sensor obtida pelo dispositivo de cliente 902 para o servidor 901. A informação de sensor inclui, por exemplo, pelo menos uma dentre a informação obtida pelo LiDAR, uma imagem de luz visível, uma imagem de infravermelho, uma imagem de profundidade, a informação de posição de sensor, ou a informação de velocidade de sensor.

[0296] Os dados a serem transmitidos e recebidos entre o servidor 901 e o dispositivo de cliente 902 podem ser comprimidos a fim de reduzir o volume de dados, e também podem ser transmitidos de forma descomprimida a fim de manter a precisão dos dados. Quando da compressão de dados, é possível se utilizar um método de compressão tridimensional na nuvem de pontos com base, por exemplo, em uma estrutura de “octree”. É possível se utilizar um método de compressão de imagem bidimensional na imagem de luz visível, imagem de infravermelho e imagem de profundidade. O método de compressão de imagem bidimensional é, por exemplo, MPEG-4 AVC ou HEVC padronizado por MPEG.

[0297] O servidor 901 transmite o mapa tridimensional gerenciado pelo servidor 901 para o dispositivo de cliente 902, em resposta a uma

solicitação de transmissão para o mapa tridimensional a partir do dispositivo de cliente 902. Note-se que o servidor 901 também pode transmitir o mapa tridimensional sem esperar pela solicitação de transmissão para o mapa tridimensional, a partir do dispositivo de cliente 902. Por exemplo, o servidor 901 pode difundir o mapa tridimensional para pelo menos um dispositivo de cliente 902 localizado em um espaço predeterminado. O servidor 901 também pode transmitir o mapa tridimensional adequado para uma posição do dispositivo de cliente 902 em intervalos de tempo fixos para o dispositivo de cliente 902 que recebeu a solicitação de transmissão uma vez. O servidor 901 pode transmitir também o mapa tridimensional gerenciado pelo servidor 901 para o dispositivo de cliente 902 cada vez que o mapa tridimensional é atualizado.

[0298] O dispositivo de cliente 902 envia a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901. Por exemplo, quando o dispositivo de cliente 902 deseja realizar a estimativa de autolocalização durante um percurso, o dispositivo de cliente 902 transmite a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901.

[0299] Note-se que nos casos a seguir, o dispositivo de cliente 902 pode enviar a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901. O dispositivo de cliente 902 pode enviar a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901 quando o mapa tridimensional armazenado pelo dispositivo de cliente 902 está desatualizado. Por exemplo, o dispositivo de cliente 902 pode enviar a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901 quando um período fixo tiver passado desde que o mapa tridimensional foi obtido pelo dispositivo de cliente 902.

[0300] O dispositivo de cliente 902 também pode enviar a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901 antes de um tempo fixo, quando o dispositivo de cliente 902 sai de um espaço

ilustrado no mapa tridimensional, armazenado pelo dispositivo de cliente 902. Por exemplo, o dispositivo de cliente 902 pode enviar a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901 quando o dispositivo de cliente 902 estiver localizado a uma distância predeterminada de um limite do espaço ilustrado no mapa tridimensional armazenado pelo dispositivo de cliente 902. Quando um percurso de movimento e uma velocidade de movimento do dispositivo de cliente 902 são compreendidos, um momento no qual o dispositivo de cliente 902 sai do espaço ilustrado no mapa tridimensional armazenado pelo dispositivo de cliente 902 pode ser previsto com base no percurso de movimento e na velocidade de movimento do dispositivo de cliente 902.

[0301] O dispositivo de cliente 902 também pode enviar a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901 quando um erro, durante o alinhamento dos dados tridimensionais e do mapa tridimensional, criado a partir da informação de sensor pelo dispositivo de cliente 902, está pelo menos em um nível fixo.

[0302] O dispositivo de cliente 902 transmite a informação de sensor para o servidor 901 em resposta a uma solicitação de transmissão da informação de sensor do servidor 901. Note-se que o dispositivo de cliente 902 pode transmitir a informação de sensor para o servidor 901 sem esperar pela solicitação de transmissão da informação de sensor proveniente do servidor 901. Por exemplo, o dispositivo de cliente 902 pode transmitir, periodicamente, a informação de sensor durante um período fixo, quando o dispositivo de cliente 902 recebeu a solicitação de transmissão da informação de sensor do sensor 901 uma vez. O dispositivo de cliente 902 pode determinar que existe uma possibilidade de ter ocorrido uma mudança no mapa tridimensional de uma área circundante do dispositivo de cliente 902, e transmite essa informação, e a informação de sensor, para o servidor 901, quando o erro, durante o

alinhamento dos dados tridimensionais, criado pelo dispositivo de cliente 902, com base na informação de sensor, e no mapa tridimensional obtido a partir do servidor 901, está pelo menos no nível fixo.

[0303] O servidor 901 envia uma solicitação de transmissão para a informação de sensor para o dispositivo de cliente 902. Por exemplo, o servidor 901 recebe a informação de posição, tal como a informação de GPS, sobre o dispositivo de cliente 902 do dispositivo de cliente 902. O servidor 901 envia a solicitação de transmissão da informação de sensor para o dispositivo de cliente 902 a fim de gerar um novo mapa tridimensional, quando for determinado que o dispositivo de cliente 902 está se aproximando de um espaço, no qual o mapa tridimensional gerenciado pelo servidor 901 contém pouca informação, com base na informação de posição do dispositivo de cliente 902. O servidor 901 também pode enviar a solicitação de transmissão da informação de sensor, quando desejar (i) atualizar o mapa tridimensional, (ii) verificar as condições da estrada durante uma nevasca, um desastre, ou similar ou (iii) verificar as condições de congestionamento de tráfego, condições de acidente/incidente, ou similares.

[0304] O dispositivo de cliente 902 pode configurar uma quantidade de dados da informação de sensor a ser transmitida para o servidor 901, de acordo com as condições de comunicação ou largura de banda durante a recepção da solicitação de transmissão da informação de sensor a ser recebida do servidor 901. Configurar a quantidade de dados de informação de sensor a ser transmitida para o servidor 901, por exemplo, aumenta/reduz os dados propriamente ditos ou seleciona adequadamente um método de compressão

[0305] A figura 29 é um diagrama em bloco ilustrando uma estrutura ilustrativa do dispositivo de cliente 902. O dispositivo de cliente 902 recebe o mapa tridimensional formado por uma nuvem de pontos e simi-

lares a partir do servidor 901, e estima uma autolocalização do dispositivo de cliente 902 utilizando o mapa tridimensional criado com base na informação de sensor do dispositivo de cliente 902. O dispositivo de cliente 902 transmite a informação de sensor obtida para o servidor 901.

[0306] O dispositivo de cliente 902 inclui o receptor e dados 1011, a unidade de comunicação 1012, o controlador de recepção 1013, o conversor de formato 1014, os sensores 1015, o criador de dados tridimensionais 1016, o processador de imagem tridimensional 1017, o armazenador de dados tridimensional 1018, o conversor de formato 1019, a unidade de comunicação 10120, o controlador de transmissão 1021 e o transmissor de dados 1022.

[0307] O receptor de dados 1011 recebe o mapa tridimensional 1031 a partir do servidor 901. O mapa tridimensional 1031 são dados que incluem uma nuvem de pontos, tal como WLD ou um SWLD. O mapa tridimensional 1031 pode incluir os dados comprimidos ou dados não comprimidos.

[0308] A unidade de comunicação 1012 comunica com o servidor 901 e transmite uma solicitação de transmissão de dados (por exemplo, solicitação de transmissão do mapa tridimensional) para o servidor 901.

[0309] O controlador de recepção 1013 permuta a informação, tal como a informação de formatos suportados, com um parceiro de comunicações através da unidade de comunicação 1012 para estabelecer a comunicação com o parceiro de comunicações.

[0310] O conversor de formato 1014 realiza uma conversão de formato e similares no mapa tridimensional 1031 recebido pelo receptor de dados 1011 para gerar o mapa tridimensional 1032. O conversor de formato 1014 também realiza um processo de descompressão ou decodificação quando o mapa tridimensional 1031 é comprimido ou codificado. Note-se que o conversor de formato 1014 não realiza o processo de descompressão ou decodificação quando o mapa tridimensional 1031

são dados não comprimidos.

[0311] Os sensores 815 são um grupo de sensores, tal como LiDARs, câmeras de luz visível, câmeras de infravermelho, ou sensores de profundidade que obtêm a informação do exterior de um veículo equipado com o dispositivo de cliente 902, e geram a informação de sensor 1033. A informação de sensor 1033 é, por exemplo, dados tridimensionais, tal como uma nuvem de pontos (dados de grupo de pontos), quando sensores 1015 são sensores de laser, tal como LiDARs. Note-se que um único sensor pode servir como sensores 1015.

[0312] O criador de dados tridimensionais 1016 gera os dados tridimensionais 1034 de uma área circundante do próprio veículo com base na informação de sensor 1033. Por exemplo, o criador de dados tridimensionais 1016 gera os dados de nuvem de pontos com a informação e cor na área circundante do próprio veículo utilizando a informação obtida pelo LiDAR e vídeo de luz visível obtido por uma câmera de luz visível.

[0313] O processador de imagem tridimensional 1017 realiza um processo de estimativa de autolocalização e similares do próprio veículo, utilizando (i) o mapa tridimensional recebido 1032, tal como uma nuvem de pontos, e (ii) dados tridimensionais 1034 da área circundante do próprio veículo gerado utilizando a informação de sensor 1033. Note-se que o processador de imagem tridimensional 1017 pode gerar os dados tridimensionais 1035 sobre as cercanias do próprio veículo pela mistura do mapa tridimensional 1032 e dos dados tridimensionais 1034, e pode realizar o processo de estimativa de autolocalização utilizando os dados tridimensionais criados 1035.

[0314] O armazenador de dados tridimensional 1018 armazena o mapa tridimensional 1032, dados tridimensionais 1034, dados tridimensionais 1035, e similares.

[0315] O conversor de formato 1019 gera a informação de sensor

1037 pela conversão da informação de sensor 1033 em um formato suportado por uma extremidade receptora. Note-se que o conversor de formato 1019 pode reduzir a quantidade de dados pela compressão ou codificação da informação de sensor 1037. O conversor de formato 1019 pode omitir esse processo quando a conversão de formato não é necessária. O conversor de formato 1019 também pode controlar a quantidade de dados a ser transmitida de acordo com uma faixa de transmissão especificada.

[0316] A unidade de comunicação 1020 se comunica com o servidor 901 e recebe uma solicitação de transmissão de dados (solicitação de transmissão da informação de sensor) e similares a partir do servidor 901.

[0317] O controlador de transmissão 1021 permuta informação, tal como informação de formatos suportados, com um parceiro de comunicações através da unidade de comunicação 1020 para estabelecer a comunicação com o parceiro de comunicações.

[0318] O transmissor de dados 1022 transmite a informação de sensor 1037 para o servidor 901. A informação de sensor 1037 inclui, por exemplo, a informação obtida através dos sensores 1015, tal como a informação obtida por LiDAR, uma imagem de luminescência obtida por uma câmera de luz visível, uma imagem de infravermelho obtida por uma câmera de infravermelho, uma imagem de profundidade obtida por um sensor de profundidade, a informação de posição de sensor, e a informação de velocidade de sensor.

[0319] Uma estrutura do servidor 901 será descrita a seguir. A figura 30 é um diagrama em bloco ilustrando uma estrutura ilustrativa do servidor 901. O servidor 901 transmite a informação de sensor do dispositivo de cliente 902 e cria dados tridimensionais baseado na informação de sensor recebida. O servidor 901 atualiza o mapa tridimensional gerenciado pelo servidor 901 utilizando os dados tridimensionais criados.

O servidor 901 transmite o mapa tridimensional atualizado para o dispositivo de cliente 902 em resposta a uma solicitação de transmissão para o mapa tridimensional do dispositivo de cliente 902.

[0320] O servidor 901 inclui o receptor de dados 1111, a unidade de comunicação 1112, o controlador de recepção 1113, o conversor de formato 1114, o criador de dados tridimensionais 1116, o misturador de dados tridimensionais 1117, o armazenador de dados tridimensionais 1118, o conversor de formato 1119, a unidade de comunicação 1120, o controlador de transmissão 1121 e o transmissor de dados 1122.

[0321] O receptor de dados 1111 recebe informação de sensor 1037 do dispositivo de cliente 902. A informação de sensor 1037 inclui, por exemplo, a informação obtida pelo LiDAR, uma imagem de luminescência obtida por uma câmera de luz visível, uma imagem de infravermelho obtida por uma câmera de infravermelho, uma imagem de profundidade obtida por um sensor de profundidade, uma informação de posição de sensor, informação de velocidade de sensor e similares.

[0322] A unidade de comunicação 1112 comunica com o dispositivo de cliente 902 e transmite uma solicitação de transmissão de dados (por exemplo, a solicitação de transmissão da informação de sensor) e similares para o dispositivo de cliente 902.

[0323] O controlador de recepção 1113 permuta informação, tal como informação dos formatos suportados, com um parceiro de comunicações através da unidade de comunicação 1112 para estabelecer a comunicação com o parceiro de comunicações.

[0324] O conversor de formato 1114 gera a informação de sensor 1132 pela realização de um processo de descompressão ou decodificação quando a informação de sensor recebida 1037 é comprimida ou codificada. Note-se que o conversor de formato 1114 não realiza o processo de descompressão ou decodificação quando a informação de sensor 1037 são dados não comprimidos.

[0325] O criador de dados tridimensionais 1116 gera dados tridimensionais 1134 de uma área circundante do dispositivo de cliente 902 com base na informação de sensor 1132. Por exemplo, o criador de dados tridimensionais 1116 gera dados de nuvem de pontos com informação de cor da área circundante do dispositivo de cliente 902 utilizando informação obtida pelo LiDAR e vídeo de luz visível obtida por uma câmera de luz visível.

[0326] O misturador de dados tridimensionais 1117 atualiza o mapa tridimensional 1135 pela mistura de dados tridimensionais 1134 criados com base na informação de sensor 1132 com o mapa tridimensional 1135 gerenciado pelo servidor 901.

[0327] O armazenador de dados tridimensionais 1118 armazena o mapa tridimensional 1135 e similares.

[0328] O conversor de formato 1119 gera o mapa tridimensional 1031 pela conversão do mapa tridimensional 1135 em um formato suportado pela extremidade receptora. Note-se que o conversor de formato 1119 pode reduzir a quantidade de dados pela compressão ou codificação do mapa tridimensional 1135. O conversor de formato 1119 pode omitir esse processo quando a conversão de formato não é necessária. O conversor de formato 1119 também pode controlar a quantidade de dados a ser transmitida de acordo com uma faixa de transmissão especificada.

[0329] A unidade de comunicação 1120 se comunica com o dispositivo de cliente 902 e recebe uma solicitação de transmissão de dados (solicitação de transmissão de mapa tridimensional) e similares do dispositivo de cliente 902.

[0330] O controlador de transmissão 1121 permuta informação, tal como informação em formatos suportados, com um parceiro de comunicações através da unidade de comunicação 1120 para estabelecer a comunicação com o parceiro de comunicações.

[0331] O transmissor de dados 1122 transmite o mapa tridimensional 1031 para o dispositivo de cliente 902. O mapa tridimensional 1031 são dados que incluem uma nuvem de pontos, tal como um WLD ou um SWLD. O mapa tridimensional 1031 pode incluir um dentre os dados comprimidos e os dados não comprimidos.

[0332] Um fluxo operacional do dispositivo de cliente 902 será descrito a seguir. A figura 31 é um fluxograma de uma operação quando o dispositivo de cliente 902 obtém o mapa tridimensional.

[0333] O dispositivo de cliente 902 primeiro solicita que o servidor 901 transmita o mapa tridimensional (nuvem de pontos etc.) (S1001). Nesse momento, pela transmissão também da informação de posição do dispositivo de cliente 902, obtida através do GPS e similares, o dispositivo de cliente 902 também pode solicitar que o servidor 901 transmita um mapa tridimensional referente a essa informação de posição.

[0334] O dispositivo de cliente 902, a seguir, recebe o mapa tridimensional do servidor 901 (S1002). Quando o mapa tridimensional recebido são dados comprimidos, o dispositivo de cliente 902 decodifica o mapa tridimensional recebido e gera um mapa tridimensional não comprimido (S1003).

[0335] O dispositivo de cliente 902, a seguir, cria os dados tridimensionais 1034 da área circundante do dispositivo de cliente 902, utilizando a informação de sensor 1033 obtida pelos sensores 1015 (S1004). O dispositivo de cliente 902, a seguir, estima a autolocalização do dispositivo de cliente 902 utilizando o mapa tridimensional 1032 recebido do servidor 901, e os dados tridimensionais 1034 criados, utilizando-se a informação de sensor 1033 (S1005).

[0336] A figura 32 é um fluxograma de uma operação quando o dispositivo de cliente 902 transmite a informação de sensor. O dispositivo de cliente 902 primeiro recebe uma solicitação de transmissão da informação de sensor do servidor 901 (S1011). O dispositivo de cliente 902

que recebeu a solicitação de transmissão transmite a informação de sensor 1037 para o servidor 901 (S1012). Note-se que o dispositivo de cliente 902 pode gerar a informação de sensor 1037 comprimindo cada parte da informação, utilizando um método de compressão adequado para cada parte da informação, quando a informação de sensor 1033 inclui uma pluralidade de partes de informação obtidas pelos sensores 1015.

[0337] Um fluxo operacional do servidor 901 será descrito a seguir. A figura 33 é um fluxograma de uma operação quando o servidor 901 obtém a informação de sensor. O servidor 901 primeiro solicita que o dispositivo de cliente 902 transmita a informação de sensor (S1021). O servidor 901, a seguir, recebe a informação de sensor 1037 transmitida a partir do dispositivo de cliente 902, de acordo com a solicitação (S1022). O servidor 901, a seguir, cria os dados tridimensionais 1134 utilizando a informação de sensor recebida 1037 (S1023). O servidor 901, a seguir, reflete os dados tridimensionais criados 1134 no mapa tridimensional 1135 (S1024).

[0338] A figura 34 é um fluxograma de uma operação quando o servidor 901 transmite o mapa tridimensional. O servidor 901 primeiro recebe uma solicitação de transmissão do mapa tridimensional a partir do dispositivo de cliente 902 (S1031). O servidor 901 que recebeu a solicitação de transmissão do mapa tridimensional transmite o mapa tridimensional para o dispositivo de cliente 902 (S1032). Nesse momento, o servidor 901 pode extrair um mapa tridimensional de uma proximidade do dispositivo de cliente 902 juntamente com a informação de posição do dispositivo de cliente 902, e transmitir o mapa tridimensional extraído. O servidor 901 pode comprimir o mapa tridimensional formado por uma nuvem de pontos utilizando, por exemplo, um método de compressão de estrutura tipo “octree”, e transmitir o mapa tridimensional comprimido.

[0339] Doravante, variações da presente modalidade serão descritas.

[0340] O servidor 901 cria os dados tridimensionais 1134 de uma proximidade de uma posição do dispositivo de cliente 902 utilizando a informação de sensor 1037 recebida do dispositivo de cliente 902. O servidor 901, a seguir, calcula uma diferença entre os dados tridimensionais 1134 e o mapa tridimensional 1135, pela combinação dos dados tridimensionais criados 1134 com o mapa tridimensional 1135 da mesma área gerenciada pelo servidor 901. O servidor 901 determina que um tipo de anomalia ocorreu na área circundante ao dispositivo de cliente 902, quando a diferença for superior a ou igual a um limite pre-determinado. Por exemplo, é concebível que uma grande diferença ocorra entre o mapa tridimensional 1135 gerenciado pelo servidor 901, e os dados tridimensionais 1134 criados com base na informação de sensor 1037, quando a subsidência de solo e similares ocorrem, devido a um desastre natural, tal como um terremoto.

[0341] Informação do sensor 1037 pode incluir informação que inclui indicar pelo menos um dentre um tipo de sensor, um desempenho de sensor, e um número de modelo de sensor. A informação de sensor 1037 também pode ser anexada a um ID de classe e similares, de acordo com o desempenho de sensor. Por exemplo, quando a informação de sensor 1037 é obtida pelo LiDAR, é concebível se designar identificadores para desempenho de sensor. Um sensor capaz de obter informação com precisão em unidades de vários milímetros é de classe 1, um sensor capaz de obter informação com precisão em unidades de vários centímetros é de classe 2, e um sensor capaz de obter informação com precisão em unidades de vários metros é de classe 3. O servidor 901 pode estimar a informação de desempenho de sensor, e similares, a partir de um número de modelo de dispositivo de cliente 902. Por exemplo, quando o dispositivo de cliente 902 é equipado em um

veículo, um servidor 901 pode determinar a informação de especificação de sensor a partir de um tipo de veículo. Nesse caso, o servidor 901 pode obter informação do tipo de veículo antecipadamente, e a informação também pode ser incluída na informação de sensor. O servidor 901 pode alterar um grau de correção com relação aos dados tridimensionais 1134 criados utilizando informação de sensor 1037, utilizando a informação de sensor obtida 1037. Por exemplo, quando o desempenho de sensor tem alta precisão (classe 1), o servidor 901 não corrige os dados tridimensionais 1134. Quando o desempenho de sensor tem baixa precisão (classe 3), o servidor 901 corrige os dados tridimensionais 1134, de acordo com a precisão do sensor. Por exemplo, o servidor 901 aumenta o grau (intensidade) de correção com uma redução na precisão do sensor.

[0342] O servidor 901 pode, simultaneamente, enviar a solicitação de transmissão da informação de sensor para a pluralidade de dispositivos de cliente 902 em um espaço determinado. O servidor 901 não precisa utilizar toda a informação de sensor para criar os dados tridimensionais 1134 e pode, por exemplo, selecionar a informação de sensor a ser utilizada, de acordo com o desempenho de sensor, quando recebe uma pluralidade de partes de informação de sensor a partir da pluralidade de dispositivos de cliente 902. Por exemplo, quando da atualização do mapa tridimensional 1135, o servidor 901 pode selecionar a informação de sensor de alta precisão (classe 1), dentre a pluralidade recebida de partes da informação de sensor, e criar os dados tridimensionais 1134 utilizando a informação de sensor selecionada.

[0343] O servidor 901 não está limitado apenas a ser um servidor, tal como um sistema de monitoramento de tráfego com base em nuvem, e também pode ser outro dispositivo de cliente (montado em veículo). A figura 35 é um diagrama de uma estrutura de sistema nesse caso.

[0344] Por exemplo, o dispositivo de cliente 902C envia uma solicitação de transmissão de informação de sensor para o dispositivo de cliente 902A localizado perto, e obtém a informação de sensor do dispositivo de cliente 902A. O dispositivo de cliente 902C, então, cria os dados tridimensionais utilizando a informação de sensor obtida a partir do dispositivo de cliente 902A, e atualiza um mapa tridimensional do dispositivo de cliente 902C. Isso permite que o dispositivo de cliente 902C gere um mapa tridimensional de um espaço, que pode ser obtido a partir do dispositivo de cliente 902A, e utilize completamente o desempenho do dispositivo de cliente 902C. Por exemplo, tal caso é concebível quando o dispositivo de cliente 902C apresenta um alto desempenho.

[0345] Nesse caso, o dispositivo de cliente 902A que forneceu a informação de sensor recebe direitos de obtenção do mapa tridimensional de alta precisão gerado pelo dispositivo de cliente 902C. O dispositivo de cliente 902A recebe o mapa tridimensional de alta precisão do dispositivo de cliente 902C, de acordo com esses direitos.

[0346] O servidor 901 pode enviar a solicitação de transmissão da informação de sensor para a pluralidade de dispositivos de cliente 902 (o dispositivo de cliente 902A e o dispositivo de cliente 902B) localizados perto do dispositivo de cliente 902C. Quando um sensor do dispositivo de cliente 902A, ou do dispositivo de cliente 902B, tem alto desempenho, o dispositivo de cliente 902C é capaz de criar os dados tridimensionais utilizando a informação de sensor obtida por esse sensor de alto desempenho.

[0347] A figura 36 é um diagrama em bloco ilustrando uma estrutura de funcionalidade do servidor 901 e do dispositivo de cliente 902. O servidor 901 inclui, por exemplo, o processador de compressão/decodificação de mapa tridimensional 1201 que comprime e decodifica o mapa tridimensional, e o processador de compressão/decodificação de infor-

mação de sensor 1202 que comprime e decodifica a informação de sensor.

[0348] O dispositivo de cliente 902 inclui o processador de decodificação de mapa tridimensional 1211 e o processador de compressão de informação de sensor 1212. O processador de decodificação de mapa tridimensional 1211 recebe os dados codificados do mapa tridimensional comprimido, decodifica os dados codificados, e obtém o mapa tridimensional. O processador de compressão de informação de sensor 1212 comprime a informação de sensor propriamente dita, em vez dos dados tridimensionais criados, utilizando a informação de sensor obtida, e transmite os dados codificados da informação de sensor comprimidos para o servidor 901. Com essa estrutura, o dispositivo de cliente 902 não precisa armazenar internamente um processador que realiza um processo para compressão de dados tridimensionais do mapa tridimensional (nuvem de pontos, etc.), desde que o dispositivo de cliente 902 armazene internamente um processador que realiza um processo para decodificação do mapa tridimensional (nuvem de pontos, etc.). Isso possibilita a limitação de custos, consumo de energia, e similares, do dispositivo de cliente 902.

[0349] Como mencionado acima, o dispositivo de cliente 902, de acordo com a presente modalidade, é equipado no objeto móvel, e cria dados tridimensionais 1034 de uma área circundante do objeto móvel, utilizando a informação de sensor 1033, que é obtida através do sensor 1015 equipado no objeto móvel, e indica uma condição circundante do objeto móvel. O dispositivo de cliente 902 estima uma autolocalização do objeto móvel utilizando os dados tridimensionais criados 1034. O dispositivo de cliente 902 transmite a informação de sensor obtida 1033 para o servidor 901 ou outro objeto móvel.

[0350] Isso permite que o dispositivo de cliente 902 transmita a informação de sensor 1033 para o servidor 901 ou similar. Isso possibilita

a redução adicional da quantidade de dados de transmissão em comparação com a transmissão dos dados tridimensionais. Visto que não há necessidade de o dispositivo de cliente 902 realizar os processos, tal como compressão ou codificação de dados tridimensionais, é possível se reduzir a quantidade de processamento do dispositivo de cliente 902. Como tal, o dispositivo de cliente 902 pode reduzir a quantidade de dados a ser transmitida ou simplificar a estrutura do dispositivo.

[0351] O dispositivo de cliente 902 transmite, adicionalmente, a solicitação de transmissão do mapa tridimensional para o servidor 901 e recebe o mapa tridimensional 1031 do servidor 901. Na estimativa de autolocalização, o dispositivo de cliente 902 estima a autolocalização utilizando os dados tridimensionais 1034 e o mapa tridimensional 1032.

[0352] A informação de sensor 1034 inclui pelo menos uma dentre a informação obtida por um sensor de laser, uma imagem de luminescência, uma imagem de infravermelho, uma imagem de profundidade, uma informação de posição de sensor, ou informação de velocidade de sensor.

[0353] A informação de sensor 1033 inclui a informação que indica um desempenho do sensor.

[0354] O dispositivo de cliente 902 codifica ou comprime a informação de sensor 1033, e na transmissão da informação de sensor, transmite a informação de sensor 1037, que foi codificada ou comprimida, para o servidor 901 ou outro objeto móvel 902. Isso permite que o dispositivo de cliente 902 reduza a quantidade de dados a ser transmitida.

[0355] Por exemplo, o dispositivo de cliente 902 inclui um processador e uma memória. O processador realiza os processos acima utilizando a memória.

[0356] O servidor 901, de acordo com a presente modalidade, é capaz de comunicar com o dispositivo de cliente 902 equipado no objeto móvel, e recebe informação de sensor 1037, que é obtida através do

sensor 1015 equipado no objeto móvel, e indica uma condição circundante do objeto móvel. O servidor 901 cria os dados tridimensionais 1134 de uma área circundante do objeto móvel utilizando a informação de sensor recebida 1037.

[0357] Com isso, o servidor 901 cria os dados tridimensionais 1134 utilizando a informação de sensor 1037 transmitida a partir do dispositivo de cliente 902. Isso possibilita a redução adicional da quantidade de dados de transmissão em comparação com quando o dispositivo de cliente 902 transmite os dados tridimensionais. Visto que não há necessidade de o dispositivo de cliente 902 realizar processos, tal como compressão ou codificação dos dados tridimensionais, é possível se reduzir a quantidade de processamento do dispositivo de cliente 902. Como tal, o servidor 901 é capaz de reduzir a quantidade de dados a ser transmitida ou simplificar a estrutura do dispositivo.

[0358] O servidor 901 transmite, adicionalmente, uma solicitação de transmissão da informação de sensor para o dispositivo de cliente 902.

[0359] O servidor 901 atualiza, adicionalmente, o mapa tridimensional 1135 utilizando os dados tridimensionais criados 1134, e transmite o mapa tridimensional 1135 para o dispositivo de cliente 902, em resposta à solicitação de transmissão de mapa tridimensional 1135 do dispositivo de cliente 902.

[0360] A informação de sensor 1037 inclui pelo menos uma dentre a informação obtida por um sensor de laser, uma imagem de luminescência, uma imagem de infravermelho, uma imagem de profundidade, uma informação da posição do sensor, ou uma informação da velocidade do sensor.

[0361] A informação do sensor 1037 inclui a informação que indica um desempenho do sensor.

[0362] O servidor 901 corrige, adicionalmente, os dados tridimensi-

onais, de acordo com o desempenho do sensor. Isso permite que o método de criação de dados tridimensionais aperfeiçoe a qualidade dos dados tridimensionais.

[0363] No recebimento da informação de sensor, o servidor 901 recebe uma pluralidade de partes de informação de sensor 1037 recebidas a partir de uma pluralidade de dispositivos de cliente 902, e seleciona a informação de sensor 1037 a ser utilizada na criação de dados tridimensionais 1134, com base em uma pluralidade de partes de informação que indicam, cada uma, o desempenho do sensor incluído na pluralidade de partes de informação de sensor 1037. Isso permite que o servidor 901 aperfeiçoe a qualidade dos dados tridimensionais 1134.

[0364] O servidor 901 decodifica ou descomprime a informação de sensor recebida 1037, e cria os dados tridimensionais 1134 utilizando a informação de sensor 1132 que foi decodificada ou descomprimida. Isso permite que o servidor 901 reduza a quantidade de dados a ser transmitida.

[0365] Por exemplo, o servidor 901 inclui um processador e uma memória. O processador realiza os processos acima utilizando a memória.

Modalidade 7

[0366] Na presente modalidade, os métodos de codificação e decodificação de dados tridimensionais, utilizando um processo de interpretação, serão descritos.

[0367] A figura 37 é um diagrama em bloco do dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300, de acordo com a presente modalidade. Esse dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera uma sequência de bits codificada (doravante, também simplesmente referida como uma sequência de bits), que é um sinal codificado pela codificação de dados tridimensionais. Como ilustrado na figura 37,

o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 inclui um divisor 1301, um subtraidor 1302, um transformador 1303, um quantizador 1304, um quantizador inverso 1305, um transformador inverso 1306, um somador 1307, uma memória de volume de referência 1308, um intraprevisor 1309, uma memória de espaço de referência 1310, um interprevisor 1311, um controlador de previsão 1312 e um codificador por entropia 1313.

[0368] O divisor 1301 divide uma pluralidade de volumes (VLMs), que são unidades de codificação de cada espaço (SPC) incluídos nos dados tridimensionais. O divisor 1301 realiza uma representação tipo “octree” (transforma em uma “octree”) dos “voxels” em cada volume. Note-se que o divisor 1301 pode transformar os espaços em uma representação tipo “octree” com os espaços possuindo o mesmo tamanho que os volumes. O divisor 1301 também pode anexar a informação (informação de profundidade etc.), necessária para se criar a representação tipo “octree”, a um cabeçalho, e similares, de uma sequência de bits.

[0369] O subtraidor 1302 calcula uma diferença entre um volume (interprevisor alvo de codificação) enviado pelo divisor 1301 e um volume previsto, gerado através da intraprevisão ou interprevisão, que serão descritos posteriormente, e envia a diferença calculada para o transformador 1303 como um residual de previsão. A figura 38 é um diagrama ilustrando um cálculo ilustrativo do residual de previsão. Note-se que as sequências de bits do volume alvo de codificação e do volume previsto ilustradas no presente documento são, por exemplo, a informação de posição que indica as posições dos pontos tridimensionais incluídos nos volumes.

[0370] Doravante, uma ordem de digitalização de uma representação tipo “octree” e de “voxels”, será descrita. Um volume é codificado depois de ser convertido em uma estrutura tipo “octree” (transformado

em uma “octree”). A estrutura tipo “octree” inclui nós e folhas. Cada nó possui oito nós ou folhas, e cada folha possui informação de “voxel” (VXL). A figura 39 é um diagrama ilustrando uma estrutura ilustrativa de um volume incluindo “voxels”. A figura 40 é um diagrama ilustrando um exemplo do volume, ilustrado na figura 39, tendo sido convertido na estrutura tipo “octree”. Dentre as folhas ilustradas na figura 40, as folhas 1, 2 e 3, respectivamente, representam VXL 1, VXL 2 e VXL 3, e representam VXLs incluindo um grupo de pontos (doravante, VXLs ativos).

[0371] Uma “octree” é representada, por exemplo, por sequências binárias de 1 e 0. Por exemplo, quando fornecendo aos nós ou VXLs ativos um valor igual a 1, e ao resto todo um valor igual a 0, cada nó e folha recebe a sequência binária ilustrada na figura 40. Dessa forma, essa sequência binária é digitalizada de acordo com uma ordem de digitalização de largura primeiro, ou profundidade primeiro. Por exemplo, quando da digitalização de largura primeiro, a sequência binária, ilustrada por A na figura 41, é obtida. Quando da digitalização da profundidade primeiro, a sequência binária, ilustrada por B na figura 41, é obtida. As sequências binárias obtidas através dessa digitalização são codificadas através de codificação por entropia, o que reduz uma quantidade de informação.

[0372] A informação de profundidade da representação tipo “octree” será descrita a seguir. A profundidade na representação tipo “octree” é utilizada a fim de controlar até que nível de detalhamento uma informação de nuvem de pontos em um volume é armazenada. Depois de configurar uma profundidade grande, é possível se reproduzir a informação de nuvem de pontos para um nível mais preciso, mas, uma quantidade de dados para representar os nós e folhas, aumenta. Depois de configurar uma profundidade pequena, no entanto, a quantidade de dados diminui, mas parte da informação, que a informação de nuvem de pontos detinha originalmente, é perdida, visto que partes da informação de

nuvem de pontos, incluindo posições diferentes e cores diferentes, são, agora, consideradas partes da informação de nuvem de pontos, incluindo a mesma posição e a mesma cor.

[0373] Por exemplo, a figura 42 é um diagrama ilustrando um exemplo no qual a “octree” com uma profundidade igual a 2, ilustrada na figura 40, é representada com uma profundidade igual a 1. A “octree” ilustrada na figura 42 possui uma quantidade inferior de dados à “octree” ilustrada na figura 40. Em outras palavras, a “octree” binarizada, ilustrada na figura 42, possui uma contagem de bit inferior à “octree” ilustrada na figura 40. A folha 1 e a folha 2, ilustradas na figura 40, são representadas pela folha 1 ilustrada na figura 41. Em outras palavras, a informação da folha 1 e da folha 2 estando em posições diferentes é perdida.

[0374] A figura 43 é um diagrama ilustrando um volume que corresponde à “octree” ilustrada na figura 42. VXL 1 e VXL 2, ilustrados na figura 39, correspondem a VXL 12 ilustrado na figura 43. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera informação de cor de VXL 12, ilustrado na figura 43, utilizando a informação de cor de VXL 1 e VXL 2, ilustrados na figura 39. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 calcula um valor médio, um mediano, um valor médio ponderado, ou similares, da informação de cor de VXL 1 e VXL 2, como a informação de cor de VXL 12. Dessa forma, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode controlar uma redução da quantidade de dados, pela alteração da profundidade de “octree”.

[0375] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode configurar a informação de profundidade da “octree” para unidades de mundos, unidades de espaços, ou unidades de volumes. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 podem anexar a informação de profundidade à informação de cabeçalho do

mundo, à informação de cabeçalho do espaço, ou à informação de cabeçalho do volume. Em todos os mundos, espaços e volumes associados a tempos diferentes, o mesmo valor pode ser utilizado como a informação de profundidade. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar a informação de profundidade à informação de cabeçalho que gerencia os mundos associados a todos os tempos.

[0376] Quando a informação de cor é incluída nos “voxels”, o transformador 1303 aplica a transformação de frequência, por exemplo, transformação ortogonal, a um residual de previsão da informação de cor dos “voxels” no volume. Por exemplo, o transformador 1303 cria um conjunto unidimensional pela digitalização do residual de previsão em uma ordem de digitalização determinada. Subsequentemente, o transformador 1303 transforma o conjunto unidimensional em um domínio de frequência pela aplicação da transformação ortogonal unidimensional ao conjunto unidimensional criado. Com isso, quando um valor do residual de previsão no volume é similar, um valor de um componente de baixa frequência aumenta e um valor de um componente de baixa frequência diminui. Como tal, é possível se reduzir, de forma mais eficiente, uma quantidade de codificação no quantizador 1304.

[0377] O transformador 1303 não precisa utilizar a transformação ortogonal em uma dimensão, mas também pode utilizar a transformação ortogonal em duas ou mais dimensões. Por exemplo, o transformador 1303 mapeia o residual de previsão para um conjunto bidimensional em uma ordem de digitalização determinada, e aplica a transformação ortogonal bidimensional ao conjunto bidimensional obtido. O transformador 1303 pode selecionar um método de transformação ortogonal a ser utilizado a partir de uma pluralidade de métodos de transformação ortogonal. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensional 1300 anexa, à sequência de bits, a informação que indica qual método

de transformação ortogonal é utilizado. O transformador 1303 pode selecionar um método de transformação ortogonal a ser utilizado a partir de uma pluralidade de métodos de transformação ortogonal em dimensões diferentes. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 anexa, à sequência de bits, em quantas dimensões o método de transformação ortogonal é utilizado.

[0378] Por exemplo, o transformador 1303 combina a ordem de digitalização do residual de previsão a uma ordem de digitalização (largura primeiro, profundidade primeiro, ou similares) na “octree” no volume. Isso possibilita a redução de sobrecarga, visto que a informação que indica a ordem de digitalização do residual de previsão não precisa ser anexada à sequência de bits. O transformador 1303 pode aplicar uma ordem de digitalização diferente da ordem de digitalização da “octree”. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 anexa, à sequência de bits, a informação que indica a ordem de digitalização do residual de previsão. Isso permite que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 codifique, de forma eficiente, o residual de previsão. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à sequência de bits, informação (indicador, etc.) indicando se aplica a ordem de digitalização da “octree”, e também pode anexar, à sequência de bits, a informação que indica a ordem de digitalização do residual de previsão quando a ordem de digitalização da “octree” não é aplicada.

[0379] O transformador 1303 não apenas transforma o residual de previsão da informação de cor, mas também pode transformar outra informação de atributo incluída nos “voxels”. Por exemplo, o transformador 1303 pode transformar e codificar informação, tal como informação de refletância, obtida quando da obtenção de uma nuvem de pontos através do LiDAR e similares.

[0380] O transformador 1303 pode pular esses processos quando

os espaços não incluem a informação de atributo, tal como a informação de cor. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à sequência de bits, a informação (indicador) que indica se pula os processos do transformador 1303.

[0381] O quantizador 1304 gera um coeficiente quantizado pela realização da quantização, utilizando um parâmetro de controle de quantização em um componente de frequência do residual de previsão gerado pelo transformador 1303. Com isso, a quantidade de informação é adicionalmente reduzida. O coeficiente quantizado gerado é enviado para o codificador por entropia 1313. O quantizador 1304 pode controlar o parâmetro de controle de quantização em unidades de mundos, unidades de espaços ou unidades de volumes. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 anexa o parâmetro de controle de quantização a cada informação de cabeçalho, e similares. O quantizador 1304 pode realizar o controle de quantização pela alteração de um peso por componente de frequência do residual de previsão. Por exemplo, o quantizador 1304 pode quantizar com precisão um componente de baixa frequência e quantizar de forma aproximada um componente de alta frequência. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, a um cabeçalho, um parâmetro que expresse um peso de cada componente de frequência.

[0382] O quantizador 1304 pode pular esses processos quando os espaços não incluem informação de atributo, tal como informação de cor. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à sequência de bits, a informação (indicador) que indica se pula o processo do quantizador 1304.

[0383] O quantizador inverso 1305 gera um coeficiente quantizado inverso do residual de previsão pela realização da quantização inversa no coeficiente quantizado gerado pelo quantizador 1304, utilizando o parâmetro de controle de quantização, e envia o coeficiente quantizado

inverso gerado para o transformador inverso 1306.

[0384] O transformador inverso 1306 gera um residual de previsão aplicado por transformação inversa, pela aplicação da transformação inversa ao coeficiente quantizado inverso gerado pelo quantizador inverso 1305. Esse residual de previsão aplicado por transformação inversa não precisa coincidir completamente com o residual de previsão enviado pelo transformador 1303, visto que o residual de previsão aplicado por transformação inversa é um residual de previsão que é gerado após a quantização.

[0385] O somador 1307 soma, para gerar um volume reconstruído, (i) o residual de previsão aplicado por transformação inversa gerado pelo transformador inverso 1306 a (ii) um volume previsto que é gerado através da intraprevisão ou da interprevisão, que serão descritas posteriormente, e é utilizado para gerar um residual de previsão pré-quantizado. Esse volume reconstruído é armazenado na memória de volume de referência 1308 ou memória de espaço de referência 1310.

[0386] O intraprevisor 1309 gera um volume previsto de um volume alvo de codificação utilizando a informação de atributo de um volume vizinho armazenado na memória de volume de referência 1308. A informação de atributo inclui a informação de cor ou uma refletância de “voxels”. O intraprevisor 1309 gera um valor previsto de informação de cor ou uma refletância do volume alvo de codificação.

[0387] A figura 44 é um diagrama para descrever uma operação do intraprevisor 1309. Por exemplo, o intraprevisor 1309 gera o volume previsto do volume alvo de codificação (idx de volume = 3), ilustrado na figura 44, utilizando um volume vizinho (idx de volume = 0). O idx de volume no presente documento é a informação de identificador que é anexada a um volume em um espaço, e um valor diferente é designado para cada volume. Uma ordem de designação de idx de volume pode ser igual a uma ordem de codificação e também pode ser diferente da

ordem de codificação. Por exemplo, o intraprevisor 1309 utiliza um valor médio de informação de cor de “voxels” incluído no idx de volume = 0, que é um volume vizinho, como o valor previsto da informação de cor do volume alvo de codificação ilustrado na figura 44. Nesse caso, um residual de previsão é gerado pela dedução do valor previsto da informação de cor a partir da informação de cor de cada “voxel” incluído no volume alvo de codificação. Os processos a seguir são realizados pelo transformador 1303 e processadores subsequentes com relação a esse residual de previsão. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 anexa, à sequência de bits, a informação do volume vizinho e a informação do modo de previsão. A informação do volume vizinho, no presente documento, é a informação que indica um volume vizinho utilizado na previsão, e indica, por exemplo, o idx de volume do volume vizinho utilizado na previsão. A informação do modo de previsão, no presente documento, indica um modo utilizado para gerar o volume previsto. O modo é, por exemplo, um modo de valor médio no qual o valor previsto é gerado, utilizando um valor médio de “voxels” no volume vizinho, ou um modo mediano no qual o valor previsto é gerado utilizando o mediano de “voxels” no volume vizinho.

[0388] O intraprevisor 1309 pode gerar o volume previsto utilizando uma pluralidade de volumes vizinhos. Por exemplo, na estrutura ilustrada na figura 44, o intraprevisor 1309 gera o volume previsto 0 utilizando um volume com idx de volume = 0, e gera o volume previsto 1 utilizando um volume com idx de volume = 1. O intraprevisor 1309, então, gera uma média do volume previsto 0 e do volume previsto 1 como um volume previsto final. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à sequência de bits, uma pluralidade de idx de volumes dentre uma pluralidade de volumes utilizados para gerar o volume previsto.

[0389] A figura 45 é um diagrama que ilustra, de forma esquemática, o processo de interprevisão de acordo com a presente modalidade. O interprevisor 1311 codifica (interprevê) um espaço (SPC) associado a um tempo determinado T_{Cur} utilizando um espaço codificado associado a um tempo diferente T_{LX} . Nesse caso, o interprevisor 1311 realiza um processo de codificação pela aplicação de um processo de rotação e translação ao espaço codificado associado ao tempo diferente T_{LX} .

[0390] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 anexa, à sequência de bits, a informação RT referente a um processo de rotação e translação adequadas ao espaço associado ao tempo diferente T_{LX} . O tempo diferente T_{LX} é, por exemplo, o tempo T_{L0} antes do tempo determinado T_{Cur} . Nesse ponto, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à sequência de bits, a informação RT RT_{L0} referente a um processo de rotação e translação adequado a um espaço associado ao tempo T_{L0} .

[0391] Alternativamente, o tempo diferente T_{LX} é, por exemplo, o tempo T_{L1} depois do tempo determinado T_{Cur} . Nesse ponto, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à sequência de bits, a informação RT, RT_{L1} , referente a um processo de rotação e translação adequado a um espaço associado ao tempo T_{L1} .

[0392] Alternativamente, o interprevisor 1311 codifica (previsão bidirecional), com referência aos espaços associados ao tempo T_{L0} e ao tempo T_{L1} , que diferem um do outro. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à sequência de bits, ambas a informação RT, RT_{L0} , e a informação RT, RT_{L1} , referentes ao processo de rotação e translação adequado aos espaços das mesmas.

[0393] Note-se que T_{L0} foi descrito como estando antes de T_{Cur}

e T_L1 como estando depois de T_Cur, mas não estão necessariamente limitados a isso. Por exemplo, T_L0 e T_L1 podem, ambos, estar antes de T_Cur. T_L0 e T_L1 também podem estar, ambos, depois de T_Cur.

[0394] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à sequência de bits, a informação RT referente a um processo de rotação e translação adequado a espaços associados a tempos diferentes, quando da codificação com referência a cada um dos espaços. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gerencia uma pluralidade de espaços codificados a serem referidos, utilizando-se duas listas de referência (lista L0 e lista L1). Quando um primeiro espaço de referência na lista L0 é L0R0, um segundo espaço de referência na lista L0 é L0R1, um primeiro espaço de referência na lista L1 é L1R0, e um segundo espaço de referência na lista L1 é L1R1, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 anexa, à sequência de bits, a informação RT, RT_L0R0 de L0R0, a informação RT, RT_L0R1 de L0R1, a informação RT, RT_L1R0, de L1R0, e a informação RT, RT_L1R1, de L1R1. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 anexa essas partes de informação RT a um cabeçalho, e similares, da sequência de bits.

[0395] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 determina se aplica a rotação e translação por espaço de referência, quando da codificação com referência aos espaços de referência associados a tempos diferentes. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar, à informação de cabeçalho, e similares, da sequência de bits, a informação (indicador RT etc.) que indica se a rotação e translação são aplicadas por espaço de referência. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 calcula a informação RT e um valor de erro de Ponto Mais Próximo Iterativo (ICP), utilizando um algoritmo ICP por espaço de referência, a

ser referido a partir do espaço alvo de codificação. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 determina que a rotação e a translação não precisam ser realizadas e configura o indicador RT para DESLIGADO, quando o valor de erro ICP é inferior a ou igual a um valor fixo predeterminado. Em contraste, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 configura o indicador RT para LIGADO e anexa a informação RT à sequência de bits, quando o valor de erro ICP excede o valor fixado acima.

[0396] A figura 46 é um diagrama ilustrando uma sintaxe ilustrativa a ser anexada a um cabeçalho da informação RT e indicador RT. Note-se que uma contagem de bit designada para cada sintaxe pode ser decidida com base em uma faixa dessa sintaxe. Por exemplo, quando oito espaços de referência são incluídos na lista de referência L0, 3 bits podem ser designados para MaxRefSpc_10. A contagem de bit a ser designada pode ser variável, de acordo com um valor que cada sintaxe pode ter, e também pode ser fixa independentemente do valor que cada sintaxe pode ter. Quando a contagem de bit a ser designada é fixa, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode anexar essa contagem de bit fixa a outra informação de cabeçalho.

[0397] MaxRefSpc_10 ilustrada na figura 46 indica um número de espaços de referência incluídos na lista de referência L0. RT_flag_10[i] é um indicador RT do espaço de referência i na lista de referência L0. Quando RT_flag_10[i] é igual a 1, a rotação e a translação são aplicadas ao espaço de referência i. Quando RT_flag_10[i] é igual a 0, a rotação e translação não são aplicadas ao espaço de referência i.

[0398] R_10[i] e T_10[i] são informação RT do espaço de referência i na lista de referência L0. R_10[i] é a informação de rotação do espaço de referência i na lista de referência L0. A informação de rotação indica o conteúdo do processo de rotação aplicado, e é, por exemplo, uma

matriz de rotação ou um “quaternion”. $T_{10}[i]$ é a informação de translação do espaço de referência i na lista de referência $L0$. A informação de translação indica o conteúdo do processo de translação aplicado, e é, por exemplo, um vetor de translação.

[0399] $MaxRefSpc_{11}$ indica um número de espaços de referência incluídos na lista de referência $L1$. $RT_flag_{11}[i]$ é um indicador RT do espaço de referência i na lista de referência $L1$. Quando $RT_flag_{11}[i]$ é igual a 1, a rotação e a translação são aplicadas ao espaço de referência i . Quando $RT_flag_{11}[i]$ é igual a 0, a rotação e translação não são aplicadas ao espaço de referência i .

[0400] $R_{11}[i]$ e $T_{11}[i]$ são, então, a informação RT do espaço de referência i na lista de referência $L1$. $R_{11}[i]$ é a informação de rotação do espaço de referência i na lista de referência $L1$. A informação de rotação indica o conteúdo do processo de rotação aplicado, e é, por exemplo, uma matriz de rotação ou um “quaternion”. $T_{11}[i]$ é a informação de translação do espaço de referência i na lista de referência $L1$. A informação de translação indica o conteúdo do processo de translação aplicado e é, por exemplo, um vetor de translação.

[0401] O interprevisor 1311 gera o volume previsto de volume alvo de codificação utilizando a informação em um espaço de referência codificado, armazenado na memória de espaço de referência 1310. Como notado acima, antes da geração do volume previsto do volume alvo de codificação, o interprevisor 1311 calcula a informação RT em um espaço alvo de codificação e um espaço de referência utilizando um algoritmo ICP, a fim de abordar uma relação de posição geral entre o espaço alvo de codificação e o espaço de referência. O intraprevisor 1311, então, obtém o espaço de referência B pela aplicação de um processo de rotação e translação ao espaço de referência utilizando a informação RT calculada. Subseqüentemente, o interprevisor 1311 gera o volume pre-

visto de volume alvo de codificação no espaço alvo de codificação utilizando a informação no espaço de referência B.

[0402] Dessa forma, o interprevisor 1311 pode aperfeiçoar a precisão do volume previsto pela geração do volume previsto utilizando a informação do espaço de referência, depois de abordar a relação de posição geral entre o espaço alvo de codificação e o espaço de referência, pela aplicação de um processo de rotação e translação ao espaço de referência. É possível se reduzir a quantidade de codificação, visto que é possível se limitar o residual de previsão. Note-se que um exemplo foi descrito no qual o ICP é realizado utilizando o espaço alvo de codificação e o espaço de referência, mas não está necessariamente limitado a isso. Por exemplo, o interprevisor 1311 pode calcular a informação RT pela realização de ICP, utilizando pelo menos um dentre (i) um espaço alvo de codificação, no qual uma contagem de “voxel” ou nuvem de pontos é reduzida, ou (ii) um espaço de referência, no qual uma contagem de “voxel” ou nuvem de pontos é reduzida, a fim de se reduzir a quantidade de processamento.

[0403] Quando o valor de erro ICP, obtido como resultado do ICP, for menor do que um primeiro limite predeterminado, isso é, quando, por exemplo, a relação de posição entre o espaço alvo de codificação e o espaço de referência for similar, o interprevisor 1311 determina que um processo de rotação e translação não é necessário, e o processo de rotação e translação não precisa ser realizado. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode controlar a sobrecarga, não anexando a informação RT à sequência de bits.

[0404] Quando o valor de erro ICP for maior do que um segundo limite predeterminado, o interprevisor 1311 determina que uma mudança de formato entre os espaços é grande, e a intraprevisão pode ser aplicada a todos os volumes do espaço alvo de codificação. Doravante,

espaços aos quais a intraprevisão é aplicada serão referidos como intraespaços. O segundo limite é superior ao primeiro limite acima. A presente modalidade não está limitada a ICP, e qualquer tipo de método pode ser utilizado desde que o método calcule a informação RT utilizando dois conjuntos de “voxel” e dois conjuntos de nuvens de pontos.

[0405] Quando a informação de atributo, por exemplo, informação de formato ou cor, é incluída nos dados tridimensionais, o interprevisor 1311 busca, por exemplo, por um volume cuja informação de atributo, por exemplo, informação de formato ou cor, seja mais similar ao volume alvo de codificação no espaço de referência, como o volume previsto do volume alvo de codificação no espaço alvo de codificação. Esse espaço de referência é, por exemplo, um espaço de referência no qual o processo de rotação e translação acima foi realizado. O interprevisor 1311 gera o volume previsto utilizando o volume (volume de referência) obtido através da busca. A figura 47 é um diagrama para descrever uma operação de geração do volume previsto. Quando da codificação do volume alvo de codificação (idx de volume = 0), ilustrado na figura 47, utilizando a interprevisão, o interprevisor 1311 busca um volume com um menor residual de previsão, que é a diferença entre o volume alvo de codificação e o volume de referência, enquanto digitaliza, sequencialmente, o volume de referência no espaço de referência. O interprevisor 1311 seleciona o volume com menor residual de previsão como o volume previsto. Os residuais de previsão do volume alvo de codificação e do volume previsto são codificados através de processos realizados pelo transformador 1303 e processadores subsequentes. O residual de previsão, no presente documento, é uma diferença entre a informação de atributo do volume alvo de codificação e a informação de atributo do volume previsto. O dispositivo de codificação de dados tridimensional 1300 anexa, ao cabeçalho, e similares, da sequência de bits, o idx de

volume, do volume de referência no espaço de referência, como o volume previsto.

[0406] No exemplo ilustrado na figura 47, o volume de referência com $\text{idx de volume} = 4$ do espaço de referência L0R0 é selecionado como o volume previsto do volume alvo de codificação. Os residuais de previsão do volume alvo de codificação e volume de referência, e o $\text{idx de volume de referência} = 4$ são, então, codificados e anexados à sequência de bits.

[0407] Note-se que um exemplo foi descrito, no qual o volume previsto da informação de atributo é gerado, mas o mesmo processo pode ser aplicado ao volume previsto da informação de posição.

[0408] O controlador de previsão 1312 controla se codifica o volume alvo de codificação utilizando a intraprevisão ou a interprevisão. Um modo que inclui a intraprevisão e a interprevisão é referido, no presente documento, como um modo de previsão. Por exemplo, o controlador de previsão 1312 calcula o residual de previsão quando o volume alvo de codificação é previsto utilizando-se a intraprevisão, e o residual de previsão, quando o volume alvo de codificação é previsto, utilizando-se a interprevisão, como valores de avaliação, e seleciona o modo de previsão cujo valor de avaliação é menor. Note-se que o controlador de previsão 1312 pode calcular uma quantidade de codificação real pela aplicação da transformação ortogonal, quantização e codificação por entropia ao residual de previsão da intraprevisão e o residual de previsão da interprevisão, e selecionar um modo de previsão utilizando a quantidade de codificação calculada como o valor de avaliação. A informação de sobrecarga (informação de $\text{idx de volume de referência}$ etc.), além do residual de previsão, pode ser adicionada ao valor de avaliação. O controlador de previsão 1312 pode selecionar, continuamente, a intraprevisão quando ficar decidido, antecipadamente, a codificação do espaço alvo de codificação utilizando-se o intraespaço.

[0409] O codificador por entropia 1313 gera um sinal codificado (sequência de bits codificados) pela codificação de comprimento variável do coeficiente quantizado, que é um registro realizado a partir do quantizador 1304. Para ser específico, o codificador por entropia 1313, por exemplo, binariza o coeficiente quantizado e codifica aritmeticamente o sinal binário obtido.

[0410] Um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, que decodifica o sinal codificado gerado pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300, será descrito a seguir. A figura 48 é um diagrama em bloco do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400, de acordo com a presente modalidade. Esse dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 inclui o decodificador por entropia 1401, o quantizador inverso 1402, o transformador inverso 1403, o somador 1404, a memória de volume de referência 1405, o intraprevisor 1406, a memória de espaço de referência 1407, o interprevisor 1408 e o controlador de previsão 1409.

[0411] O decodificador por entropia 1401 decodifica por comprimento variável o sinal codificado (sequência de bits codificados). Por exemplo, o decodificador por entropia 1401 gera um sinal binário pela decodificação aritmética do sinal codificado, e gera um coeficiente quantizado utilizando o sinal binário gerado.

[0412] O quantizador inverso 1402 gera um coeficiente quantizado inverso pela quantização inversa do coeficiente quantizado, registrado a partir do decodificador por entropia 1401, utilizando um parâmetro de quantização anexado à sequência de bits e similares.

[0413] O transformador inverso 1403 gera um residual de previsão pela transformação inversa do coeficiente quantizado inverso, registrado a partir do quantizador inverso 1402. Por exemplo, o transformador inverso 1403 gera o residual de previsão pela transformação orto-

gonalmente inversa do coeficiente quantizado inverso, com base na informação anexada à sequência de bits.

[0414] O somador 1404 soma, para gerar um volume reconstruído, (i) o residual de previsão gerado pelo transformador inverso 1403 a (ii) um volume previsto gerado através da intraprevisão ou interprevisão. Esse volume reconstruído é enviado como dados tridimensionais decodificados e é armazenado na memória de volume de referência 1405 ou memória de espaço de referência 1407.

[0415] O intraprevisor 1406 gera um volume previsto através da intraprevisão utilizando um volume de referência na memória de volume de referência 1405 e a informação anexada à sequência de bits. Para ser específico, o intraprevisor 1406 obtém a informação do volume vizinho (por exemplo, idx de volume) anexada à sequência de bits e a informação de modo de previsão, e gera o volume previsto através de um modo indicado pela informação de modo de previsão, utilizando um volume vizinho indicado na informação de volume vizinho. Note-se que as especificidades desses processos são iguais às dos processos mencionados acima realizados pelo intraprevisor 1309, exceto por qual informação é anexada à sequência de bits.

[0416] O interprevisor 1408 gera um volume previsto através da interprevisão, utilizando um espaço de referência na memória de espaço de referência 1407 e a informação anexada à sequência de bits. Para ser específico, o interprevisor 1408 aplica um processo de rotação e translação ao espaço de referência, utilizando a informação RT por espaço de referência anexada à sequência de bits, e gera o volume previsto utilizando o espaço de referência girado e transladado. Note-se que quando um indicador RT está presente na sequência de bits por espaço de referência, o interprevisor 1408 aplica um processo de rotação e translação ao espaço de referência, de acordo com o indicador RT. Note-se que as especificidades desses processos são iguais às dos

processos mencionados acima realizados pelo interpretador 1311, exceto pela informação anexada à sequência de bits.

[0417] O controlador de previsão 1409 controla se decodifica um volume alvo de decodificação utilizando intraprevisão ou interpresão. Por exemplo, o controlador de previsão 1409 seleciona a intraprevisão ou interpresão, de acordo com a informação que é anexada à sequência de bits e indica o modo de previsão a ser utilizado. Note-se que o controlador de previsão 1409 pode selecionar, continuamente, a intraprevisão quando ficar decidido, antecipadamente, o espaço alvo de decodificação utilizando o intraespaço.

[0418] Doravante, variações da presente modalidade serão descritas. Na presente modalidade, um exemplo foi descrito, no qual a rotação e translação são aplicadas a unidades de espaços, mas a rotação e translação podem também ser aplicadas a unidades menores. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode dividir um espaço em subespaços, e aplicar a rotação e translação a unidades de subespaços. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera informação RT por subespaço, e anexa a informação RT gerada a um cabeçalho, e similar, da sequência de bits. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 podem aplicar a rotação e translação a unidades de volumes, que é uma unidade de codificação. Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera a informação RT em unidades de volumes codificados, e anexa a informação RT gerada a um cabeçalho, e similares, da sequência de bits. O acima também pode ser combinado. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode aplicar a rotação e translação em unidades grandes e, subsequentemente, aplicar a rotação e translação a unidades pequenas. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode aplicar rotação e translação a unidades de espaços, e também

pode aplicar rotações e translações diferentes a cada um dentre uma pluralidade de volumes incluídos nos espaços obtidos.

[0419] Na presente modalidade, um exemplo foi descrito no qual a rotação e translação são aplicadas ao espaço de referência, mas não são necessariamente limitadas a isso. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode aplicar um processo de escalonamento e um tamanho dos dados tridimensionais. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 também pode aplicar um ou dois dentre rotação, translação e escalonamento. Quando da aplicação de processos a múltiplos estágios e diferentes unidades, como mencionado acima, um tipo de processo aplicado a cada unidade pode diferir. Por exemplo, a rotação e translação podem ser aplicadas a unidades de espaços, e a translação pode ser aplicada a unidades de volumes.

[0420] Note-se que essas variações também são aplicáveis ao dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400.

[0421] Como mencionado acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300, de acordo com a presente modalidade, realiza os processos a seguir. A figura 48 é um fluxograma do processo de interpretação realizado pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300.

[0422] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera a informação de posição prevista (por exemplo, volume previsto) utilizando a informação de posição nos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais (por exemplo, espaço de referência) associados a um tempo diferente de um tempo associado aos dados tridimensionais atuais (por exemplo, espaço alvo de codificação) (S1301). Para ser mais específico, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera a informação de posição prevista pela aplicação de um processo de rotação e translação à informação de posição

nos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais.

[0423] Note-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode realizar um processo de rotação e translação utilizando uma primeira unidade (por exemplo, espaços), e pode realizar a geração da informação de posição prevista utilizando uma segunda unidade (por exemplo, volumes), que é menor do que a primeira unidade. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 busca por um volume dentre uma pluralidade de volumes incluídos no espaço de referência girado e transladado, cuja informação de posição difere menos da informação de posição do volume alvo de codificação incluído no espaço alvo de codificação. Note-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode realizar o processo de rotação e translação e a geração da informação de posição prevista na mesma unidade.

[0424] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode gerar a informação de posição prevista pela aplicação (i) de um primeiro processo de rotação e translação para a informação de posição nos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais e (ii) um segundo processo de rotação e translação à informação de posição nos pontos tridimensionais obtidos através do primeiro processo de rotação e translação, o primeiro processo de rotação e translação utilizando uma primeira unidade (por exemplo, espaços) e o segundo processo de rotação e translação utilizando uma segunda unidade (por exemplo, volumes), que é menor do que a primeira unidade.

[0425] Por exemplo, como ilustrado na figura 41, a informação de posição dos pontos tridimensionais e a informação de posição prevista são representadas utilizando-se uma estrutura tipo “octree”. Por exemplo, a informação de posição dos pontos tridimensionais e a informação de posição prevista são expressas em uma ordem de digitalização que

prioriza uma largura sobre uma profundidade na estrutura tipo “octree”. Por exemplo, a informação de posição dos pontos tridimensionais e a informação de posição prevista são expressas em uma ordem de digitalização que prioriza uma profundidade sobre uma largura na estrutura tipo “octree”.

[0426] Como ilustrado na figura 46, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 codifica um indicador RT que indica se aplica o processo de rotação e translação à informação de posição nos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera o sinal codificado (sequência de bits codificada) incluindo o indicador RT. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 codifica a informação RT que indica o conteúdo do processo de rotação e translação. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera o sinal codificado (sequência de bits codificada) incluindo a informação RT. Note-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 pode codificar a informação RT quando o indicador RT indicar a aplicação do processo de rotação e translação, e não precisa codificar a informação RT quando o indicador RT indicar a não aplicação do processo de rotação e translação.

[0427] Os dados tridimensionais incluem, por exemplo, a informação de posição dos pontos tridimensionais e a informação de atributo (informação de cor etc.) de cada ponto tridimensional. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera a informação do atributo previsto utilizando a informação de atributo dos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensional (S1302).

[0428] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300, a seguir, codifica a informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais, utilizando a informação da

posição prevista. Por exemplo, como ilustrado na figura 38, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 calcula a informação de posição diferencial, a informação de posição diferencial sendo uma diferença entre a informação de posição prevista e a informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais (S1303).

[0429] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 codifica a informação de atributo dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais, utilizando a informação de atributo prevista. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 calcula a informação do atributo diferencial, a informação do atributo diferencial sendo uma diferença entre a informação de atributo previsto e a informação de atributo nos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais (S1304). O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300, a seguir, realiza a transformação e quantização da informação de atributo diferencial calculado (S1305).

[0430] Por fim, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 codifica (por exemplo, codifica por entropia) a informação de posição diferencial e a informação de atributo diferencial quantizado (S1036). Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 gera o sinal codificado (sequência de bits codificados), incluindo a informação de posição diferencial e a informação de atributo diferencial.

[0431] Note-se que quando a informação de atributo não está incluída nos dados tridimensionais, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 não precisa realizar as etapas S1302, S1304 e S1305. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 também pode realizar apenas uma dentre a codificação da informação de posição dos pontos tridimensionais e a codificação da informação de atributo dos pontos tridimensionais.

[0432] Uma ordem dos processos, ilustrada na figura 49, é meramente um exemplo e não está limitada a isso. Por exemplo, visto que os processos, com relação à informação de posição (S1301 e S1303) e os processos, com relação à informação de atributo (S1302, S1304 e S1305), são separados um do outro, os mesmos podem ser realizados em uma ordem de escolha, e uma parte do mesmo também pode ser realizada em paralelo.

[0433] Com o acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300, de acordo com a presente modalidade, gera a informação de posição prevista utilizando a informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensional com um tempo diferente de um tempo associado aos dados tridimensionais atuais; e codifica a informação de posição diferencial, que é uma diferença entre a informação de posição prevista e a informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais. Isso possibilita o aperfeiçoamento da eficiência de codificação, visto que é possível se reduzir a quantidade de dados do sinal codificado.

[0434] O dispositivo de codificação de dados tridimensional 1300, de acordo com a presente modalidade, gera a informação de atributo prevista utilizando informação de atributo dos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais; e codifica a informação de atributo diferencial, que é uma diferença entre a informação de atributo prevista e a informação de atributo dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais. Isso possibilita o aperfeiçoamento da eficiência de codificação, visto que é possível se reduzir a quantidade de dados do sinal codificado.

[0435] Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais 1300 inclui um processador e uma memória. O processador utiliza a memória para realizar os processos acima.

[0436] A figura 48 é um fluxograma do processo de interprevisão

realizado pelo dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400.

[0437] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 decodifica (por exemplo, decodifica por entropia) a informação de posição diferencial e a informação de atributo diferencial a partir do sinal codificado (sequência de bits codificados) (S1401).

[0438] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 decodifica, a partir do sinal codificado, um indicador RT que indica se aplica o processo de rotação e translação à informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais. O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 codifica a informação RT que indica o conteúdo do processo de rotação e translação. Note-se que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 pode decodificar a informação RT quando o indicador RT indicar a aplicação do processo de rotação e translação, e não precisa decodificar a informação RT quando o indicador RT indicar a não aplicação do processo de rotação e translação.

[0439] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400, a seguir, realiza a transformação inversa e a quantização inversa na informação de atributo diferencial decodificado (S1402).

[0440] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400, a seguir, gera a informação de posição prevista (por exemplo, volume previsto) utilizando a informação de posição sobre os pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais (por exemplo, espaço de referência), associados a um tempo diferente de um tempo associado aos dados tridimensionais atuais (por exemplo, espaço alvo de decodificação) (S1403). Para ser específico, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 gera a informação de posição prevista pela aplicação de um processo de rotação e translação à informação de posição nos pontos tridimensionais incluídos nos dados

de referência tridimensionais.

[0441] Mais especificamente, quando o indicador RT indica a aplicação do processo de rotação e translação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 aplica o processo de rotação e translação à informação de posição, nos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais indicados na informação RT. Em contraste, quando o indicador RT indica a não aplicação do processo de rotação e translação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 não aplica o processo de rotação e translação à informação de posição, nos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais.

[0442] Note-se que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 pode realizar o processo de rotação e translação utilizando uma primeira unidade (por exemplo, espaços), e pode realizar a geração da informação de posição prevista utilizando uma segunda unidade (por exemplo, volumes), que é menor do que a primeira unidade. Note-se que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 pode realizar o processo de rotação e translação, e a geração da informação de posição prevista na mesma unidade.

[0443] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 pode gerar a informação de posição prevista pela aplicação (i) de um primeiro processo de rotação e translação à informação de posição nos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais, e (ii) um segundo processo de rotação e translação à informação de posição, nos pontos tridimensionais obtidos através do primeiro processo de rotação e translação, o primeiro processo de rotação e translação utilizando uma primeira unidade (por exemplo, espaços), e o segundo processo de rotação e translação utilizando uma segunda unidade (por exemplo, volumes), que é menor do que a primeira unidade.

[0444] Por exemplo, como ilustrado na figura 41, a informação de

posição sobre os pontos tridimensionais e a informação de posição prevista são representadas utilizando-se uma estrutura tipo “octree”. Por exemplo, a informação de posição sobre os pontos tridimensionais e a informação de posição prevista são expressas em uma ordem de digitalização que prioriza uma largura sobre uma profundidade na estrutura tipo “octree”. Por exemplo, a informação de posição sobre os pontos tridimensionais e a informação de posição prevista são expressas em uma ordem de digitalização que prioriza uma profundidade sobre uma largura na estrutura tipo “octree”.

[0445] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 gera a informação de atributo prevista utilizando a informação de atributo dos pontos tridimensionais incluídos nos dados de referência tridimensionais (S1404).

[0446] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400, a seguir, restaura a informação de posição sobre os pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais, pela decodificação da informação de posição codificada, incluída em um sinal codificado, utilizando a informação de posição prevista. A informação de posição codificada, no presente documento, é a informação de posição diferencial. O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 restaura a informação de posição sobre os pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais, pela adição da informação de posição diferencial à informação de posição prevista (S1405).

[0447] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 restaura a informação de atributo dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais, pela decodificação da informação de atributo codificada, incluída em um sinal codificado, utilizando a informação de atributo prevista. A informação de atributo codificada, no presente documento, é a informação de posição diferencial. O disposi-

tivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 restaura a informação de atributo sobre os pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais atuais, pela adição da informação de atributo diferencial à informação de atributo prevista (S1406).

[0448] Note-se que quando a informação de atributo não está incluída nos dados tridimensionais, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 não precisa realizar as etapas S1402, S1404 e S1406. O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 1400 também pode realizar apenas uma dentre a decodificação da informação de posição nos pontos tridimensionais e a decodificação da informação de atributo dos pontos tridimensionais.

[0449] Uma ordem dos processos ilustrados na figura 50 é meramente um exemplo e não está limitada a isso. Por exemplo, visto que os processos, com relação à informação de posição (S1403 e S1405), e os processos, com relação à informação de atributo (S1402, S1404 e S1406), são separados um do outro, os mesmos podem ser realizados em uma ordem de escolha, e uma parte dos mesmos também pode ser realizada em paralelo.

Modalidade 8

[0450] Na presente modalidade, um método de controle de referência quando um código de ocupação é codificado será descrito. Deve ser observado que embora o que segue descreva principalmente uma operação de um dispositivo de codificação de dados tridimensionais, um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode realizar o mesmo processo.

[0451] A figura 51 e a figura 52 são, cada uma, um diagrama ilustrando uma relação de referência, de acordo com a presente modalidade. Especificamente, a figura 51 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma estrutura de “octree”, e a figura 52 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma região espacial.

[0452] Na presente modalidade, quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica a informação de codificação de um nó atual a ser codificado (doravante referido como um nó atual), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais se refere à informação de codificação de cada nó em um nó parente ao qual o nó atual pertence. A esse respeito, no entanto, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais não se refere à informação de codificação de cada nó em outro nó (doravante referido com um nó vizinho ao nó parente) que está na mesma camada que o nó parente. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais desativa ou proíbe a referência a um nó vizinho ao nó parente.

[0453] Deve-se notar que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode permitir referência à informação de codificação de um nó parente (doravante também referido como um nó avô) do nó parente. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode codificar a informação de codificação do nó atual por referência à informação de codificação de cada um dentre o nó avô e o nó parente ao qual o nó atual pertence.

[0454] No presente documento, a informação de codificação, por exemplo, é um código de ocupação. Quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica o código de ocupação do nó atual, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais se refere à informação (doravante referida com informação de ocupação) indicando se uma nuvem de pontos está incluída em cada nó no nó parente ao qual o nó atual pertence. De outra forma, quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica o código de ocupação do nó atual, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais se refere a um código de ocupação do nó parente. Por outro lado, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais não se refere à informação de ocupação

de cada nó em um nó vizinho ao nó parente. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais não se refere a um código de ocupação do nó vizinho ao nó parente. Ademais, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode se referir à informação de ocupação de cada nó no nó avô. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode se referir à informação de ocupação de cada nó parente e do nó vizinho ao nó parente.

[0455] Por exemplo, quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica o código de ocupação do nó atual, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais seleciona uma tabela de codificação a ser utilizada para a codificação por entropia do código de ocupação do nó atual, utilizando o código de ocupação do nó avô ou do nó parente ao qual o nó atual pertence. Deve-se notar que os detalhes serão descritos a seguir. Nesse momento, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais não precisa se referir ao código de ocupação do nó vizinho ao nó parente. Visto que isso permite que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais, quando da codificação do código de ocupação do nó atual, selecione adequadamente uma tabela de codificação, de acordo com a informação do código de ocupação do nó parente ou do nó avô, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode aperfeiçoar a eficiência de codificação. Ademais, por não fazer referência ao nó vizinho ao parente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode suprimir um processo de verificação da informação do nó vizinho ao nó parente e reduzir uma capacidade de memória para armazenar a informação. Adicionalmente, a digitalização do código de ocupação de cada nó da “octree” em uma ordem de profundidade primeiro torna a codificação fácil.

[0456] A seguir é descrito um exemplo de seleção de uma tabela de codificação utilizando um código de ocupação de um nó parente. A figura 53 é um diagrama ilustrando um exemplo de um nó atual e nós de

referência vizinhos. A figura 54 é um diagrama ilustrando uma relação entre um nó parente e nós. A figura 55 é um diagrama ilustrando um exemplo de um código de ocupação do nó parente. No presente documento, um nó de referência vizinho é um nó referido quando um nó atual é codificado, dentre os nós espacialmente vizinhos do nó atual. No exemplo ilustrado na figura 53, os nós vizinhos pertencem à mesma camada que o nó atual. Ademais, o nó X vizinho do nó atual na direção x, o nó Y vizinho ao bloco atual na direção y e o nó Z vizinho ao bloco atual na direção z são utilizados como nós vizinhos de referência. Em outras palavras, um nó vizinho é configurado como um nó vizinho de referência em cada uma das direções, x, y e z.

[0457] Deve-se notar que os números de nós ilustrados na figura 54 são um exemplo, e uma relação entre os números de nós e as posições de nó não está limitada à relação ilustrada na figura 54. Apesar do nó 0 ser designado para o bit de ordem mais inferior e o nó 7 ser designado para o bit de ordem mais alta na figura 55, as designações podem ser feitas em ordem reversa. Adicionalmente, cada nó pode ser designado para qualquer bit.

[0458] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina uma tabela de codificação a ser utilizada quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica por entropia um código de ocupação de um nó atual, utilizando a seguinte equação, por exemplo.

$$\text{CodingTable} = (\text{FlagX} \ll 2) + (\text{FlagY} \ll 1) + (\text{FlagZ})$$

[0459] No presente documento, CodingTable indica uma tabela de codificação para um código de ocupação de um nó atual, e indica um dos valores que variam de 0 a 7. FlagX é a informação de ocupação do nó vizinho X. FlagX indica 1 quando o nó vizinho X inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não. FlagY é a informação de ocupação do nó vizinho Y. FlagY indica 1 quando o nó vizinho Y inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não. FlagZ é a

informação de ocupação do nó vizinho Z. FlagZ indica 1 quando o nó vizinho Z inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não.

[0460] Deve-se notar que visto que a informação que indica se um nó vizinho está ocupado é incluída em um código de ocupação de um nó parente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar uma tabela de codificação utilizando um valor indicado pelo código de ocupação do nó parente.

[0461] A partir do acima exposto, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode aperfeiçoar a eficiência de codificação pela seleção de uma tabela de codificação utilizando a informação que indica se o nó vizinho do nó atual inclui uma nuvem de pontos.

[0462] Ademais, como ilustrado na figura 53, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar um nó de referência vizinho, de acordo com uma posição espacial do nó atual no nó parente. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar um nó vizinho a ser referido a partir dos nós vizinhos, de acordo com a posição espacial do nó atual no nó parente.

[0463] A seguir são descritos exemplos de configurações do dispositivo de codificação de dados tridimensionais e do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais. A figura 56 é um diagrama em bloco do dispositivo de codificação de dados tridimensionais 2100, de acordo com a presente modalidade. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 2100, ilustrado na figura 56, inclui o gerador de “octree” 2101, a calculadora de informação de geometria 2102, o seletor de tabela de codificação 2103 e o codificador por entropia 2104.

[0464] O gerador de “octree” 2101 gera, por exemplo, uma “octree” a partir dos pontos tridimensionais registrados (uma nuvem de pontos) e gera um código de ocupação para cada nó incluído na “octree”. A cal-

culadora de informação de geometria 2102 obtém a informação de ocupação que indica se um nó de referência vizinho de um nó atual está ocupado. Por exemplo, a calculadora de informação de geometria 2012 obtém a informação de ocupação do nó de referência vizinho a partir de um código de ocupação de um nó parente ao qual o nó atual pertence. Deve-se notar que, como ilustrado na figura 53, a calculadora de informação de geometria 2102 pode selecionar um nó de referência vizinho, de acordo com uma posição do nó atual no nó parente. Adicionalmente, a calculadora de informação de geometria 2102 não se refere à informação de ocupação de cada nó em um nó vizinho ao nó parente.

[0465] O seletor de tabela de codificação 2103 seleciona uma tabela de codificação a ser utilizada para a codificação por entropia de um código de ocupação do nó atual, utilizando a informação de ocupação do nó de referência vizinho calculado pela calculadora de informação de geometria 2102. O codificador por entropia 2104 gera uma sequência de bits pela codificação por entropia do código de ocupação utilizando a tabela de codificação selecionada. Deve-se notar que o codificador por entropia 2104 pode anexar, à sequência de bits, a informação que indica a tabela de codificação selecionada.

[0466] A figura 57 é um diagrama em bloco do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 2110 de acordo com a presente modalidade. O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 2110 ilustrado na figura 57 inclui o gerador de “octree” 2111, a calculadora de informação de geometria 2112, o seletor de tabela de codificação 2113 e o decodificador por entropia 2114.

[0467] O gerador de “octree” 2111 gera uma “octree” de um espaço (nós) utilizando a informação de cabeçalho de uma sequência de bits, etc. O gerador de “octree” 2111 gera uma “octree”, por exemplo, pela geração de um espaço grande (um nó raiz) utilizando o tamanho de um espaço ao longo das direções do eixo x, eixo y e eixo o z anexadas à

informação de cabeçalho, e gerando oito espaços pequenos A (nós A0 a A7) pela divisão do espaço em dois ao longo de cada uma das direções de eixo x, eixo y e eixo z. Os nós A0 a A7 são configurados como um nó atual na sequência.

[0468] A calculadora de informação de geometria 2112 obtém a informação de ocupação que indica se um nó de referência vizinho a um nó atual está ocupado. Por exemplo, a calculadora de informação de geometria 2112 obtém a informação de ocupação do nó de referência vizinho a partir de um código de ocupação de um nó parente ao qual o nó atual pertence. Deve-se notar que, como ilustrado na figura 53, a calculadora de informação de geometria 2112 pode selecionar um nó de referência vizinho de acordo com uma posição do nó atual no nó parente. Adicionalmente, a calculadora de informação de geometria 2112 não se refere à informação de ocupação de cada nó em um nó vizinho ao nó parente.

[0469] O seletor de tabela de codificação 2113 seleciona uma tabela de codificação (uma tabela de decodificação) a ser utilizada para a decodificação por entropia do código de ocupação do nó atual, utilizando a informação de ocupação do nó de referência vizinho calculado pela calculadora de informação de geometria 2112. O decodificador por entropia 2114 gera os pontos tridimensionais pela decodificação por entropia do código de ocupação utilizando a tabela de codificação selecionada. Deve-se notar que o seletor de tabela de codificação 2113 pode obter, pela realização da decodificação, informação sobre a tabela de codificação selecionada anexada à sequência de bits, e o decodificador por entropia 2114 pode utilizar uma tabela de codificação indicada pela informação obtida.

[0470] Cada bit do código de ocupação (8 bits) incluído na sequência de bits indica se um espaço correspondente dentre oito espaços pequenos A (nós A0 a A7) inclui uma nuvem de pontos. Adicionalmente, o

dispositivo de decodificação de dados tridimensionais gera uma “octree” pela divisão do nó de espaço pequeno A0 em oito espaços pequenos B (nós B0 a B7), e obtém informação que indica se cada nó do espaço pequeno B inclui uma nuvem de pontos, pela decodificação do código de ocupação. Dessa forma, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica o código de ocupação de cada nó enquanto gera uma “octree” pela divisão de um espaço grande em espaços pequenos.

[0471] A seguir são descritos procedimentos para os processos realizados pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais e o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais. A figura 58 é um fluxograma de um processo de codificação de dados tridimensionais no dispositivo de codificação de dados tridimensionais. Primeiro, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina (define) um espaço (um nó atual) incluindo parte ou toda uma nuvem de pontos tridimensional registrada (S2101). A seguir, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais geral oito espaços pequenos (nós) pela divisão do nó atual em oito (S2102). Então, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais gera um código de ocupação para o nó atual, de acordo com o fato de se cada nó inclui uma nuvem de pontos (S2103).

[0472] Depois disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula (obtem) a informação de ocupação de um nó de referência vizinho do nó atual a partir de um código de ocupação de um nó parente do nó atual (S2104). A seguir, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais seleciona uma tabela de codificação a ser utilizada para a codificação por entropia, com base na informação de ocupação calculada do nó de referência vizinho do nó atual (S2105). Então, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica por entropia o código de ocupação do nó atual utilizando a tabela de codificação selecionada (S2106).

[0473] Finalmente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais repete um processo de divisão de cada nó em oito e codificação de um código de ocupação do nó, até que o nó não possa mais ser dividido (S2107). Em outras palavras, as etapas S2102 a S2106 são repetidas de forma recursiva.

[0474] A figura 59 é um fluxograma de um processo de decodificação de dados tridimensionais no dispositivo de decodificação de dados tridimensionais. Primeiro, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina (define) um espaço (um nó atual) a ser decodificado, utilizando informação de cabeçalho de uma sequência de bits (S2111). A seguir, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais gera oito espaços pequenos (nós) pela divisão do nó atual em oito (S2112). Então, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula (obtem) a informação de ocupação de um nó de referência vizinho do nó atual a partir de um código de ocupação de um nó parente do nó atual (S2113).

[0475] Depois disso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais seleciona uma tabela de codificação a ser utilizada para a decodificação por entropia, com base na informação de ocupação do nó de referência vizinho (S2114). A seguir, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica por entropia o código de ocupação do nó atual utilizando a tabela de codificação selecionada (S2115).

[0476] Finalmente, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais repete um processo de divisão de cada nó em oito e decodificação de um código de ocupação do nó, até que o nó não possa ser dividido (S2116). Em outras palavras, as etapas S2112 a S2115 são repetidas de forma recursiva.

[0477] A seguir, é descrito um exemplo de seleção de uma tabela de codificação. A figura 60 é um diagrama ilustrando um exemplo de seleção de uma tabela de codificação. Por exemplo, como na tabela de

codificação 0 ilustrada na figura 60, o mesmo modo de contexto pode ser aplicado aos códigos de ocupação. Ademais, um modelo de contexto diferente pode ser designado para cada código de ocupação. Visto que isso permite a designação de um modelo de contexto de acordo com uma probabilidade de surgimento de um código de ocupação, é possível se aperfeiçoar a eficiência de codificação. Adicionalmente, um modo de contexto que atualiza uma tabela de probabilidade, de acordo com uma frequência de surgimento de um código de ocupação, pode ser utilizado. Alternativamente, um modelo de contexto, possuindo uma tabela de probabilidade fixa, pode ser utilizado.

[0478] Doravante, a Variação 1 da presente modalidade será descrita. A figura 61 é um diagrama ilustrando uma relação de referência na presente variação. Apesar de o dispositivo de codificação de dados tridimensionais não se referir ao código de ocupação do nó vizinho ao parente na modalidade descrita acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode comutar para referir a um código de ocupação de um nó vizinho ao nó parente, de acordo com uma condição específica.

[0479] Por exemplo, quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica uma “octree” enquanto digitaliza a “octree” largura primeiro, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica um código de ocupação de um nó atual por referência à informação de ocupação de um nó em um nó vizinho ao parente. Em contraste, quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica a “octree” enquanto digitaliza a “octree” profundidade primeiro, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais proíbe a referência à informação de ocupação do nó no nó vizinho ao nó parente. Pela seleção adequada de um nó referível, de acordo com a ordem de digitalização (ordem de codificação) dos nós da “octree” da forma acima, é possível

aperfeiçoar a eficiência de codificação e reduzir a carga de processamento.

[0480] Deve-se notar que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode anexar, a um cabeçalho de uma sequência de bits, a informação que indica, por exemplo, se uma “octree” é codificada largura primeiro ou profundidade primeiro. A figura 62 é um diagrama ilustrando um exemplo de uma sintaxe da informação de cabeçalho nesse caso. “octree”_scan_order mostrada na figura 62 está codificado informação de ordem (um indicador de ordem de codificação). Por exemplo, quando octree_scan_order é igual a 0, largura primeiro é indicada, e quando “octree”_scan_order é igual a 1, a profundidade primeiro é indicada. Visto que isso permite que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determine se uma sequência de bits foi codificada largura primeiro ou profundidade primeiro, por referência a “octree”_scan_order, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode decodificar de forma adequada a sequência de bits.

[0481] Ademais, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode anexar, à informação de cabeçalho de uma sequência de bits, a informação que indica se proíbe a referência a um nó vizinho ao parente. A figura 63 é um diagrama ilustrando um exemplo de uma sintaxe da informação de cabeçalho nesse caso. limit_refer_flag é a informação de comutação de proibição (um indicador de comutação de proibição) indicando se proíbe a referência a um nó vizinho ao nó parente. Por exemplo, quando limit_refer_flag é igual a 1, a proibição da referência ao nó vizinho do nó parente é indicada, e quando limit_refer_flag é igual a 0, nenhuma limitação de referência (permissão de referência ao nó vizinho do nó parente) é indicada.

[0482] Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se proíbe a referência ao nó vizinho ao parente e seleciona se proíbe ou permite a referência ao nó vizinho do nó

parente, com base em um resultado da determinação acima. Adicionalmente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais gera uma sequência de bits incluindo a informação de comutação de proibição que indica o resultado da determinação e indica se proíbe a referência ao nó vizinho do nó parente.

[0483] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais obtém, a partir de uma sequência de bits, a informação de comutação de proibição indicando se proíbe referência a um nó vizinho do nó parente, e seleciona se proíbe ou permite a referência ao nó vizinho do nó parente, com base na informação de comutação de proibição.

[0484] Isso permite que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais controle a referência ao nó vizinho do nó parente e gere a sequência de bits. Isso também permite que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais obtenha, a partir do cabeçalho da sequência de bits, a informação que indica se proíbe a referência ao nó vizinho do nó parente.

[0485] Apesar do processo de codificação de um código de ocupação ter sido descrito como um exemplo de um processo de codificação no qual referência a um nó vizinho do nó parente é proibida na presente modalidade, a presente descrição não está limitada necessariamente a isso. Por exemplo, o mesmo método pode ser aplicado quando outra informação de um nó de uma “octree” é codificada. Por exemplo, o método da presente modalidade pode ser aplicado quando outra informação de atributo, tal como uma cor, um vetor normal ou um grau de reflexo, adicionada a um nó é codificada. Adicionalmente, o mesmo método pode ser aplicado quando uma tabela de codificação ou um valor previsto é codificado.

[0486] Doravante, a Variação 2 da presente modalidade será descrita. Na descrição acima, como ilustrado na figura 53, o exemplo no qual os três nós vizinhos de referência são utilizados é fornecido, mas

quatro ou mais nós vizinhos de referência podem ser utilizados. A figura 64 é um diagrama ilustrando um exemplo de um nó atual e nós de referência vizinhos.

[0487] Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula uma tabela de codificação a ser utilizada quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica por entropia um código de ocupação do nó atual ilustrado na figura 64, utilizando a seguinte equação.

$$\text{CodingTable} = (\text{FlagX0} \ll 3) + (\text{FlagX1} \ll 2) + (\text{FlagY} \ll 1) + (\text{FlagZ})$$

[0488] No presente documento, CodingTable indica uma tabela de codificação para um código de ocupação de um nó atual, e indica um dos valores que variam de 0 a 15. FlagXN é a informação de ocupação do nó vizinho XN (N = 0..1). FlagXN indica 1 quando o nó vizinho XN inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não. FlagY é a informação de ocupação do nó vizinho Y. FlagY indica 1 quando o nó vizinho Y inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não. FlagZ é a informação de ocupação do nó vizinho Z. FlagZ indica 1 quando o nó vizinho Z inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não.

[0489] Nesse momento, quando um nó vizinho, por exemplo, o nó vizinho X0 na figura 64, não é referível (proibido de ser referido), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode utilizar, como um valor substituto, um valor fixo tal como 1 (ocupado) ou 0 (não ocupado).

[0490] A figura 65 é um diagrama ilustrando um exemplo de um nó atual e nós de referência vizinhos. Como ilustrado na figura 65, quando um nó vizinho não é referível (proibido de ser referido), a informação de ocupação do nó vizinho pode ser calculada por referência a um código de ocupação de um nó avô do nó atual. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode calcular FlagX0 na equação

acima utilizando a informação de ocupação do nó vizinho G0 em vez do nó vizinho X0 ilustrado na figura 65, e pode determinar um valor de uma tabela de codificação utilizando FlagX0 calculado. Deve-se notar que o nó vizinho G0 ilustrado na figura 65 é uma ocupação ou não ocupação do nó vizinho que pode ser determinada utilizando-se o código de ocupação do nó avô. O nó vizinho X1 é uma ocupação ou não ocupação do nó vizinho que pode ser determinada utilizando-se um código de ocupação de um nó parente.

[0491] Doravante, a Variação 3 da presente modalidade será descrita. As figuras 66 e 67 são, cada uma, um diagrama ilustrando uma relação de referência de acordo com a presente variação. Especificamente, a figura 66 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma estrutura de “octree”, e a figura 67 é um diagrama ilustrando uma relação de referência em uma região espacial.

[0492] Na presente variação, quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica a informação de codificação de um nó atual a ser codificado (doravante referido como nó vizinho 2), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais se refere à informação de codificação de cada nó em um nó parente ao qual o nó atual 2 pertence. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais permite a referência à informação (por exemplo, informação de ocupação) de um nó filho de um primeiro nó, dentre os nós vizinhos, que possui o mesmo nó parente que um nó atual. Por exemplo, quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica um código de ocupação do nó atual 2 ilustrado na figura 66, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais se refere a um código de ocupação de um nó no nó parente ao qual o nó atual 2 pertence, por exemplo, o nó atual ilustrado na figura 66. Como ilustrado na figura 67, o código de ocupação do nó atual, ilustrado na figura 66 indica, por exemplo, se cada nó no nó atual vizinho ao nó atual 2 está ocupado. Sendo assim,

visto que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar uma tabela de codificação para o código de ocupação do nó atual 2, de acordo com um formato mais particular do nó atual, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode aperfeiçoar a eficiência de codificação.

[0493] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode calcular uma tabela de codificação a ser utilizada quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica por entropia o código de ocupação do nó atual 2, utilizando a seguinte equação, por exemplo.
$$\text{CodingTable} = (\text{FlagX1} \ll 5) + (\text{FlagX2} \ll 4) + (\text{FlagX3} \ll 3) + (\text{FlagX4} \ll 2) + (\text{FlagY} \ll 1) + (\text{FlagZ})$$

[0494] No presente documento, CodingTable indica uma tabela de codificação para um código de ocupação do nó atual 2, e indica um dentre os valores que variam de 0 a 63. FlagXN é a informação de ocupação do nó vizinho XN (N = 1.. 4). FlagXN indica 1 quando o nó vizinho XN inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não. FlagY é a informação de ocupação do nó vizinho Y. FlagY indica 1 quando o nó vizinho Y inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não. FlagZ é a informação de ocupação do nó vizinho Z. FlagZ indica 1 quando o nó vizinho Z inclui uma nuvem de pontos (está ocupado) e indica 0 quando não.

[0495] Deve-se notar que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode mudar um método de cálculo de uma tabela de codificação, de acordo com uma posição de nó do nó atual 2 no nó parente.

[0496] Quando referência a um nó vizinho do nó parente não é proibida, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode fazer referência à informação de codificação de cada nó no nó vizinho do nó parente. Por exemplo, quando a referência ao nó vizinho do nó parente não é proibida, a referência à informação (por exemplo, informação de

ocupação) de um nó filho de um terceiro nó, que possui um nó parente diferente do de um nó atual. No exemplo ilustrado na figura 65, por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais obtém a informação de ocupação de um nó filho do nó vizinho X0 por referência a um código de ocupação do nó vizinho X0 possuindo um nó parente diferente do nó parente do nó atual. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais seleciona uma tabela de codificação a ser utilizada para a codificação por entropia de um código de ocupação do nó atual, com base na informação de ocupação obtida do nó filho do nó vizinho X0.

[0497] Como mencionado acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade codifica a informação (por exemplo, um código de ocupação) de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais, onde N é um inteiro superior a ou igual a 2. Como ilustrado na figura 51 e na figura 52, na codificação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais permite referência à informação (por exemplo, informação de ocupação) de um primeiro nó incluído em nós vizinhos, especialmente vizinhos do nó atual, e proíbe a referência à informação de um segundo nó incluído nos nós vizinhos, o primeiro nó possuindo um mesmo nó parente que o nó atual, o segundo nó possuindo um nó parente diferente do nó parente do nó atual. De outra forma, na codificação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais permite referência à informação (por exemplo, um código de ocupação) do nó parente e proíbe referência à informação (por exemplo, um código de ocupação) de outro nó (um nó vizinho do nó parente) na mesma camada que o nó parente.

[0498] Com isso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode aperfeiçoar a eficiência de codificação por referência à informação do primeiro nó incluída nos nós vizinhos, especialmente vizinhos

do nó atual, o primeiro nó possuindo o mesmo nó parente que o nó atual. Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reduzir uma quantidade de processamento não fazendo referência à informação do segundo nó incluído nos nós vizinhos, o segundo nó possuindo um nó parente diferente do nó parente do nó atual. Dessa forma, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode não apenas aperfeiçoar a eficiência de codificação, mas também reduzir a quantidade de processamento.

[0499] Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina, adicionalmente, se proíbe a referência à informação do segundo nó. Na codificação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais seleciona se proíbe ou permite a referência à informação do segundo nó com base em um resultado da determinação. Ademais, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais gera uma sequência de bits incluindo a informação de comutação de proibição (por exemplo, `limit_refer_flag` ilustrado na figura 63) que indica o resultado da determinação e indica se proíbe a referência à informação do segundo nó.

[0500] Com isso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar se proíbe a referência à informação do segundo nó. Adicionalmente, um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode realizar, de forma adequada, um processo de decodificação utilizando a informação de comutação de proibição.

[0501] Por exemplo, a informação do nó atual é a informação (por exemplo, um código de ocupação) que indica se um ponto tridimensional está presente em cada um dos nós criança que pertencem ao nó atual. A informação sobre o primeiro nó é a informação (a informação de ocupação do primeiro nó) que indica se um ponto tridimensional está presente no primeiro nó. A informação do segundo nó é a informação (a

informação de ocupação do segundo nó) que indica se um ponto tridimensional está presente no segundo nó.

[0502] Por exemplo, na codificação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais seleciona uma tabela de codificação com base no fato de se o ponto tridimensional está presente no primeiro nó, e codifica por entropia a informação (por exemplo, o código de ocupação) do nó atual utilizando a tabela de codificação selecionada.

[0503] Por exemplo, como ilustrado na figura 66 e na figura 67, na codificação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais permite a referência à informação (por exemplo, informação de ocupação) de um nó filho do primeiro nó, o nó filho sendo incluído nos nós vizinhos.

[0504] Com isso, visto que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais permite a referência à informação mais detalhada de um nó vizinho, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode aperfeiçoar a eficiência de codificação.

[0505] Por exemplo, como ilustrado na figura 53, na codificação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais seleciona o nó a ser referido a partir dos nós vizinhos de acordo com uma posição espacial do nó atual no nó parente.

[0506] Com isso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode fazer referência a um nó vizinho adequado de acordo com a posição espacial do nó atual no nó parente.

[0507] Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais inclui um processador e uma memória, e o processador realiza o processo acima utilizando a memória.

[0508] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, de acordo com a presente modalidade, decodifica informação (por exemplo, um código de ocupação) de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais, onde N é um inteiro superior a ou igual a 2. Como ilustrado

na figura 51 e na figura 52, na decodificação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais permite a referência à informação (por exemplo, informação de ocupação) de um primeiro nó incluído nos nós vizinhos, espacialmente vizinhos do nó atual, e proíbe a referência à informação de um segundo nó incluído nos nós vizinhos, o primeiro nó possuindo um mesmo nó parente que o nó atual, o segundo nó possuindo um nó parente diferente do nó parente do nó atual. De outra forma, na decodificação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais permite a referência à informação (por exemplo, um código de ocupação) do nó parente, e proíbe a referência à informação (por exemplo, um código de ocupação) de outro nó (um nó vizinho ao nó parente) na mesma camada que o nó parente.

[0509] Com isso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode aperfeiçoar a eficiência de codificação por referência à informação do primeiro nó incluída nos nós vizinhos, espacialmente vizinhos do nó atual, o primeiro nó possuindo o mesmo nó parente que o nó atual. Além disso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode reduzir uma quantidade de processamento não fazendo referência à informação do segundo nó incluído nos nós vizinhos, o segundo nó possuindo um nó parente diferente do nó parente do nó atual. Dessa forma, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode não apenas aperfeiçoar a eficiência de codificação, mas também reduzir a quantidade de processamento.

[0510] Por exemplo, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais obtém adicionalmente, de uma sequência de bits, a informação de comutação de proibição (por exemplo, `limit_refer_flag` ilustrado na figura 63), indicando se proíbe a referência à informação do segundo nó. Na decodificação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais seleciona se proíbe ou permite a referência à informa-

ção do segundo nó, com base na informação de comutação de proibição.

[0511] Com isso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode realizar adequadamente um processo de decodificação utilizando a informação de comutação de proibição.

[0512] Por exemplo, a informação do nó atual é a informação (por exemplo, um código de ocupação) que indica se um ponto tridimensional está presente em cada um dos nós criança que pertencem ao nó atual. A informação sobre o primeiro nó é a informação (a informação de ocupação do primeiro nó) que indica se um ponto tridimensional está presente no primeiro nó. A informação do segundo nó é a informação (a informação de ocupação do segundo nó) que indica se um ponto tridimensional está presente no segundo nó.

[0513] Por exemplo, na decodificação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais seleciona uma tabela de codificação com base no fato de se o ponto tridimensional está presente no primeiro nó, e decodifica por entropia a informação (por exemplo, o código de ocupação) do nó atual utilizando a tabela de decodificação selecionada.

[0514] Por exemplo, como ilustrado na figura 66 e na figura 67, na decodificação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais permite a referência à informação (por exemplo, informação de ocupação) de um nó filho do primeiro nó, o nó filho sendo incluído nos nós vizinhos.

[0515] Com isso, visto que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais permite a referência à informação mais detalhada de um nó vizinho, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode aperfeiçoar a eficiência de codificação.

[0516] Por exemplo, como ilustrado na figura 53, na decodificação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais seleciona um nó vizinho a ser referido a partir dos nós vizinhos, de acordo com uma

posição espacial do nó atual no nó parente.

[0517] Com isso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode fazer referência a um nó vizinho adequado, de acordo com a posição espacial do nó atual no nó parente.

[0518] Por exemplo, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais inclui um processador e uma memória, e o processador realiza o processo acima utilizando a memória.

Modalidade 9

[0519] Quando um dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica informação de codificação de um nó atual a ser codificado (daqui em diante referido como um nó atual), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode melhorar a eficiência de codificação usando informação de nó vizinho do nó atual. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais seleciona uma tabela de codificação (uma tabela de probabilidade, etc.) para codificação por entropia de um código de ocupação do nó atual, usando a informação de nó vizinho. Aqui, informação de nó vizinho é, por exemplo, informação indicando se nós (nós vizinhos) avizinhandos espacialmente um nó atual são nós em um estado de ocupação (nós ocupados) (se nós vizinhos incluem, cada um, uma nuvem de pontos), etc.

[0520] Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar uma tabela de codificação usando informação indicando o número de nós ocupados (nós ocupados vizinhos) dentre nós vizinhos. Especificamente, por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode calcular o número de nós ocupados dentre seis nós vizinhos (esquerda, direita, superior, inferior, frontal, traseiro) avizinhandos um nó atual, e selecionar uma tabela de codificação para codificação por entropia de um código de ocupação do nó atual.

[0521] Note-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode não usar o número de nós vizinhos ocupados, mas um

padrão dos nós vizinhos ocupados (doravante referidos como um padrão de ocupação de vizinho (NeighbourPattern)). A figura 68 é um diagrama ilustrando um exemplo de nós vizinhos e um processo de acordo com a presente modalidade. Por exemplo, no exemplo mostrado na figura 68, os nós vizinhos X0, Y0 e Z0 são nós ocupados, e os nós vizinhos X1, Y1 e Z1 não são nós ocupados (nós não ocupados). Nesse caso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula um valor de 21 para um padrão de ocupação de vizinho através da conversão de sequência de bits (Z1 Z0 Y1 Y0 X1 X0) = (010101) em um número decimal, e codifica um código de ocupação de um nó atual usando a vigésima primeira tabela de codificação. Note-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode usar, como um valor de uma tabela de codificação, um outro valor calculado usando o valor de 21.

[0522] No presente documento, NeighbourPatternCodingFlag (um indicador de codificação de padrão de vizinho) é provido, o qual é um sinalizador para determinar se calcula um padrão de ocupação de vizinho usando informação de nó vizinho de um nó atual e se realiza codificação aritmética em um código de ocupação do nó atual após uma tabela de codificação ser selecionada de acordo com um valor do padrão de ocupação vizinho. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais anexa NeighbourPatternCodingFlag ao cabeçalho, etc., de uma sequência de bits.

[0523] Quando NeighbourPatternCodingFlag = 1, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula um padrão de ocupação de vizinho usando informação de nó vizinho do nó atual, e realiza codificação aritmética em um código de ocupação do nó atual após seleção de uma tabela de codificação de acordo com um valor do padrão de ocupação de vizinho. Quando NeighbourPatternCodingFlag = 0, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais realiza codificação aritmética de um código de ocupação do nó atual sem usar informação de

nó vizinho do nó atual.

[0524] Por exemplo, quando NeighbourPatternCodingFlag = 1, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula um padrão de ocupação de vizinho usando os seis nós avizinhandos o nó atual como ilustrado na figura 68. Nesse caso, o padrão de ocupação de vizinho pode ter qualquer valor de 0 a 63. Sendo assim, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais realiza codificação aritmética de um código de ocupação do nó atual após seleção de uma tabela de codificação de um total de 64 tabelas de codificação.

[0525] Por exemplo, no exemplo mostrado na figura 68, o padrão de ocupação de vizinho tem um valor de 21, e o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica por entropia um código de ocupação do nó atual usando a vigésima primeira tabela de codificação. Note-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode usar uma tabela de codificação tendo um número de índice calculado a partir do valor de 21.

[0526] Além disso, por exemplo, quando NeighbourPatternCodingFlag = 0, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina uma tabela de codificação sem usar um valor da informação do nó vizinho. Por exemplo, supondo que um padrão de ocupação de vizinho tenha um valor de 0, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina uma tabela de codificação sem usar um valor de informação de nó vizinho e realiza codificação aritmética em um código de ocupação do nó atual. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura o padrão de ocupação de nó vizinho = 0 e usa a tabela de codificação zero. Colocando de outra forma, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais usa uma tabela de codificação predeterminada.

[0527] Como declarado acima, o dispositivo de codificação de da-

dos tridimensionais determina se calcula um padrão de ocupação vizinho e se realiza codificação após seleção de uma tabela de codificação de acordo com o padrão de ocupação vizinho calculado, de acordo com um valor de NeighbourPatternCodingFlag. Desta maneira, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode obter um equilíbrio entre a eficiência de codificação e uma redução na quantidade de processamento.

[0528] No presente documento, exemplos de um modo para codificação de um nó atual podem incluir um modo para um nó normal (também referido como um modo normal) em que um nó é dividido mais em oito subnós e codificação é realizada usando uma estrutura de “octree”, e um modo para um nó terminado antecipadamente (também referido como um modo de codificação direto) em que codificação usando uma estrutura de “octree” resultando da divisão em oito é parada e partes de informação de posição de pontos tridimensionais em um nó são codificadas diretamente.

[0529] Por exemplo, quando o número de nuvens de pontos em um nó atual é menos do que ou igual a um valor limiar A, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura um nó atual para um nó terminado antecipado e para a divisão de “octree”. Alternativamente, quando o número de nuvens de pontos em um nó parente é menos do que ou igual a um valor limiar B, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura um nó atual para um nó terminado antecipado e para a divisão de “octree”. Ao contrário, quando o número de nuvens de pontos incluído em um nó vizinho é menos do que ou igual a um valor limiar C, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura um nó atual para um nó terminal antecipado e para a divisão de octree.

[0530] Como declarado acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode determinar se o nó atual é um nó terminal antecipado usando o número de nuvens de pontos incluído no nó atual, no

nó parente ou no nó vizinho; para a divisão de “octree” quando o nó atual é determinado ser o nó terminal antecipado; e realiza codificação enquanto continuando a divisão de “octree” quando o nó atual é determinado não ser o nó terminal antecipado. Dessa maneira, quando o número das nuvens de pontos incluído no nó atual, no nó parente ou no nó vizinho é reduzido, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reduzir um tempo de processamento parando a divisão de “octree”. Note-se que para um nó terminal antecipado, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode codificar por entropia cada uma das partes de informação de posição tridimensional de nuvens de pontos incluídas no nó.

[0531] A figura 69 é um fluxograma de um processo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. Primeiro, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a condição I que um nó atual é configurado para um nó terminal antecipado é satisfeita (S4401). Em outras palavras, essa determinação é para determinar se há uma possibilidade de que o nó atual seja codificado como um nó terminal antecipado, isto é, determinar se um nó terminado antecipado é útil.

[0532] Em seguida, quando a condição I é verdadeira (Sim em S4401), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a condição J que o nó atual é um nó terminal antecipado é satisfeita (S4402). Em outras palavras, essa determinação é para determinar se o nó atual deve ser codificado como um no terminado antecipado, isto é, determinar se um nó terminal antecipado deve ser usado.

[0533] Então, quando a condição J é verdadeira (SIM em S4402), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura `early_terminated_node_flag` (um sinalizador de nó terminal antecipado) para 1 e codifica `early_terminated_node_flag` (S4403). Depois disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica diretamente partes

de informação de posição de pontos tridimensionais incluídas no nó atual (S4404). Colocando de outra forma, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura o nó atual para o nó terminal antecipado.

[0534] Em contraste, quando a condição J é falsa (NÃO em S4402), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura `early_terminated_node_flag` para 0 e codifica `early_terminated_node_flag` (S4405). Em seguida, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura o nó atual para um nó normal e continua a codificar usando divisão de “octree” (S4406).

[0535] Além disso, quando a condição I é falsa (NÃO em S4401), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura o nó atual para um nó normal e continua a codificação usando divisão de “octree”, sem codificar `early_terminated_node_flag` (S4406).

[0536] Por exemplo, a condição J inclui uma condição que o número de pontos tridimensionais em um nó atual é menos do que ou igual a um valor limiar (por exemplo, um valor de 2). Por exemplo, quando o número de pontos tridimensionais em um nó atual é menos do que ou igual a um valor limiar, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que o nó atual é um nó terminal antecipado; e quando o número dos pontos tridimensionais no nó atual não é menos do que ou igual ao valor limiar, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que o nó atual não é um nó terminal antecipado.

[0537] Ainda, por exemplo, a condição I inclui uma condição que uma camada à qual um nó atual pertence é maior do que ou igual a uma camada predeterminada de uma “octree”. Por exemplo, a condição I pode também incluir uma condição que uma camada é maior para um nó atual do que para um nó tendo uma folha (a camada mais inferior) (por exemplo, um nó atual inclui um espaço tendo pelo menos um certo tamanho).

[0538] A condição I pode também incluir uma condição com relação à informação de ocupação em nós (nós irmãos) de um nó atual que estão incluídos em um nó parente ou informação de ocupação em nós irmãos do nó parente. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode determinar se há uma possibilidade que o nó atual seja configurado para um nó terminado antecipado, com base na informação de ocupação nos nós irmãos ou a informação de ocupação nos nós irmãos do nó parente, etc. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais conta o número de nós ocupados dentre nós irmãos no mesmo nó parente que um nó atual. A condição I inclui uma condição que o valor obtido pela contagem é menos do que ou igual a um valor predeterminado. Alternativamente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais conta o número de nós ocupados dentre nós irmãos de um nó parente de um nó atual. A condição I inclui uma condição que o valor obtido pela contagem é menos do que ou igual a um valor predeterminado.

[0539] Como declarado acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina de antemão se há uma possibilidade que o nó atual seja configurado para um nó terminal antecipado, usando a camada do nó atual na estrutura de “octree”, a informação de ocupação nos nós irmãos do nó atual ou a informação de ocupação nos nós irmãos do nó parente, etc. Quando há a possibilidade, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica `early_terminated_node_flag`; e quando não há a possibilidade, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais não codifica `early_terminated_node_flag`. Por essa razão, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode não só reduzir a sobrecarga, mas também realizar codificação enquanto selecionando um nó terminal antecipado adaptativamente.

[0540] Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensi-

onais pode prover `EarlyTerminatedCodingFlag` que é um sinalizador indicando se realiza codificação usando um nó terminal antecipado (o modo de codificação direto), e o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode anexar o indicador a um cabeçalho, etc.

[0541] A condição I pode incluir também uma condição que `EarlyTerminatedCodingFlag = 1` é satisfeita. Ao prover um mecanismo para seleção se usar um nó terminal antecipado (o modo de codificação direto) de acordo com um valor de `EarlyTerminatedCodingFlag` da maneira acima, é possível obter um equilíbrio entre a eficiência de codificação e uma redução na quantidade de processamento.

[0542] Ainda, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode calcular um padrão de ocupação vizinho de um nó atual, e a condição I pode incluir uma condição que o padrão de ocupação de vizinho = 0 é satisfeita. A partir do acima, isso aumenta a probabilidade que um nó terminal antecipado seja selecionado quando um nó vizinho está não ocupado, isto é, quando os pontos tridimensionais estão esparsos. Desta maneira, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode melhorar a eficiência de codificação ao selecionar eficientemente o nó terminado antecipado.

[0543] A figura 70 é um fluxograma de um processo de codificação de dados tridimensionais (um processo de determinação de nó terminado antecipado) realizado pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais usa `NeighbourPatternCodingFlag` e `EarlyTerminatedCodingFlag`.

[0544] Primeiro, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se `NeighbourPatternCodingFlag` é 1 (S4411). `NeighbourPatternCodingFlag` é gerado através do, por exemplo, dispositivo de codificação de dados tridimensionais. Por exemplo, o dispositivo de

codificação de dados tridimensionais determina um valor de NeighbourPatternCodingFlag, com base em um modo de codificação especificado externamente ou pontos tridimensionais registrados.

[0545] Quando NeighbourPatternCodingFlag = 1 (SIM em S4411), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula um padrão de ocupação vizinho de um nó atual (S4412). Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais usa o padrão de ocupação de vizinho calculado na seleção de uma tabela de codificação para realização de codificação aritmética de um código de ocupação.

[0546] Em contraste, quando NeighbourPatternCodingFlag = 0 (NÃO em S4411), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura um valor de um padrão de ocupação de vizinho para 0 sem calcular o padrão de ocupação de vizinho (S4413).

[0547] Deve ser notado que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reconfigurar um padrão de ocupação vizinho para um valor de 0 e atualizar o valor do padrão de ocupação vizinho quando NeighbourPatternCodingFlag = 1.

[0548] Em seguida, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a condição I é satisfeita (S4414). Por exemplo, quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode determinar se há uma possibilidade que o nó atual seja configurado para um nó terminal antecipado, usando o valor do padrão de ocupação vizinho configurado. Em outras palavras, a condição I pode incluir uma condição que o padrão de ocupação de vizinho configurado é 0.

[0549] Colocando de outra forma, a condição I também pode incluir uma condição que EarlyTerminatedCodingFlag = 1 é satisfeita. A condição I pode incluir uma condição que o padrão de ocupação de vizinho = 0 é satisfeita. Por exemplo, quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1 e o padrão de ocupação de vizinho = 0, a condição I pode ser verdadeira; e

nos outros casos, a condição I pode ser falsa.

[0550] Como uma consequência, quando NeighbourPatternCodingFlag = 1, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode usar também o padrão de ocupação de vizinho calculado e configurado para selecionar uma tabela de codificação na determinação de um nó terminado antecipado (condição I). Isso torna possível reduzir uma quantidade de processamento para recalcular um padrão de ocupação de vizinho. Além disso, quando NeighbourPatternCodingFlag = 0, ao configurar o padrão de ocupação de vizinho = 0, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode determinar que pelo menos uma das condições incluídas na condição I é satisfeita. Sendo assim, uma vez que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais não precisa calcular um padrão de ocupação de vizinho separadamente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reduzir a quantidade de processamento.

[0551] Além disso, por exemplo, a condição I pode incluir uma condição que uma camada à qual um nó atual pertence é maior do que ou igual a uma camada predeterminada de uma “octree”. Por exemplo, a condição I pode também incluir uma condição que uma camada é maior para um nó atual do que para um nó tendo uma folha (a camada mais inferior) (por exemplo, um nó atual inclui um espaço tendo pelo menos um certo tamanho).

[0552] Ainda, a condição I pode incluir uma condição com relação à informação de ocupação em nós (nós irmãos) de um nó atual que estão incluídos em um nó parente ou informação de ocupação em nós irmãos do nó parente. Em outras palavras, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode determinar se há uma possibilidade que o nó atual seja configurado para um nó terminal antecipado, com base na informação de ocupação nos nós irmãos ou na informação de ocupação

nos nós irmãos do nó parente, etc. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais conta o número de nós ocupados dentre nós irmãos no mesmo nó parente que o nó atual. A condição I pode também incluir uma condição que o valor obtido pela contagem é menos do que ou igual a um valor predeterminado. Alternativamente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais conta o número de nós ocupados dentre nós irmãos de um nó parente de um nó atual. A condição I também pode incluir uma condição que o valor obtido pela contagem é menos do que ou igual a um valor predeterminado.

[0553] Ainda, a condição I pode incluir uma ou mais das condições mencionadas acima. No caso onde a condição I inclui duas ou mais das condições, por exemplo, quando todas das condições são satisfeitas, a condição I pode ser determinada ser satisfeita (verdadeiro); e nos outros casos, a condição I pode ser determinada não ser satisfeita (falso). Alternativamente, quando pelo menos uma de duas ou mais das condições é satisfeita, a condição I pode ser determinada ser satisfeita (verdadeiro).

[0554] Deve ser observado que as etapas S4415 e S4419 são idênticas às etapas S4402 e S4406 mostradas na figura 69, e descrição sobreposta é omitida.

[0555] A figura 71 é um fluxograma de uma variação do processo de codificação de dados tridimensionais (o processo de determinação de nó terminado antecipadamente) realizado pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. O processo ilustrado na figura 71 difere do processo ilustrado na figura 70 pelo fato que a etapa S4411 é substituída com a etapa S4411A.

[0556] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se pelo menos um NeighbourPatternCodingFlag = 1 ou EarlyTerminatedCodingFlag = 1 for satisfeita (S4411A). NeighbourPatternCodingFlag e EarlyTerminatedCodingFlag são gerados através do, por

exemplo, dispositivo de codificação de dados tridimensionais. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina valores de NeighbourPatternCodingFlag e EarlyTerminatedCodingFlag, com base em um modo de codificação especificado externamente ou pontos tridimensionais registrados.

[0557] Quando pelo menos uma de NeighbourPatternCodingFlag = 1 ou EarlyTerminatedCodingFlag = 1 é satisfeita (SIM em S4411A), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula um padrão de ocupação de vizinho de um nó atual e configura um valor para o padrão de ocupação de vizinho (S4412). Quando nem NeighbourPatternCodingFlag = 1 nem EarlyTerminatedCodingFlag = 1 é satisfeita (NÃO S4411A), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura um valor de um padrão de ocupação de vizinho para 0 sem calcular o padrão de ocupação de vizinho (S4413).

[0558] Nota-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reconfigurar um padrão de ocupação de vizinho para um valor de 0 e atualizar o valor do padrão de ocupação de vizinho quando NeighbourPatternCodingFlag = 1 ou EarlyTerminatedCodingFlag = 1. Note-se que etapas subsequentes são as mesmas que na figura 70.

[0559] Em outras palavras, quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode determinar se há uma possibilidade que o nó atual seja configurado para um nó terminado antecipado, usando o valor do padrão de ocupação de vizinho configurado. Em outras palavras, a condição I pode incluir uma condição que o padrão de ocupação de vizinho configurado é 0.

[0560] Como resultado, quando NeighbourPatternCodingFlag = 1 ou EarlyTerminatedCodingFlag = 1, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode calcular um padrão de ocupação de vizinho do nó atual, e determina se há uma possibilidade que o nó atual seja um nó terminado precoce, usando um valor do padrão de ocupação vizinho

calculado. Desta maneira, uma vez que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode apropriadamente selecionar um nó terminal antecipado, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode melhorar a eficiência de codificação.

[0561] O que segue descreve um processo realizado por um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. A figura 72 é um fluxograma de um processo de decodificação de dados tridimensionais (um processo de determinação de nó terminado antecipado) realizado pelo dispositivo de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade.

[0562] Primeiro, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica NeighbourPatternCodingFlag a partir do cabeçalho de uma sequência de bits (S4421). Em seguida, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica EarlyTerminatedCodingFlag a partir do cabeçalho da sequência de bits (S4422).

[0563] Então, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se NeighbourPatternCodingFlag decodificado é 1 (S4423).

[0564] Quando NeighbourPatternCodingFlag é 1 (SIM em S4423), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula um padrão de ocupação de vizinho de um nó atual (S4424). Note-se que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode usar o padrão de ocupação de vizinho calculado em seleção de uma tabela de codificação para realização de codificação aritmética em um código de ocupação.

[0565] Quando NeighbourPatternCodingFlag é 0 (NO in S4423), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais configura um padrão de ocupação de vizinho para 0 (S4425). Note-se que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode reconfigurar um padrão de ocupação de vizinho para um valor de 0 e atualizar o valor do padrão

de ocupação de vizinho quando NeighbourPatternCodingFlag = 1.

[0566] Depois disso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se a condição I é verdadeira (S4426). Note-se que os detalhes para essa etapa são iguais àqueles da etapa S4414 realizada pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais.

[0567] Quando a condição I é verdadeira (SIM em S4426), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica early_terminated_node_flag a partir da sequência de bits (S4427). Em seguida, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se early_terminated_node_flag é 1 (S4428).

[0568] Quando early_terminated_node_flag é 1 (SIM em S4428), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica partes de informação de posição de pontos tridimensionais no nó atual (S4429). Colocado de outra forma, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais configura o nó atual para um nó terminal antecipado. Quando early_terminated_node_flag é 1 (NÃO em S4428), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura o nó atual para um nó normal e continua a decodificação usando divisão de “octree” (S4430).

[0569] Além disso, quando a condição I é falsa (NÃO em S4426), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais configura o nó atual para um nó normal e continua a decodificação usando divisão de “octree”, sem decodificar early_terminated_node_flag a partir da sequência de bits (S4430).

[0570] A figura 73 é um fluxograma de uma variação do processo de decodificação de dados tridimensionais (o processo de determinação de nó terminal antecipado) realizado através do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. O processo ilustrado na figura 73 é diferente do processo ilustrado na figura 72 pelo fato que a etapa S4423 é substituída com a etapa S4423A.

[0571] O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se pelo menos uma de NeighbourPatternCodingFlag = 1 ou EarlyTerminatedCodingFlag = 1 é satisfeita (S4423A).

[0572] Quando pelo menos uma de NeighbourPatternCodingFlag = 1 ou EarlyTerminatedCodingFlag = 1 é satisfeita (SIM em S4423A), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula um padrão de ocupação de vizinho de um nó atual (S4424). Quando nem NeighbourPatternCodingFlag = 1 nem EarlyTerminatedCodingFlag = 1 é satisfeita (Não em S4423A), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais configura um valor de um padrão de ocupação de vizinho para 0 sem calcular o padrão de ocupação de vizinho (S4425).

[0573] Note-se que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode reconfigurar um padrão de ocupação de vizinho para um valor de 0 e atualizar o valor do padrão de ocupação de vizinho quando NeighbourPatternCodingFlag = 1 ou EarlyTerminatedCodingFlag = 1. Note-se que etapas subsequentes são iguais à da figura 72.

[0574] O que segue descreve um exemplo de uma sintaxe de uma sequência de bits gerada através do dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. A figura 74 é um diagrama ilustrando um exemplo de uma sintaxe de pc_header incluído na sequência de bits. pc_header() é, por exemplo, informação de cabeçalho de pontos tridimensionais registrados. Em outras palavras, informação incluída em pc_header() é usada em comum para pontos tridimensionais (nós).

[0575] pc_header() inclui NeighbourPatternCodingFlag (um indicador de codificação de padrão de vizinho) e EarlyTerminatedCodingFlag (um indicador de codificação terminada antecipada).

[0576] NeighbourPatternCodingFlag é informação indicando se uma tabela de codificação para realização de codificação aritmética em um código de ocupação deve ser selecionada usando informação de nó

vizinho (um padrão de ocupação de vizinho). Por exemplo, NeighbourPatternCodingFlag = 1 indica que uma tabela de codificação deve ser selecionada usando informação de nó vizinho, e NeighbourPatternCodingFlag = 0 indica que a tabela de codificação não deve ser selecionada usando informação de nó vizinho.

[0577] EarlyTerminatedCodingFlag é informação indicando se um nó terminal antecipado (o modo de codificação direta) deve ser usado (é útil). Por exemplo, EarlyTerminatedCodingFlag = 1 indica que um nó terminal antecipado deve ser usado e EarlyTerminatedCodingFlag = 0 indica que um nó terminado antecipado não deve ser usado.

[0578] A figura 75 é um diagrama ilustrando um exemplo de uma sintaxe de informação de nó (nó(profundidade, índice)). Essa informação de nó é informação de um nó incluído em uma “octree” e é provida para cada nó. Informação de nó inclui occupancy_code (um código de ocupação), early_terminated_node_flag (um indicador de nó terminado antecipado) e coordinate_of_3Dpoint (coordenadas tridimensionais).

[0579] occupancy_code é informação indicando se um nó filho de um nó é ocupado. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar uma tabela de codificação de acordo com um valor de NeighbourPatternCodingFlag e realizar codificação aritmética em occupancy_code.

[0580] early_terminated_node_flag é informação indicando se um nó é um nó terminado antecipado. Por exemplo, early_terminated_node_flag = 1 indica que um nó é um nó terminado antecipado, e early_terminated_node_flag = 0 indica que um nó não é um nó terminado antecipado. Note-se que quando early_terminated_node_flag de um nó atual não é codificado em uma sequência de bits, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode estimar um valor de early_terminated_node_flag do nó atual como 0.

[0581] coordinate_of_3Dpoint é uma informação de posição de uma

nuvem de pontos incluída em um nó quando o nó é um nó terminado antecipado. Note-se que quando um nó inclui nuvens de pontos, `coordinate_of_3Dpoint` pode incluir informação de posição de cada uma das nuvens de pontos.

[0582] Note-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode especificar um valor de `NeighbourPatternCodingFlag` ou `EarlyTerminatedCodingFlag` de acordo com padrões ou um perfil ou nível de padrões, etc., sem anexar `NeighbourPatternCodingFlag` ou `EarlyTerminatedCodingFlag` a um cabeçalho. Sendo assim, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode decodificar uma sequência de bits corretamente através da determinação do valor de `NeighbourPatternCodingFlag` ou `EarlyTerminatedCodingFlag` através de referência à informação de padrões incluída na sequência de bits.

[0583] Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode codificar por entropia pelo menos um de `NeighbourPatternCodingFlag`, `EarlyTerminatedCodingFlag`, `early_terminated_node_flag` ou `coordinate_of_3Dpoint`. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais binariza cada valor e realiza codificação aritmética no valor.

[0584] Embora a estrutura de “octree” tenha sido dada como um exemplo na presente modalidade, a presente invenção não é necessariamente limitada a essa. O procedimento mencionado acima pode ser aplicado a uma estrutura de árvore N-ária tal como um *quadtree* ou um *hexadecatree*, ou outras estruturas, onde N é um inteiro maior do que ou igual a 2.

[0585] O que segue descreve um exemplo de configuração do dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. A figura 76 é um diagrama em blocos de dispositivo de codificação de dados tridimensionais 4400 de acordo com a presente modalidade. O dispositivo de codificação de dados tridimensionais 4400

inclui gerador de “octree” 4401, calculadora de informação de geometria 4402, seletor de tabela de codificação 4403 e codificador por entropia 4404.

[0586] O gerador de “octree” 4401 gera, por exemplo, uma “octree” a partir de pontos tridimensionais registrados (uma nuvem de pontos), e gera um código de ocupação de cada nó da “octree”. Note-se que quando `EarlyTerminatedCodingFlag = 1`, o gerador de “octree” 4401 pode determinar se um nó atual é um nó terminal antecipado usando condição I ou condição J; parar divisão de “octree” quando o nó atual é o nó terminal antecipado; e continuar codificação usando divisão de “octree” quando o nó atual não é o nó terminado antecipado. Ainda, gerador de “octree” 4401 pode anexar a uma sequência de bits um indicador (`early_terminated_node_flag`) indicando se cada nó é um nó terminal antecipado. Portanto, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode determinar corretamente se o nó é um nó terminado antecipado.

[0587] A calculadora de informação de geometria 4402 obtém informação indicando se nós vizinhos do nó atual estão ocupados, e calcula um padrão de ocupação de nó vizinho com base na informação obtida. Por exemplo, calculadora de informação de geometria 4402 calcula um padrão de ocupação de vizinho usando o método ilustrado na figura 68, etc. Ainda, a calculadora de informação de geometria 4402 pode calcular um padrão de ocupação de vizinho a partir de um código de ocupação de um nó parente ao qual o nó atual pertence. Ainda, a calculadora de informação de geometria 4402 pode armazenar nós codificados em uma lista e procurar na lista nós vizinhos. Note-se que a calculadora de informação de geometria 4402 pode selecionar nós vizinhos de acordo com uma posição do nó atual no nó parente. Além disso, a calculadora de informação de geometria 4402 pode selecionar se calcula um padrão

de ocupação de vizinho de acordo com os valores de NeighbourPatternCodingFlag e EarlyTerminatedCodingFlag.

[0588] O seletor de tabela de codificação 4403 seleciona uma tabela de codificação para codificação por entropia do nó atual usando a informação de ocupação (um padrão de ocupação de vizinho) nos nós vizinhos calculada pela calculadora de informação de geometria 4402. Por exemplo, o seletor de tabela de codificação 4403 seleciona uma tabela de codificação tendo um número de índice calculado a partir de um valor de um padrão de ocupação de vizinho.

[0589] O codificador por entropia 4404 gera uma sequência de bits através de codificação por entropia de um código de ocupação do nó atual usando a tabela de codificação selecionada tendo o número de índice. O codificador por entropia 4404 pode anexar informação da tabela de codificação selecionada à sequência de bits.

[0590] A seguir é descrito um exemplo de configuração do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. A figura 77 é um diagrama em blocos de dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 4410 de acordo com a presente modalidade. O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais 4410 inclui gerador de “octree” 4411, calculadora de informação de geometria 4412, seletor de tabela de codificação e decodificador por entropia 4414.

[0591] O gerador de “octree” 4411 gera uma “octree” de um espaço (nós) usando, por exemplo, informação de cabeçalho de uma sequência de bits. Por exemplo, o gerador de “octree” 4411 gera um espaço grande (um nó raiz) usando o tamanho de um espaço ao longo das direções de eixo x, eixo y e eixo z anexas à apenas à informação de cabeçalho, e gera uma “octree” através da geração de oito espaços A pequenos (nós A0 a A7) dividindo o espaço em dois ao longo de cada uma das direções de eixo x, eixo y e eixo z. Ainda, os nós A0 a A7 são configurados como

um nó atual em sequência.

[0592] Note-se que quando um valor de EarlyTerminatedCodingFlag obtido através da decodificação de um cabeçalho é 1, o gerador de “octree” 4111 pode determinar se um nó atual é um nó terminado antecipado usando condição I ou condição J; parar divisão de “octree” quando o nó atual é o nó terminado antecipado; e continuar a decodificação usando divisão de “octree” quando o nó atual não é o nó terminal antecipado. Ainda, o gerador de “octree” 4411 pode decodificar um indicador indicando se cada nó é um nó terminal antecipado.

[0593] A calculadora de informação de geometria 4412 obtém informação indicando se nós vizinhos do nó atual estão ocupados, e calcula um padrão de ocupação de vizinho com base na informação obtida. Por exemplo, a calculadora de informação de geometria 4412 pode calcular um padrão de ocupação de vizinho usando o método ilustrado na figura 68, etc. Ainda, a calculadora de informação de geometria 4412 pode calcular a informação de ocupação nos nós vizinho a partir de um código de ocupação de um nó parente ao qual o nó atual pertence. Ainda, a calculadora de informação de geometria 4412 pode armazenar nós decodificados em uma lista e buscar na lista um nó vizinho. Note-se que a calculadora de informação de geometria 4412 pode selecionar um no vizinho de acordo com uma posição do nó atual no nó parente. Além disso, a calculadora de informação de geometria 4412 pode selecionar se calcula um padrão de ocupação de vizinho de acordo com valores de NeighbourPatternCodingFlag e EarlyTerminatedCodingFlag obtidos através da decodificação do cabeçalho.

[0594] O seletor de tabela de codificação 4413 seleciona uma tabela de codificação para decodificação por entropia do nó atual usando a informação de ocupação (um padrão de ocupação de vizinho) nos nós vizinhos calculada através da calculadora de informação de geometria

4412. Por exemplo, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais seleciona uma tabela de codificação tendo um número de índice calculado a partir de um valor de um padrão de ocupação de vizinho.

[0595] O decodificador por entropia 4414 gera pontos tridimensionais (uma nuvem de pontos) através de decodificação por entropia de um código de ocupação do nó atual usando a tabela de codificação selecionada. O decodificador por entropia 4414 pode obter informação indicando que a tabela de codificação selecionada da sequência de bits através da realização de decodificação, e decodifica por entropia o código de ocupação do nó atual usando a tabela de codificação indicada pela informação.

[0596] Cada bit de um código de ocupação (8 bits) incluído em uma sequência de bit indica se um correspondente de oito espaços A pequenos (nó A0 até nó A7) inclui uma nuvem de pontos. Além disso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais gera uma “octree” dividindo o nó A0 do espaço pequeno em oito espaços B pequenos (nó B0 até nó B7), e calcula informação indicando se cada nó de espaços B pequenos inclui uma nuvem de pontos, através da decodificação de um código de ocupação. Como declarado acima, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica um código de ocupação de cada nó enquanto gerando uma “octree” dividindo um espaço grande em espaços pequenos. Note-se que quando um nó atual é um nó terminal antecipado, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode decodificar diretamente informação tridimensional codificada em uma sequência de bits e parar a divisão de “octree” no nó.

[0597] O que segue descreve variações do processo de codificação de dados tridimensionais e do processo de decodificação de dados tridimensionais (o processo de determinação de nó terminal antecipado).

[0598] Um método de cálculo de um padrão de ocupação vizinho de

um nó atual não é limitado a um método de uso da informação de ocupação nos seis nós vizinhos ilustrados na figura 68, etc., e o método pode ser um outro método. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode calcular um padrão de ocupação de vizinho através de referência a nós vizinhos (nós irmãos) de um nó atual em um nó parente. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode calcular um padrão de ocupação de vizinho incluindo uma posição de um nó atual em um nó parente e informação de ocupação nos nós vizinhos no nó parente. Quando seis nós vizinhos são usados, informação sobre nós vizinhos tendo um nó parente diferente de um nó atual é usada. Quando três nós vizinhos são usados, informação sobre nós vizinhos tendo um nó parente diferente de um nó atual não é usada. Portanto, uma vez que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode calcular um padrão de ocupação de vizinho através de referência a um código de ocupação de um nó parente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reduzir a quantidade de processamento.

[0599] Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode comutar adaptativamente entre o método de uso de seis nós vizinhos (o método de referência a nós vizinhos tendo um nó parente diferente de um nó atual) e o método de uso de três nós vizinhos (o método de não se referir a nós vizinhos tendo um nó parente diferente de um nó atual). Por exemplo, para determinação de seleção de uma tabela de codificação para realização de codificação aritmética em um código de ocupação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula padrão de ocupação de nó vizinho A usando o método de uso dos seis nós vizinhos. Ainda, para determinação de uma possibilidade de um nó terminado antecipado (condição I), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula padrão de ocupação de vizinho B usando o método de uso dos três nós vizinhos. Note-se que o

dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode usar o método de uso dos três nós vizinhos para determinação de seleção de uma tabela de codificação, e usar o método de uso dos seis nós vizinhos para determinação de uma possibilidade de um nó terminal antecipado (condição I). Como declarado acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode controlar um equilíbrio entre a eficiência de codificação e a quantidade de processamento comutando adaptativamente entre os métodos de cálculo de um padrão de ocupação de vizinho.

[0600] A figura 78 é um fluxograma do processo de codificação de dados tridimensionais. Primeiro, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se NeighbourPatternCodingFlag é 1 (S4441).

[0601] Quando NeighbourPatternCodingFlag = 1 (YES em S4441), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula padrão A de ocupação de vizinho de um nó atual (S4442). O dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode usar padrão A de ocupação de vizinho calculado na seleção de uma tabela de codificação para realização de codificação aritmética em um modo de ocupação.

[0602] Em contraste, quando NeighbourPatternCodingFlag = 0 (NÃO em S4441), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura um valor de padrão de ocupação de vizinho A para 0 sem cálculo do padrão de ocupação de vizinho A (S4443).

[0603] Em seguida, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se EarlyTerminatedCodingFlag é 1 (S4444).

[0604] Quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1 (SIM em S4444), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho B do nó atual (S4445). O padrão de ocupação de vizinho B é usado em, por exemplo, em determinação da condição I.

[0605] Em contraste, quando EarlyTerminatedCodingFlag = 0 (NÃO em S4444), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura um valor de padrão de ocupação de vizinho B para 0 sem calcular

o padrão de ocupação de vizinho B (S4446).

[0606] Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais usa um método diferente em cálculo de cada padrão de ocupação de vizinho A e padrão de ocupação de vizinho B. Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula padrão de ocupação de vizinho A usando o método de uso dos seis nós e calcula o padrão de ocupação de vizinho B usando o método usando os três nós vizinhos. Ainda, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode usar um método de cálculo diferente para cada um de padrão de ocupação de vizinho A e padrão de ocupação de vizinho B de uma maneira similar.

[0607] Note-se que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reconfigurar o padrão de ocupação de vizinho A para um valor de 0 e atualizar o valor de padrão de ocupação de vizinho A quando NeighbourPatternCodingFlag = 1. Além disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reconfigurar o padrão de ocupação de vizinho B para um valor de 0 e atualizar o valor de padrão de ocupação de vizinho B quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1.

[0608] Então, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a condição I é satisfeita (S4447). Os detalhes dessa etapa são iguais àqueles da etapa S4414 ilustrados na, por exemplo, figura 70. A etapa S4447, no entanto, difere da etapa S4414 pelo fato que o padrão de ocupação de vizinho B é usado como um padrão de ocupação de vizinho. Para colocar de um outro modo, a condição I pode incluir uma condição que EarlyTerminatedCodingFlag = 1 é satisfeita. Ainda, a condição I pode incluir uma condição que o padrão de ocupação de vizinho B = 0 é satisfeito. Por exemplo, quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1 e o padrão de ocupação de vizinho B = 0, a condição I pode ser verdadeira; e em outros casos, a condição I pode ser falsa.

[0609] Note-se que as etapas S4448 a S4452 são idênticas às etapas S4415 a S4419 mostradas na figura 70, e descrição de sobreposição é omitida.

[0610] A figura 79 é um fluxograma de uma variação do processo de codificação de dados tridimensionais (o processo de determinação de nó terminado antecipado) realizado através do dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. O processo ilustrado na figura 79 difere do processo ilustrado na figura 78 pelo fato que as etapas S4453 e S4454 são adicionadas.

[0611] Quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1 (SIM em S4444), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se NeighbourPatternCodingFlag é 1 (S4453).

[0612] Quando NeighbourPatternCodingFlag = 1 (SIM em S4453), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais configura um valor de padrão de ocupação de vizinho B para um valor de padrão de ocupação de vizinho A (S4454).

[0613] Quando NeighbourPatternCodingFlag = 0 (NÃO em S4453), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula padrão de ocupação de vizinho B (S4445).

[0614] Como declarado acima, quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho A, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais sua o padrão de ocupação de vizinho A como padrão de ocupação de vizinho B. Em outras palavras, o padrão de ocupação de vizinho A é usado na determinação da condição I. portanto, uma vez que o dispositivo de codificação de dados tridimensionais não calcula padrão de ocupação de vizinho B quando o dispositivo de codificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho A, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode reduzir a quantidade de processamento.

[0615] A figura 80 é um fluxograma de uma variação do processo

de decodificação de dados tridimensionais (o processo de determinação de nó terminado antecipado) realizado pelo dispositivo de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade.

[0616] Primeiro, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica NeighbourPatternCodingFlag a partir do cabeçalho de uma sequência de bits (S4461). Em seguida, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica EarlyTerminatedCodingFlag a partir do cabeçalho da sequência de bits (S4462).

[0617] Então, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se NeighbourPatternCodingFlag decodificado é 1 (S4463).

[0618] Quando NeighbourPatternCodingFlag é 1 (SIM em S4463), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho A de um nó atual (S4464). Note-se que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode usar o padrão de ocupação de vizinho calculado na seleção de uma tabela de codificação para realização de codificação aritmética em um código de ocupação.

[0619] Quando NeighbourPatternCodingFlag é 0 (NÃO em S4463), O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais configura o padrão de ocupação de vizinho A para 0 (S4465).

[0620] Depois disso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se EarlyTerminatedCodingFlag é 1 (S4466).

[0621] Quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1 (SIM em S4466), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho B do nó atual (S4467). O padrão de ocupação de vizinho B é usado em, por exemplo, determinação da condição I.

[0622] Em contraste, quando EarlyTerminatedCodingFlag = 0 (NÃO em S4466), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais configura um valor de padrão de ocupação de vizinho B para 0 sem

calcular o padrão de ocupação de vizinho B (S4468).

[0623] Por exemplo, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais usa um método diferente no cálculo de cada um do padrão de ocupação de vizinho e padrão de ocupação de vizinho B. Por exemplo, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho A usando o método de uso dos seis nós vizinho e calcula o padrão de ocupação de vizinho B usando o método de uso dos três nós vizinhos.

[0624] Note-se que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode reconfigurar o padrão de ocupação de vizinho A para um valor de 0 e atualizar o valor de padrão de ocupação de vizinho A quando NeighbourPatternCodingFlag = 1. Além disso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode reconfigurar o padrão de ocupação de vizinho B para um valor de 0 e atualizar o valor de padrão de ocupação de vizinho B quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1.

[0625] Em seguida, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se a codificação I é satisfeita (S4469). Os detalhes dessa etapa são iguais àqueles da etapa S4426 ilustrada na, por exemplo, figura 72. A etapa S4469, no entanto, difere da etapa S4426 pelo fato que o padrão de ocupação de vizinho B é usado como um padrão de ocupação de vizinho. Para colocar de outra maneira, a condição I pode incluir uma condição que EarlyTerminatedCodingFlag = 1 é satisfeita. Ainda, a condição I pode incluir uma condição que o padrão de ocupação de vizinho B = 0 é satisfeita. Por exemplo, quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1 e o padrão de ocupação de vizinho B = 0, a condição I pode ser verdadeira; e nos outros casos, a condição I pode ser falsa.

[0626] Note-se que as etapas S4470 a S4473 são idênticas às etapas S4427 a S4430 mostradas na figura 72, e descrição de sobreposição é omitida.

[0627] A figura 81 é um fluxograma de uma variação do processo de decodificação de dados tridimensionais (o processo de determinação de modo terminado antecipado) realizado através do dispositivo de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade. O processo ilustrado na figura 81 difere do processo ilustrado na figura 80 pelo fato que as etapas S4474 e S4475 são adicionadas.

[0628] Quando EarlyTerminatedCodingFlag = 1 (SIM em S4466), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se NeighbourPatternCodingFlag é 1 (S4474).

[0629] Quando NeighbourPatternCodingFlag = 1 (SIM em S4474), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais configura um valor de padrão de ocupação de vizinho B para um valor de padrão de ocupação de vizinho A (S4475).

[0630] Quando NeighbourPatternCodingFlag = 0 (NÃO em S4474), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho B (S4467).

[0631] Como declarado acima, quando o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho A, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais usa padrão de ocupação de vizinho A como padrão de ocupação de vizinho B. Em outras palavras, o padrão de ocupação de vizinho A é usado na determinação da condição I. Portanto, uma vez que o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais não calcula o padrão de ocupação de vizinho B quando o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais calcula o padrão de ocupação de vizinho A, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode reduzir a quantidade de processamento.

[0632] Note-se que a relação de correspondência mencionada acima entre os valores (0 ou 1) dos indicadores e os significados é um

exemplo, e a relação de correspondência entre os valores dos indicadores e os significados pode ser revertida.

[0633] Como declarado acima, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade realiza o processo mostrado na figura 82.

[0634] O dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se um primeiro indicador (por exemplo, NeighbourPatternCoding-Flag) indica um primeiro valor (por exemplo, 1) (S4481). Quando o primeiro indicador indica o primeiro valor (SIM em S4481), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais cria um primeiro padrão de ocupação (por exemplo, padrão de ocupação de vizinho A) indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em dados tridimensionais (S4482) (por exemplo, S4442 e S4454 na figura 79).

[0635] Em seguida, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a primeira codificação (por exemplo, um nó terminado antecipado) é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira codificação sendo para codificação de partes de informação de posição de pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem dividir o nó atual em nós filhos (S4483) (por exemplo, S4447 na figura 79).

[0636] Quando um primeiro indicador indica um segundo valor (por exemplo, 0) diferente do primeiro valor (NÃO em S4481), o dispositivo de codificação de dados tridimensionais cria um segundo padrão de ocupação (por exemplo, padrão de ocupação de vizinho B) indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual (S4484) (por exemplo, S4445 na figura 79). Em seguida, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a primeira codificação é

útil com base no segundo padrão de ocupação (S4485) (por exemplo, S4447 na figura 79).

[0637] Finalmente, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais gera uma sequência de bits incluindo o primeiro indicador (S4486).

[0638] Com isso, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais pode selecionar um padrão de ocupação de nós vizinhos a ser usado para determinar se a primeira ocupação é útil, de acordo com o primeiro indicador. Portanto, uma vez que é possível determinar apropriadamente se a primeira codificação é útil, é possível melhorar a eficiência de codificação.

[0639] Por exemplo, quando determinando que a primeira codificação é útil, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a primeira codificação deve ser usada com base em uma condição predeterminada (por exemplo, condição J) (por exemplo, S4448 na figura 78); quando determinando que a primeira codificação deve ser usada, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica o nó atual usando a primeira codificação (por exemplo, S4450 na figura 79); e quando determinando que a primeira codificação não deve ser usada, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais codifica o nó atual usando segunda codificação para divisão do nó atual em nós filhos (por exemplo, S4452 na figura 79). A sequência de bits inclui ainda um segundo sinalizador (por exemplo, `early_terminated_node_flag`) indicando se a primeira codificação deve ser usada.

[0640] Por exemplo, na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a primeira codificação é útil com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total

de nós ocupados incluídos no nó parente. Por exemplo, quando o número total dos nós ocupados incluídos no nó parente é menos do que um número predeterminado, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que a primeira codificação é útil; e quando o número total dos nós ocupados incluídos no nó parente é maior do que o número predeterminado, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que a primeira codificação não é útil.

[0641] Por exemplo, na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a primeira codificação é útil com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluídos em um nó avô do nó atual. Por exemplo, quando o número total dos nós ocupados incluídos no nó avô é menos do que um número predeterminado, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que a primeira codificação é útil; e quando o número total dos nós ocupados incluídos no nó avô é maior do que o número predeterminado, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que a primeira codificação não é útil.

[0642] Por exemplo, na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina se a primeira codificação é útil com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) uma camada à qual o nó atual pertence. Por exemplo, quando a camada à qual o nó atual pertence é menor do que uma camada predeterminada, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que a primeira codificação é útil; e quando a camada à qual o nó atual pertence é maior do que a camada predeterminada, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que a primeira codificação não é útil.

[0643] Por exemplo, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais inclui um processador e uma memória, e o processador realiza o processo acima usando a memória.

[0644] Além disso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a presente modalidade realiza o processo mostrado na figura 83. Primeiro, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais obtém um primeiro indicador (por exemplo, NeighbourPatternCodingFlag) a partir de uma sequência de bits (S4491). O dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se o primeiro indicador indica um primeiro valor (por exemplo, 1) (S4492).

[0645] Quando o primeiro indicador indica um primeiro valor (NÃO em S4492), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais cria um primeiro padrão de ocupação (por exemplo, padrão de ocupação de vizinho A) indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em dados tridimensionais (S4493) (por exemplo, S4464 e S4475 na figura 81). Em seguida, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se primeira decodificação (por exemplo, um nó terminal antecipado) é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira decodificação sendo para partes de decodificação de informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem dividir o nó atual em nós filhos (S4494) (por exemplo, S4469 na figura 81).

[0646] Quando o primeiro indicador indica um segundo valor (por exemplo, 0), diferente do primeiro valor (NÃO em S4492), o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais cria um segundo padrão de ocupação (por exemplo, padrão de ocupação de vizinho B) indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual (S4495)

(por exemplo, S4467 na figura 81). Finalmente, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se a primeira decodificação é útil com base no segundo padrão de ocupação (S4496) (por exemplo, S4496 na figura 81).

[0647] Com isso, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais pode selecionar um padrão de ocupação de nós vizinhos a ser usado para determinar se a primeira codificação é útil, de acordo com o primeiro indicador. Portanto, uma vez que é possível determinar apropriadamente se a primeira codificação é útil, é possível melhorar a eficiência de codificação.

[0648] Por exemplo, quando determinando que a primeira decodificação é útil, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais obtém um segundo indicador indicando se a primeira decodificação deve ser usada a partir da sequência de bits (por exemplo, S4470 na figura 81); quando o segundo indicador indica que a primeira decodificação deve ser usada, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica o nó atual usando a primeira decodificação (por exemplo, S4472 na figura 81); e quando o segundo indicador indica que a primeira decodificação não deve ser usada, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais decodifica o nó atual usando segunda decodificação para divisão do nó atual em nós filhos (por exemplo, S4473 na figura 81).

[0649] Por exemplo, na determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se a primeira decodificação é útil com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluídos no nó parente. Por exemplo, quando o número total dos nós ocupados incluídos no nó parente é menos do que um número predeterminado, o dispositivo de codificação de

dados tridimensionais determina que a primeira codificação é útil; e quando o número total dos nós ocupados incluídos no nó parente é maior do que o número pré-determinado, o dispositivo de codificação de dados tridimensionais determina que a primeira codificação não é útil.

[0650] Por exemplo, na determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se a primeira decodificação é útil com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluídos em um nó avô do nó atual. Por exemplo, quando o número total dos nós ocupados incluídos no nó avô é menos do que um número predeterminado, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina que a primeira decodificação é útil; e quando o número total dos nós ocupados incluídos no nó avô é maior do que o número predeterminado, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina que a primeira decodificação não é útil.

[0651] Por exemplo, na determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina se a primeira codificação é útil com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) uma camada à qual o nó atual pertence. Por exemplo, quando a camada à qual o nó atual pertence é menor do que uma camada predeterminada, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina que a primeira decodificação é útil; e quando a camada à qual o nó atual pertence é maior do que a camada predeterminada, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais determina que a primeira decodificação não é útil.

[0652] Por exemplo, o dispositivo de decodificação de dados tridimensionais inclui um processador e memória, e o processador realiza o processo acima usando a memória.

[0653] Um dispositivo de codificação de dados tridimensionais, um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais e similar de acordo com a modalidade da presente descrição foram descritos acima, mas a presente descrição não é limitada a essas modalidades.

[0654] Note-se que cada um dos processadores incluídos no dispositivo de codificação de dados tridimensionais, no dispositivo de decodificação de dados tridimensionais e similar de acordo com as modalidades acima é tipicamente implementado como um circuito integrado de larga escala (LSI), que é um circuito integrado (IC). Esses podem tomar a forma de *chips* individuais ou podem ser parcialmente ou totalmente inseridos em um único *chip*.

[0655] Tal IC não está limitado a um LSI, e, dessa forma, pode ser implementado como um circuito dedicado ou um processador de finalidade geral. Alternativamente, um conjunto de porta programável em campo (FPGA) que permite a programação depois da fabricação de um LSI, ou um processador reconfigurável que permite a reconfiguração da conexão e a configuração das células de circuito dentro de um LSI, podem ser empregados.

[0656] Ademais, nas modalidades acima, os componentes estruturais podem ser implementados como *hardware* dedicado ou podem ser realizados pela execução de um programa de *software* adequado para tais componentes estruturais. Alternativamente, os componentes estruturais podem ser implementados por um executor de programa, tal como uma CPU, ou um processador que leia e execute o programa de *software* gravado em um meio de gravação, tal como um disco rígido ou uma memória semicondutora.

[0657] A presente descrição também pode ser implementada como

um método de codificação de dados tridimensionais, um método de decodificação de dados tridimensionais, ou similares, executados pelo dispositivo de codificação de dados tridimensionais, dispositivo de decodificação de dados tridimensionais, e similares.

[0658] Além disso, as divisões dos blocos funcionais ilustrados nos diagramas em bloco são meros exemplos, e, dessa forma, uma pluralidade de blocos funcionais pode ser implementada com um único bloco funcional, ou um único bloco funcional pode ser dividido em uma pluralidade de blocos funcionais, ou uma ou mais funções podem ser movidas para outro bloco funcional. Além disso, as funções de uma pluralidade de blocos funcionais possuindo funções similares podem ser processadas por *hardware* ou *software* singular de forma paralelizada ou dividida em tempo.

[0659] Além disso, a ordem de processamento da execução das etapas ilustradas nos fluxogramas é uma mera ilustração para descrever especificamente a presente descrição, e, dessa forma, pode ser uma ordem além da ordem ilustrada. Além disso, uma ou mais dentre as etapas podem ser executadas simultaneamente (em paralelo) com outra etapa.

[0660] Um dispositivo de codificação de dados tridimensionais, um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais e similares, de acordo com um ou mais aspectos, foram descritos com base nas modalidades, mas a presente descrição não está limitada a essas modalidades. Os um ou mais aspectos podem, dessa forma, incluir formas obtidas pela realização de várias modificações nas modalidades acima, que podem ser concebidas pelos versados na técnica, além das formas obtidas pela combinação de componentes estruturais em modalidades diferentes, sem se distanciar materialmente do espírito da presente descrição.

Aplicabilidade Industrial

[0661] A presente descrição é aplicável a um dispositivo de codificação de dados tridimensionais e a um dispositivo de decodificação de dados tridimensionais.

Referência nos Desenhos

100, 400	dispositivo de codificação de dados tridimensionais
101, 202, 401, 501	elemento de obtenção
102, 402	determinador de região de codificação
103	divisor
104, 644	codificador
111	dados tridimensionais
112, 211, 413, 414, 511, 634	dados tridimensionais codificados
200, 500	dispositivo de decodificação de dados tridimensionais
202	determinador GOS inicial de decodificação
203	determinador de SPC de decodificação
204, 625	decodificador
212, 512, 513	dados tridimensionais decodificados
403	extrator de SWLD
404	codificador de WLD
405	codificador de SWLD
411	dados tridimensionais registrados
412	dados tridimensionais extraídos
502	analisador de cabeçalho
503	decodificador de WLD
504	decodificador de SWLD
620, 620A	dispositivo de criação de dados tridimensionais
621, 641	criador de dados tridimensionais
622	determinador de faixa de solicitação
623	buscador
624, 642	receptor
626	misturador

631, 651	informação de sensor
632	primeiros dados tridimensionais
633	informação de faixa de solicitação
635	segundos dados tridimensionais
636	terceiros dados tridimensionais
640	dispositivo de transmissão de dados tridimensionais
643	extrator
645	transmissor
652	quintos dados tridimensionais
654	sextos dados tridimensionais
700	dispositivo de processamento de informação tridimensional
701	elemento de obtenção de mapa tridimensional
702	elemento de obtenção de dados autodetectados
703	unidade de julgamento de caso anormal
704	determinador de operação de enfrentamento
705	controlador de operação
711	mapa tridimensional
712	dados tridimensionais autodetectados
810	dispositivo de criação de dados tridimensionais
811	receptor de dados
812, 819	unidade de comunicação
813	controlador de recepção
814, 821	conversor de formato
815	sensor
816	criador de dados tridimensionais
817	sintetizador de dados tridimensionais
818	armazenador de dados tridimensionais
820	controlador de transmissão
822	transmissor de dados

831, 832, 834, 835, 836, 837	dados tridimensionais
833	informação de sensor
901	servidor
902, 902A, 902B, 902C	dispositivo de cliente
1011, 1111	receptor de dados
1012, 1020, 1112, 1120	unidade de comunicação
1013, 1113	controlador de recepção
1014, 1019, 1114, 1119	conversor de formato
1015	sensor
1016, 1116	criador de dados tridimensionais
1017	processador de imagem tridimensional
1018, 1118	armazenador de dados tridimensionais
1021, 1121	controlador de transmissão
1022, 1122	transmissor de dados
1031, 1032, 1135	mapa tridimensional
1033, 1037, 1132	informação de sensor
1034, 1035, 1134	dados tridimensionais
1117	misturador de dados tridimensionais
1201	processador de compressão/decodificação de mapa tridimensional
1202	processador de compressão/decodificação de in- formação de sensor
1211	processador de decodificação de mapa tridimen- sional
1212	processador de compressão de informação de sensor
1300	dispositivo de codificação de dados tridimensio- nais
1301	divisor
1302	subtraidor

1303	transformador
1304	quantizador
1305, 1402	quantizador inverso
1306, 1403	transformador inverso
1307, 1404	somador
1308, 1405	memória de volume de referência
1309, 1406	intraprevisor
1310, 1407	memória de espaço de referência
1311, 1408	interprevisor
1312, 1409	controlador de previsão
1313	codificador por entropia
1400	dispositivo de decodificação de dados tridimensi- onais
1401	decodificador por entropia
2100	dispositivo de codificação de dados tridimensio- nais
2101, 2111	gerador de "octree"
2102, 2112	calculadora de informação de geometria
2103, 2113	seletor de tabela de codificação
2104	codificador por entropia
2110	dispositivo de decodificação de dados tridimensi- onais
2114	decodificador por entropia
4400	dispositivo de codificação de dados tridimensio- nais
4401, 4411	gerador de "octree"
4402, 4412	calculadora de informação de geometria
4403, 4413	seletor de tabela de codificação
4404	codificador por entropia

4410	dispositivo de decodificação de dados tridimensi-
onais	
4414	decodificador por entropia

REIVINDICAÇÕES

1. Método de codificação de dados tridimensionais, caracterizado pelo fato de que compreende:

(i) quando um primeiro indicador indica um primeiro valor, criar um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária dos pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais, e

determinar se primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira codificação sendo para codificação de partes de informação de posição dos pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem divisão do nó atual em nós filhos;

(ii) quando o primeiro indicador indica um segundo valor diferente do primeiro valor,

criar um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e

determinar se a primeira codificação é útil com base no segundo padrão de ocupação; e (iii) gerar uma sequência de bits incluindo o primeiro indicador.

2. Método de codificação de dados tridimensionais de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

(i) quando a primeira decodificação é determinada ser útil, se a primeira codificação deve ser usada é determinado com base em uma condição predeterminada,

(ii) quando a primeira codificação é determinada ser usada, o nó atual é codificado usando a primeira codificação,

(iii) quando a primeira codificação é determinada não ser usada, o nó atual é codificado usando segunda codificação para divisão

do nó atual em nós filhos, e

a sequência de bits inclui ainda um segundo sinalizador indicando se a primeira codificação deve ser usada.

3. Método de codificação de dados tridimensionais de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que

na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira codificação é útil é determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluídos no nó parente.

4. Método de codificação de dados tridimensionais de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que

na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira codificação é útil é determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluídos em um nó avô do nó atual.

5. Método de codificação de dados tridimensionais de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que

na determinação de se a primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira codificação é útil é determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e em (ii) uma camada à qual o nó atual pertence.

6. Método de decodificação de dados tridimensionais, caracterizado pelo fato de que compreende:

- (i) obter um primeiro indicador a partir de uma sequência de bits;
- (ii) quando o primeiro indicador indicar um primeiro valor, criar um primeiro padrão de ocupação indicando estados de

ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente de um nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em dados tridimensionais, e

determinar se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira decodificação sendo para decodificação de partes de informação de posição de pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem divisão do nó atual em nós filhos; e

(iii) quando o primeiro indicador indicar um segundo valor diferente do primeiro valor,

criar um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e

determinar se a primeira decodificação é útil com base no segundo padrão de ocupação.

7. Método de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que

(i) quando a primeira decodificação é determinada ser útil, um segundo indicador indicando se a primeira decodificação deve ser usada é obtido a partir da sequência de bits,

(ii) quando o segundo indicador indica que a primeira decodificação deve ser usada, o nó atual é decodificado usando a primeira decodificação, e

(iii) quando o segundo indicador indicar que a primeira codificação não deve ser usada, o nó atual é decodificado usando segunda decodificação para divisão do nó atual em nós filhos.

8. Método de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que

na determinação de se a primeira decodificação é útil com

base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira decodificação é útil é determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) um número total de nós ocupados incluídos no nó parente.

9. Método de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que

na determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira decodificação é útil é determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) em um número total de nós ocupados incluídos em um nó avô do nó atual.

10. Método de decodificação de dados tridimensionais de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que

na determinação de se a primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação, se a primeira decodificação é útil é determinado com base (i) no primeiro padrão de ocupação ou no segundo padrão de ocupação e (ii) em uma camada à qual o nó atual pertence.

11. Dispositivo de codificação de dados tridimensionais que codifica pontos tridimensionais tendo informação de atributo, caracterizado pelo fato de que compreende:

um processador; e

memória,

em que usando a memória, o processador:

(i) quando um primeiro indicador indica um primeiro valor, cria um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente do nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em

dados tridimensionais, e

determina se primeira codificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira codificação sendo para codificação de partes de informação de posição de pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem dividir o nó atual em nós filhos;

(ii) quando o primeiro indicador indica um segundo valor diferente do primeiro valor,

cria um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e

determina se a primeira codificação é útil com base no segundo padrão de ocupação; e

(iii) gera uma sequência de bits incluindo o primeiro indicador.

12. Dispositivo de decodificação de dados tridimensionais que decodifica pontos tridimensionais tendo informação de atributo, caracterizado pelo fato de que compreende:

um processador; e

memória,

em que usando a memória, o processador:

(i) quando um primeiro indicador indica um primeiro valor, cria um primeiro padrão de ocupação indicando estados de ocupação de segundos nós vizinhos incluindo um primeiro nó vizinho tendo um nó parente diferente de um nó parente do nó atual incluído em uma estrutura de árvore N-ária de pontos tridimensionais incluídos em dados tridimensionais, e

determina se primeira decodificação é útil com base no primeiro padrão de ocupação, a primeira decodificação sendo para codificação de partes de informação de posição de pontos tridimensionais incluídos no nó atual sem dividir o nó atual em nós filhos;

(ii) quando o primeiro indicador indica um segundo valor diferente do primeiro valor,

cria um segundo padrão de ocupação indicando estados de ocupação de terceiros nós vizinhos excluindo o primeiro nó vizinho tendo o nó parente diferente do nó parente do nó atual, e

determina se a primeira codificação é útil com base no segundo padrão de ocupação.

FIG. 1

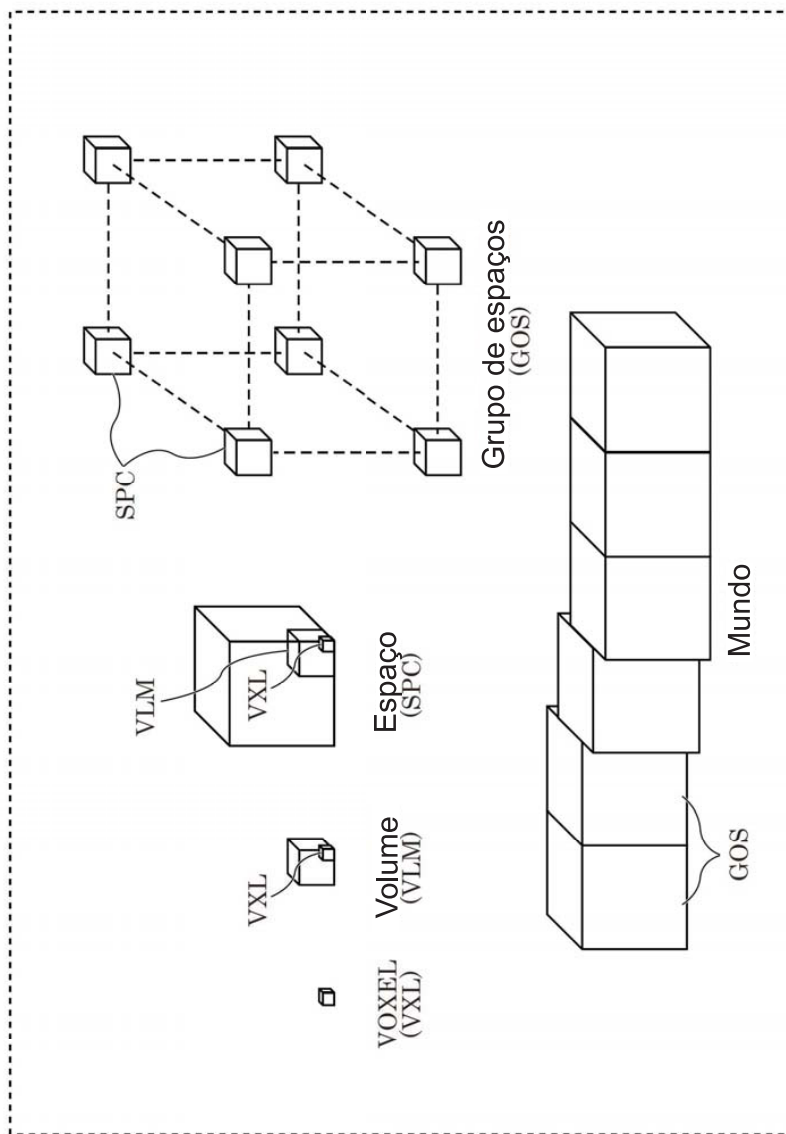


FIG. 2

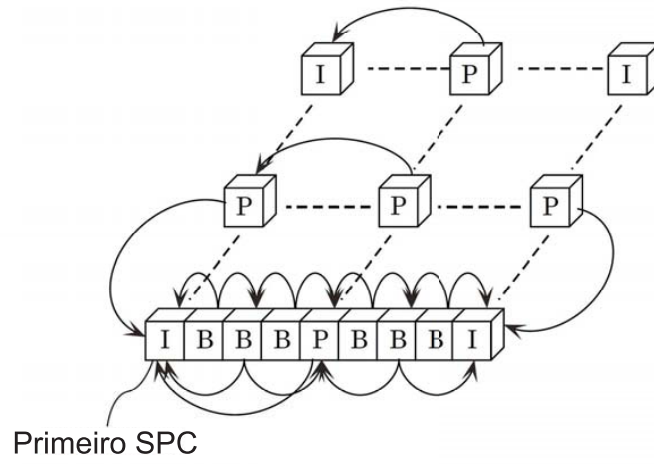


FIG. 3

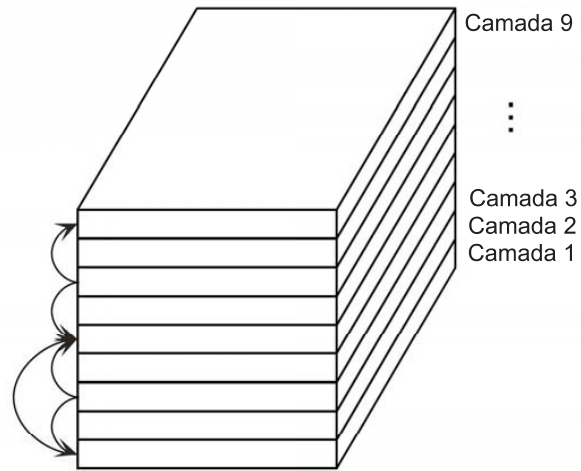


FIG. 4

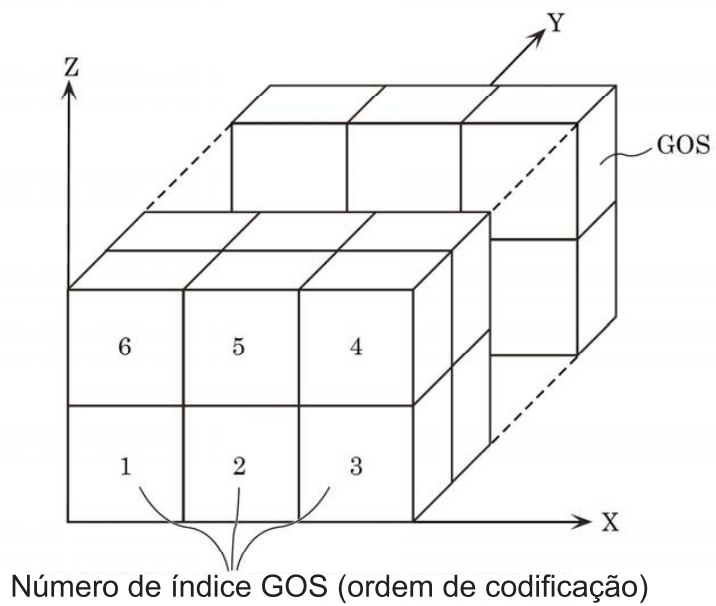


FIG. 5

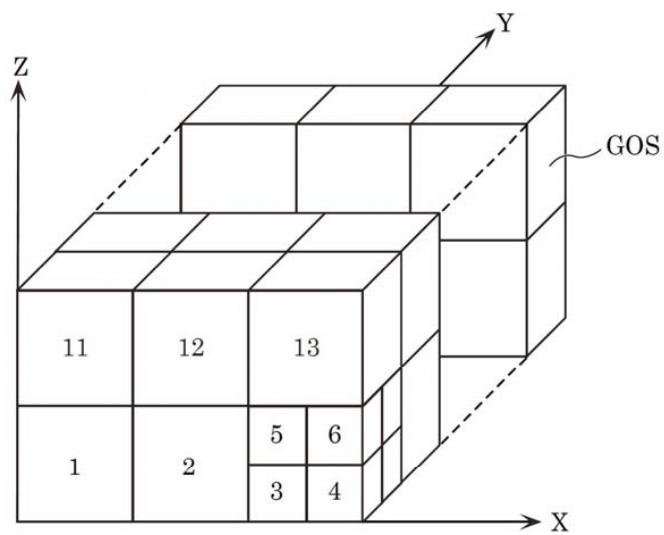


FIG. 6

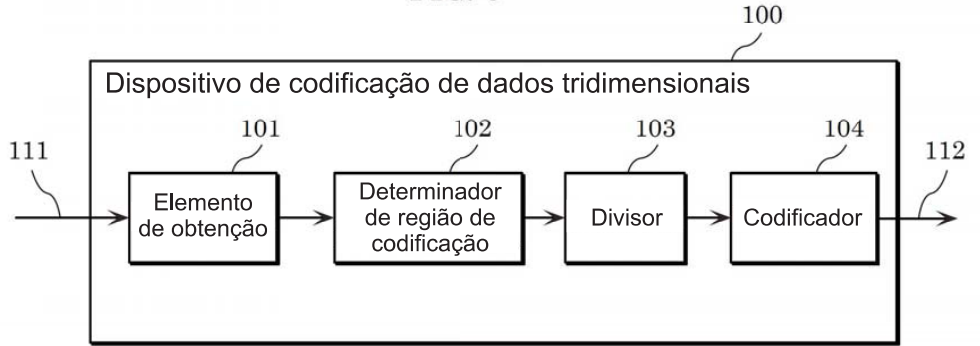


FIG. 7

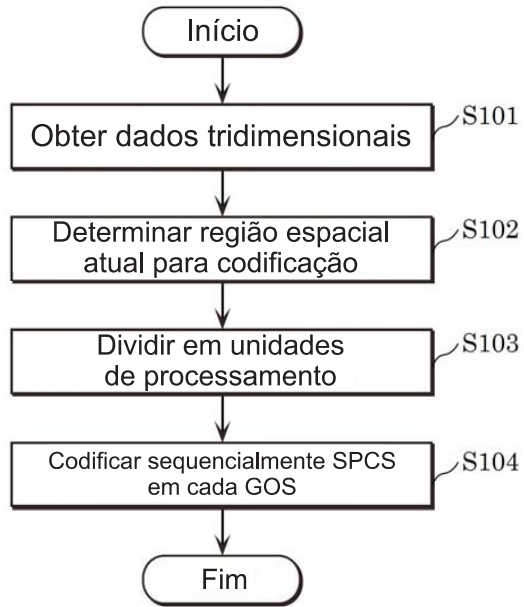


FIG. 8

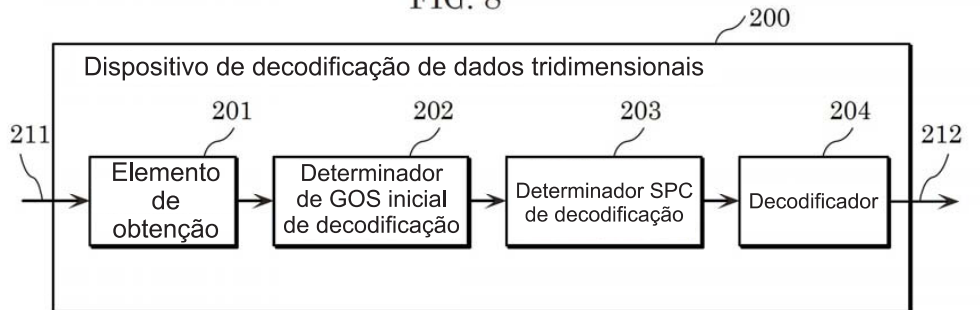


FIG. 9

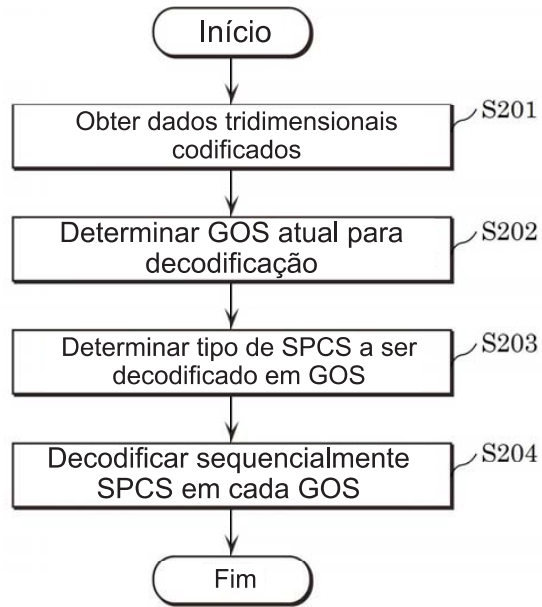


FIG. 10

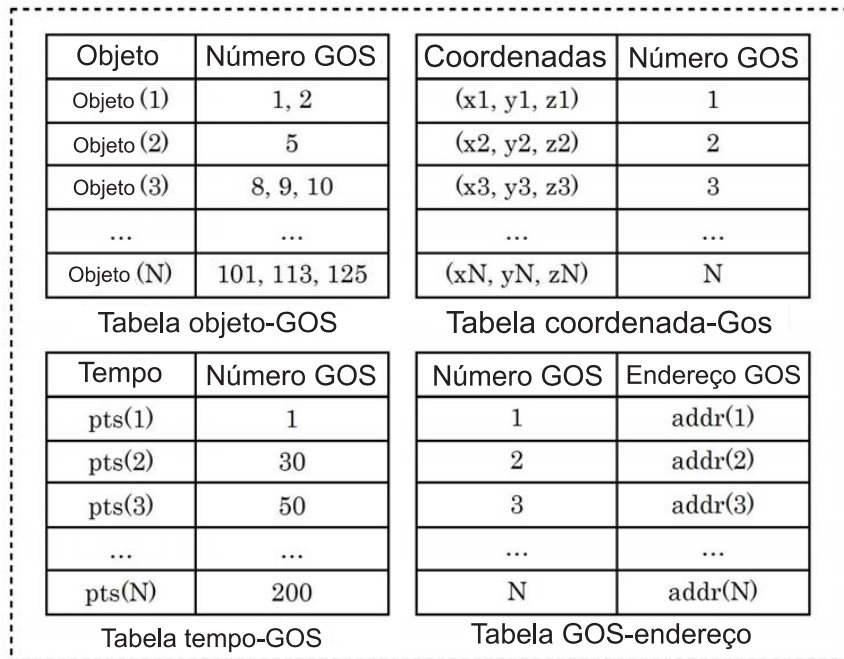


FIG. 11

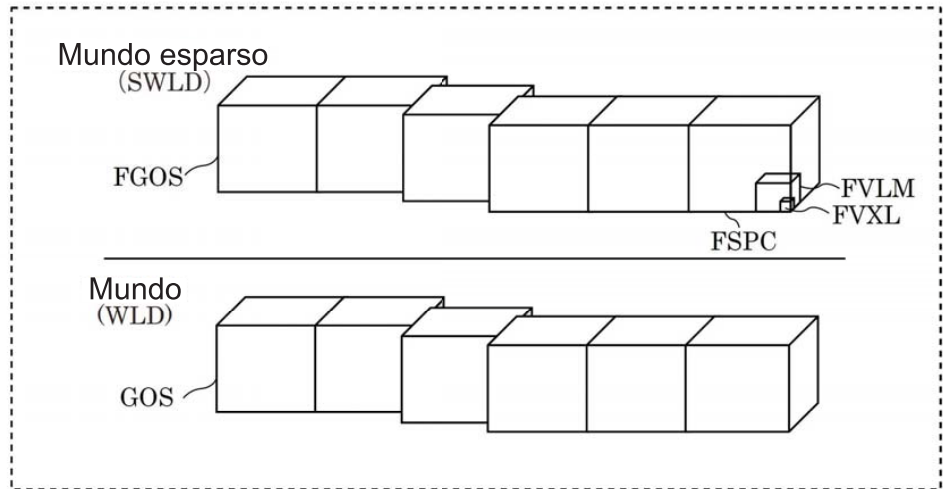


FIG. 12

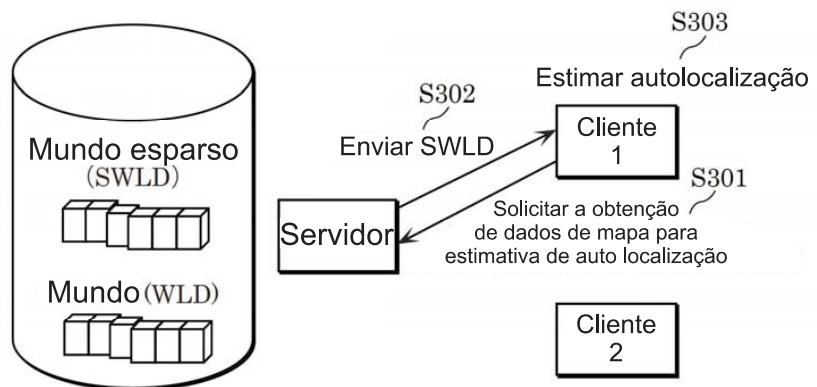


FIG. 13

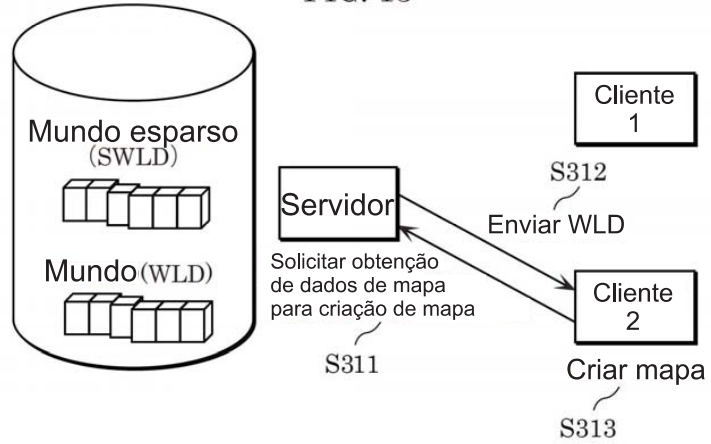


FIG. 14

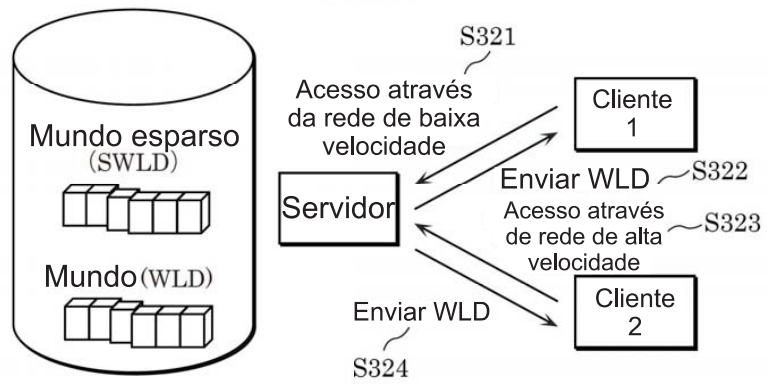


FIG. 15

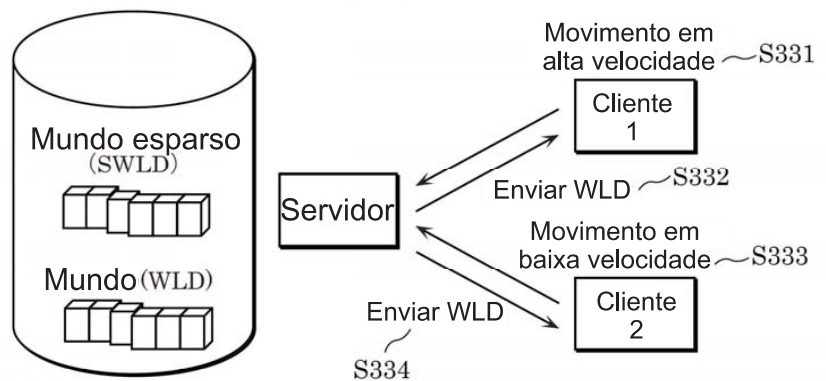


FIG. 16

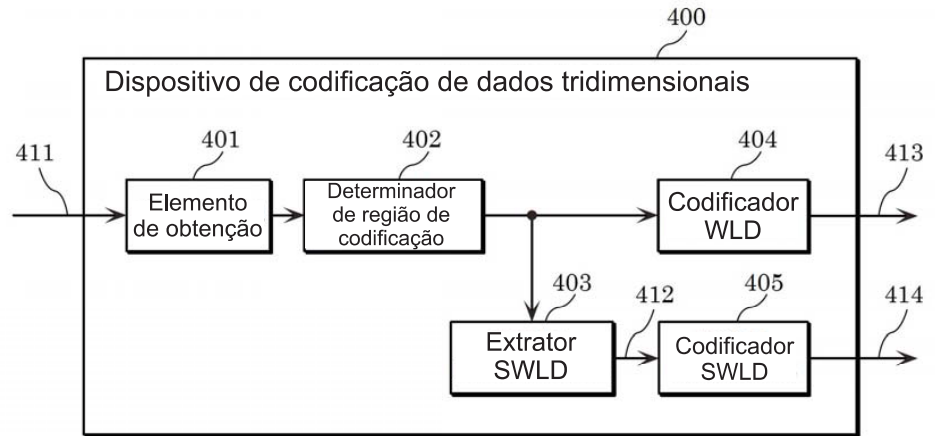


FIG. 17

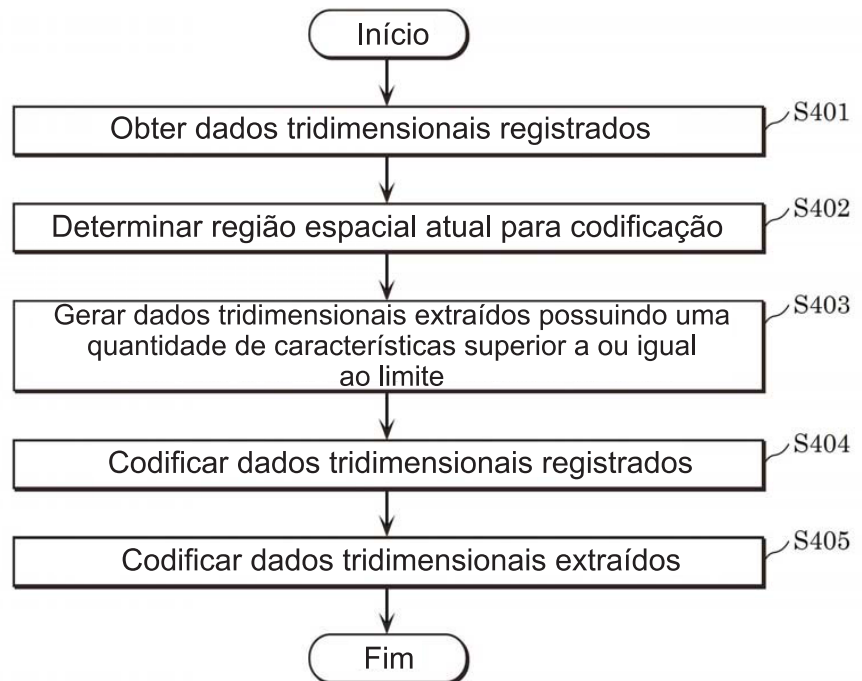


FIG. 18

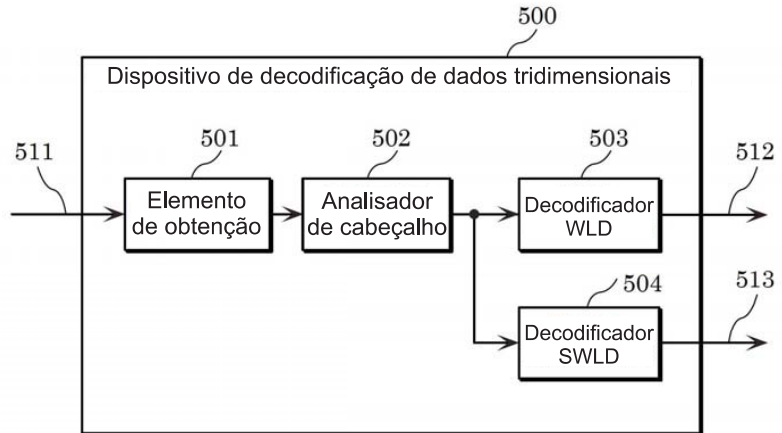


FIG. 19

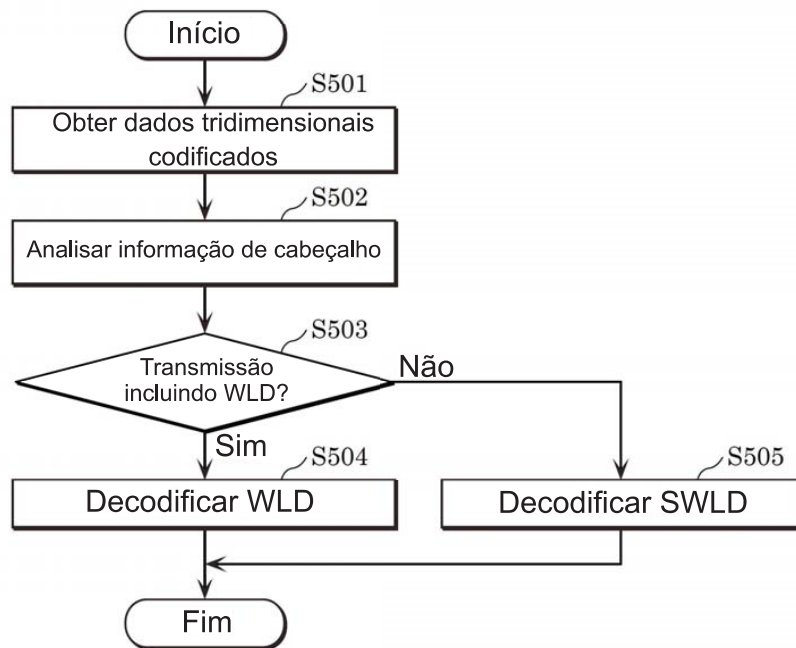


FIG. 20

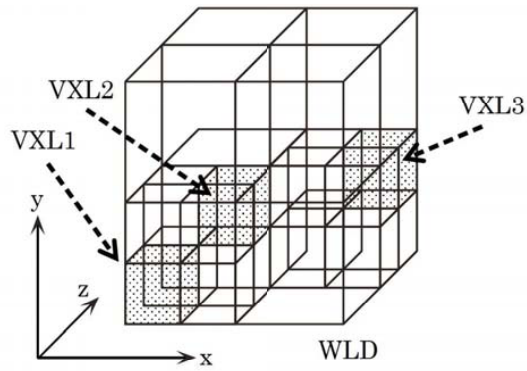


FIG. 21

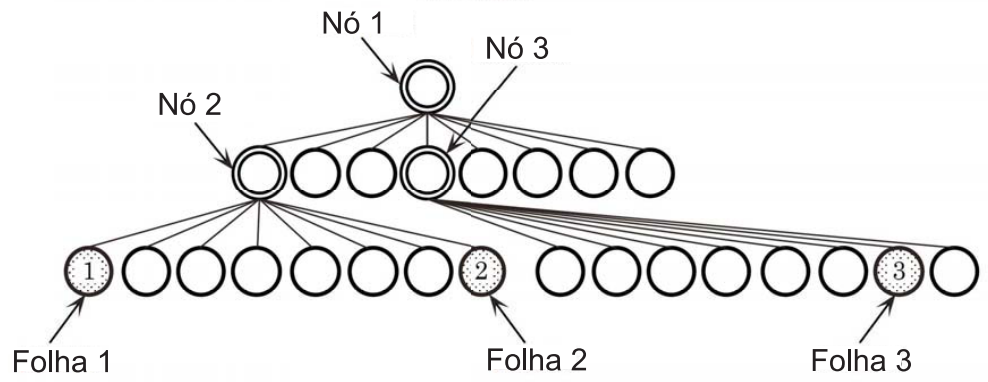


FIG. 22

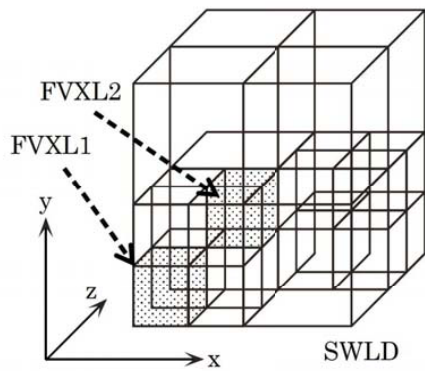


FIG. 23

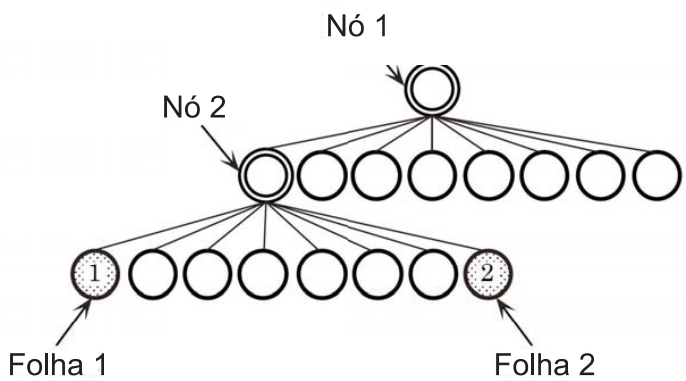


FIG. 24

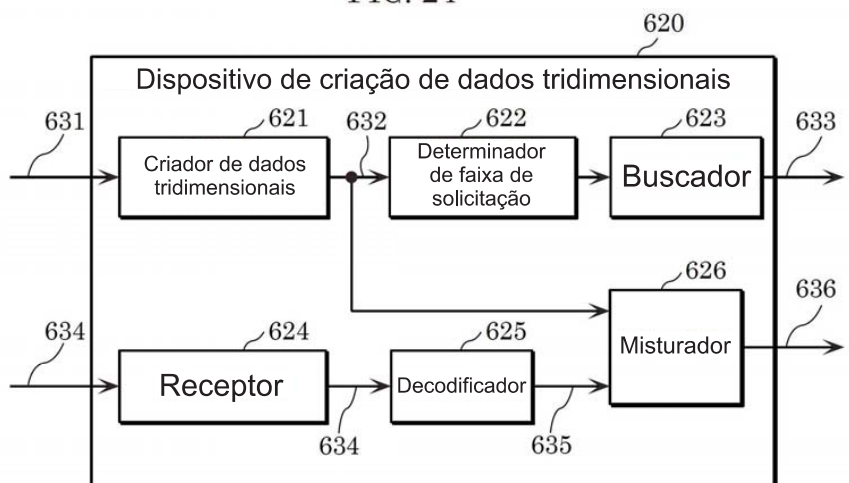


FIG. 25

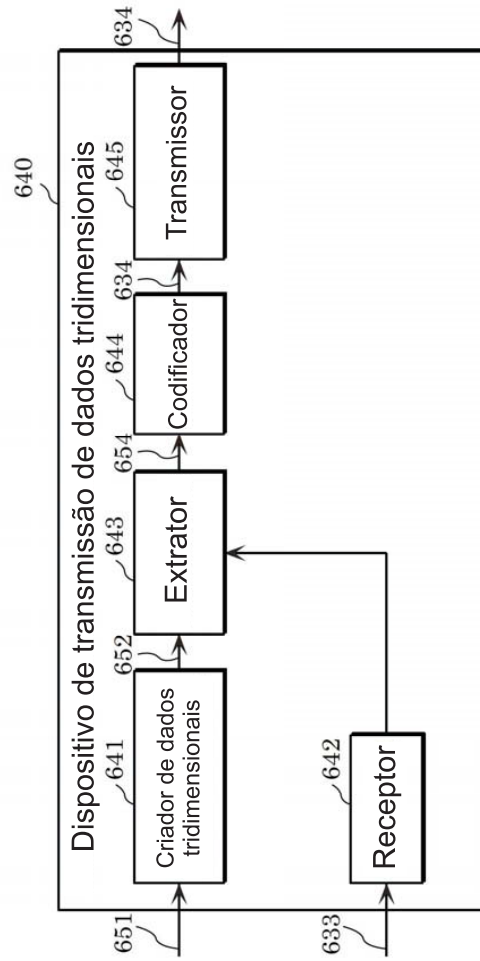


FIG. 26

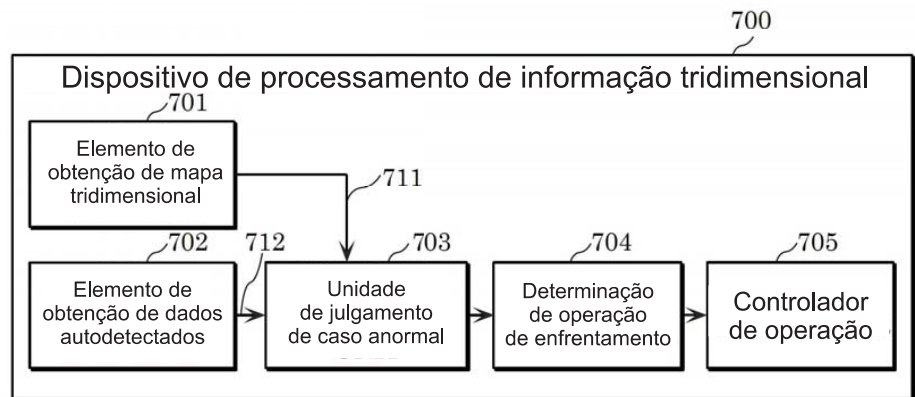


FIG. 27

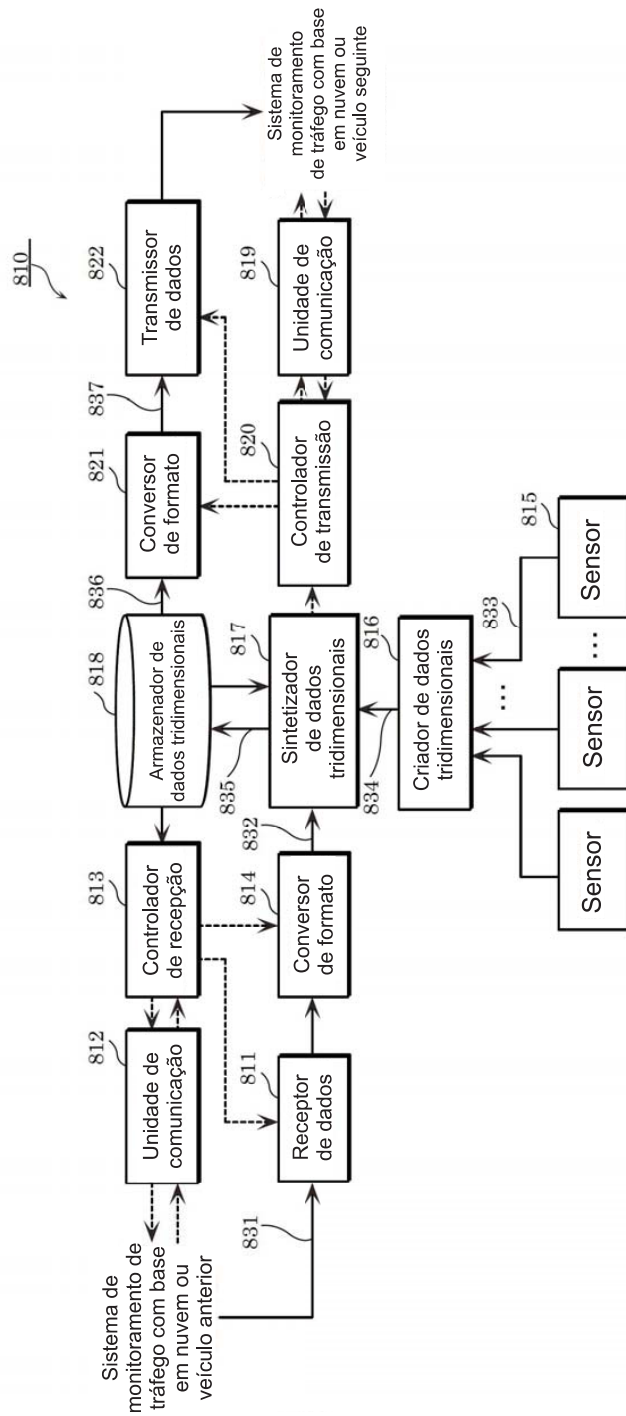


FIG. 28

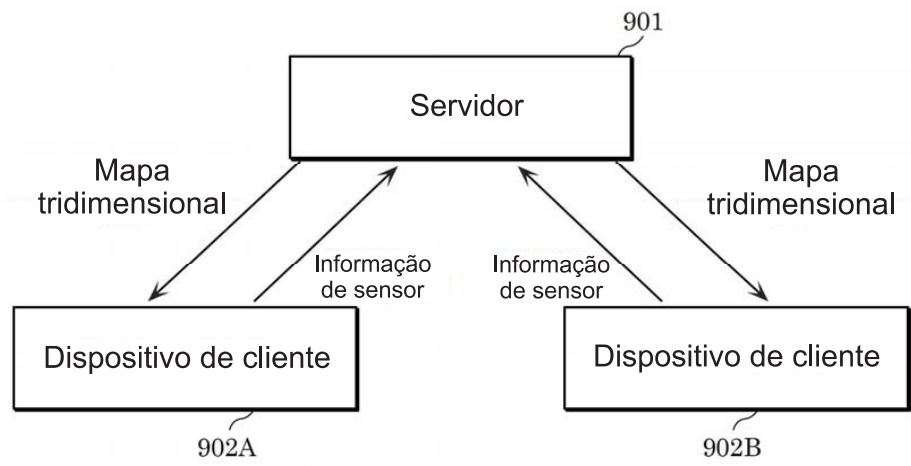


FIG. 29

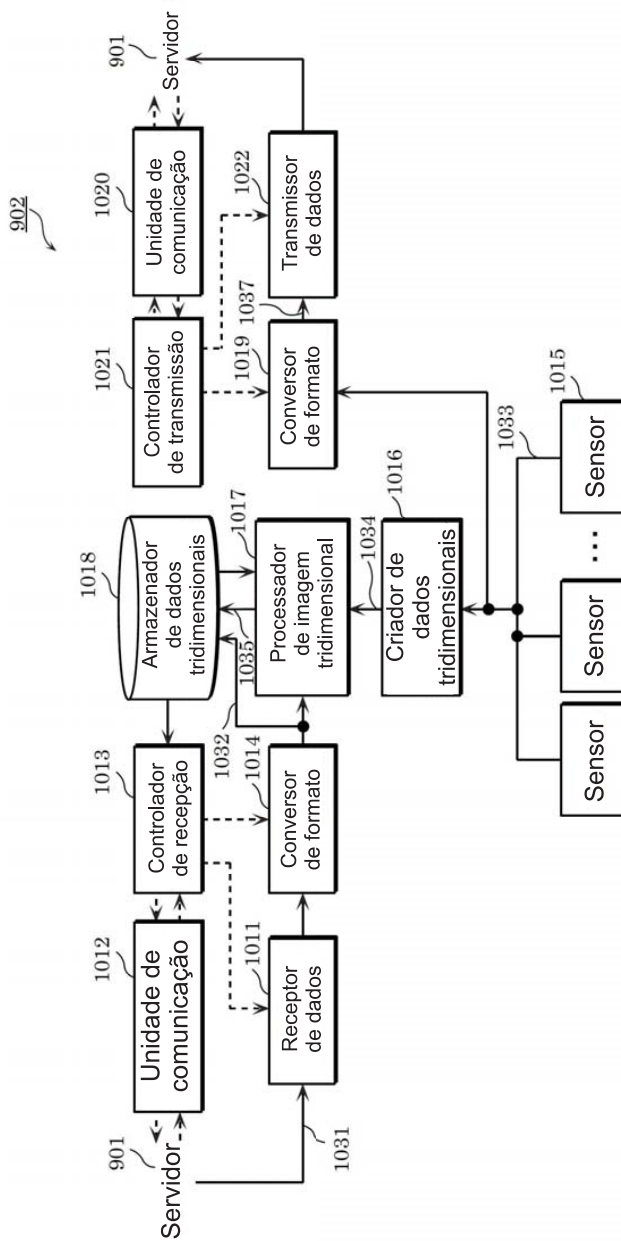


FIG. 30

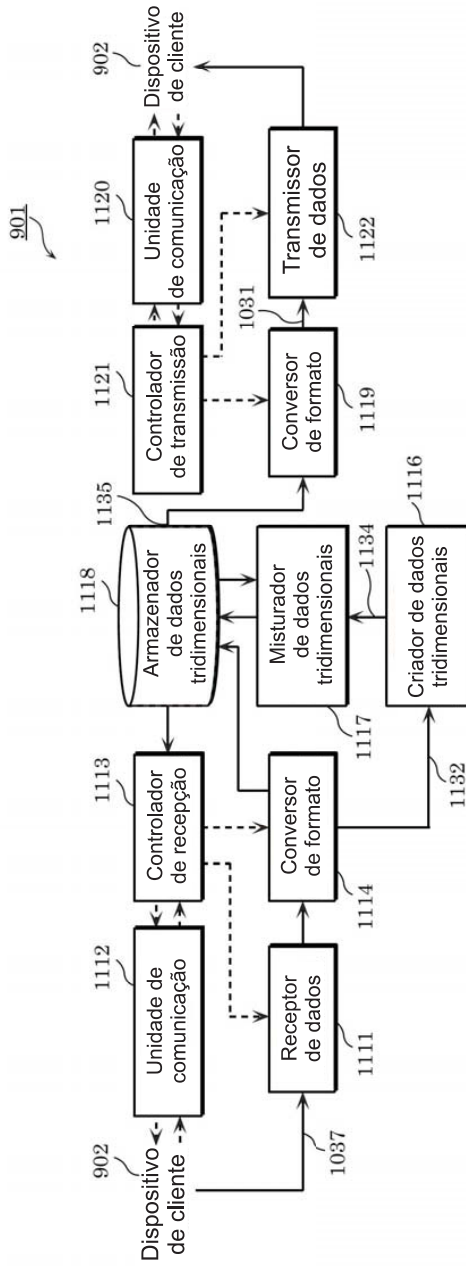


FIG. 31

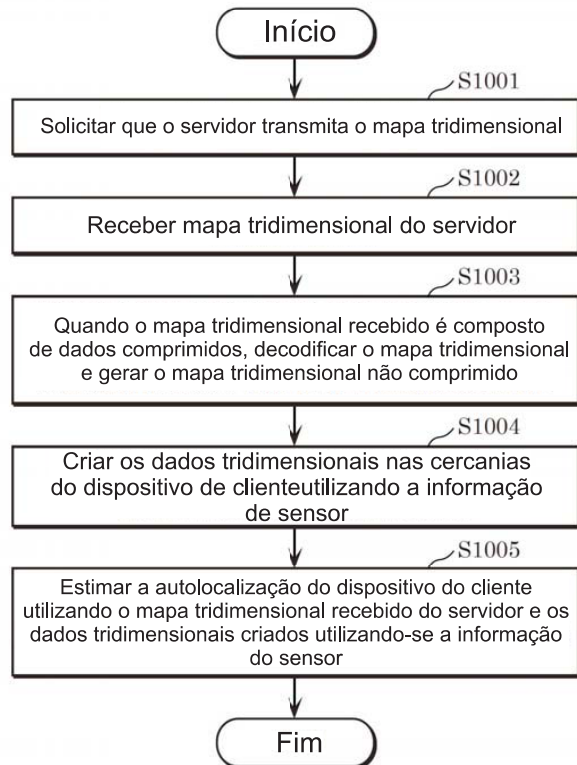


FIG. 32

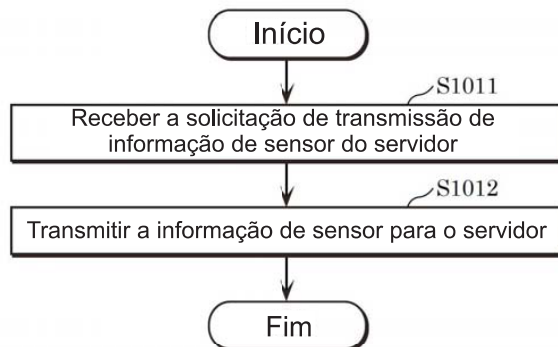


FIG. 33

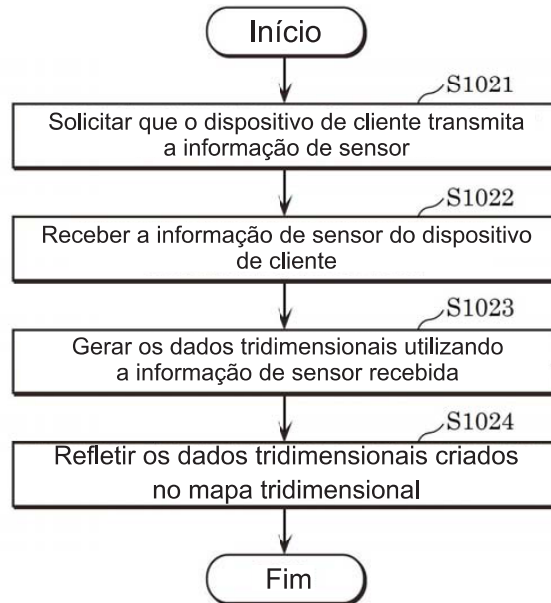


FIG. 34

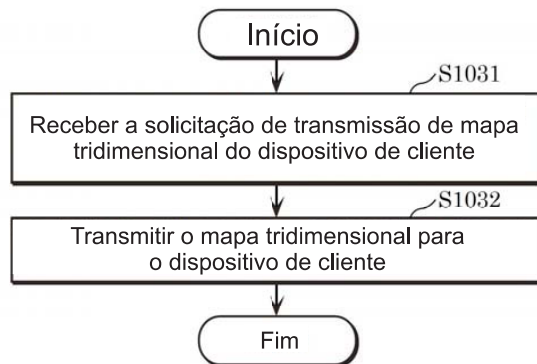


FIG. 35

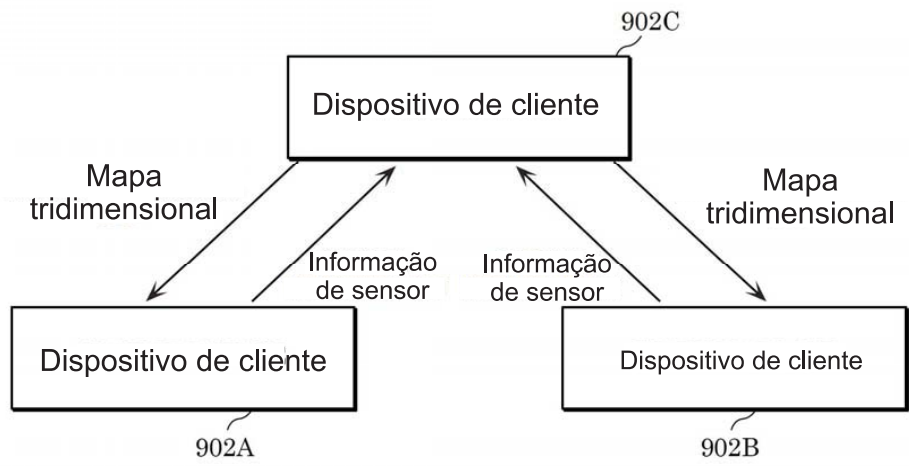


FIG. 36

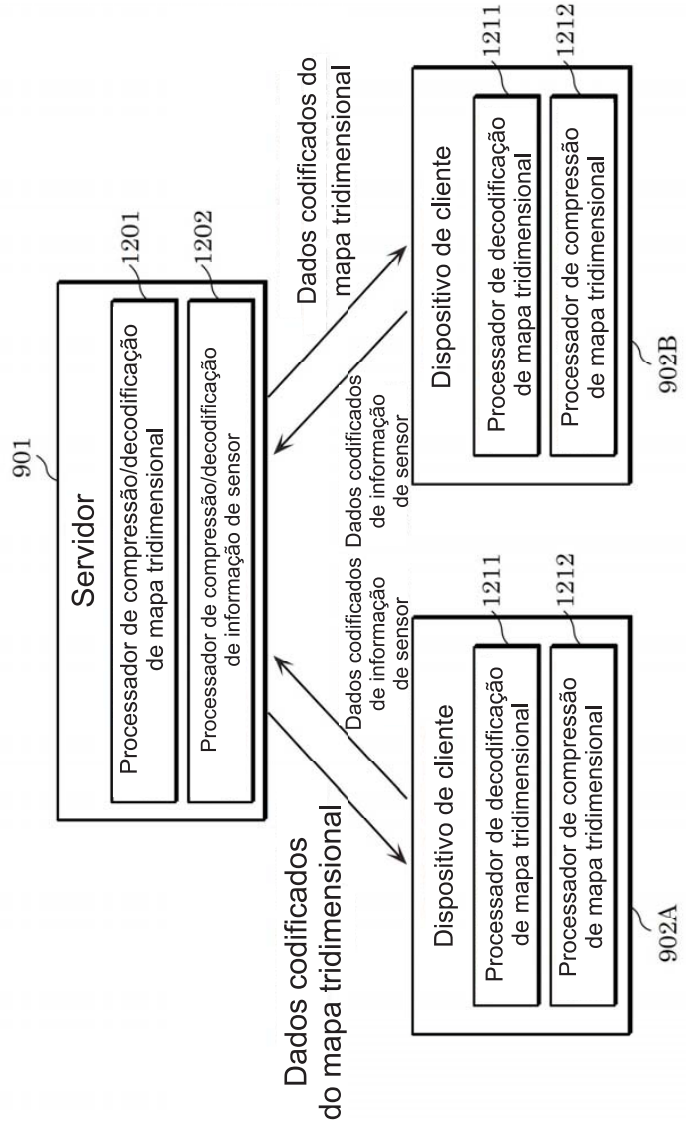


FIG. 37

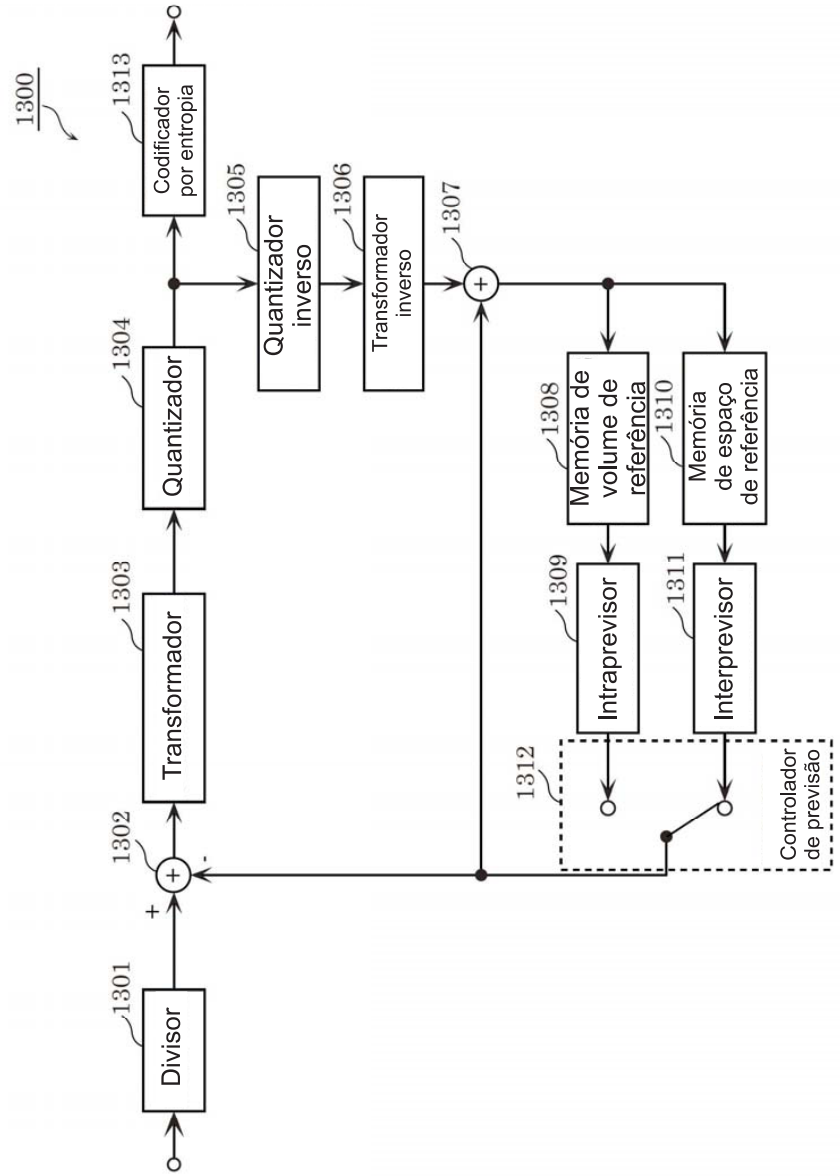


FIG. 38

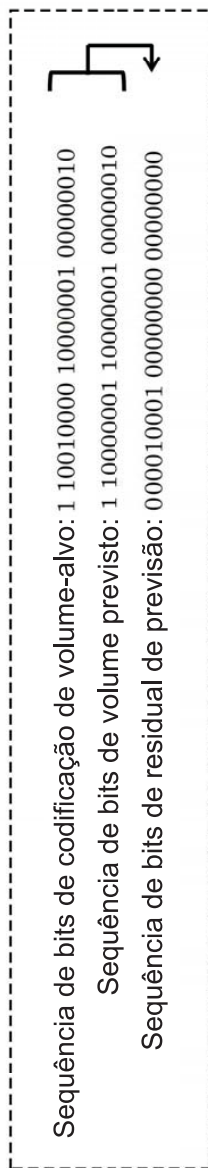


FIG. 39

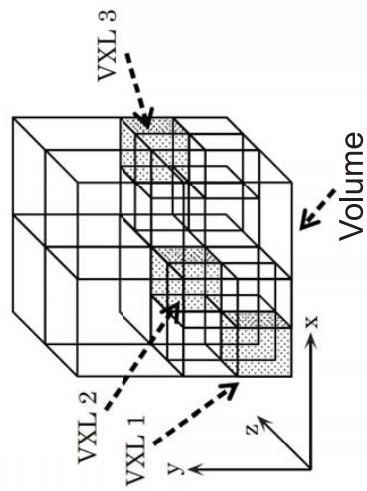


FIG. 40

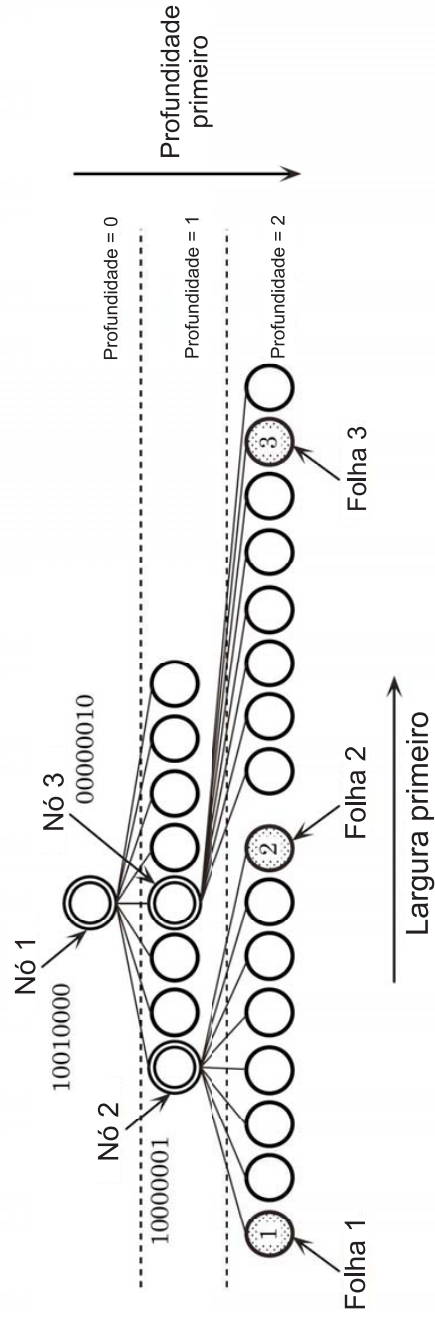
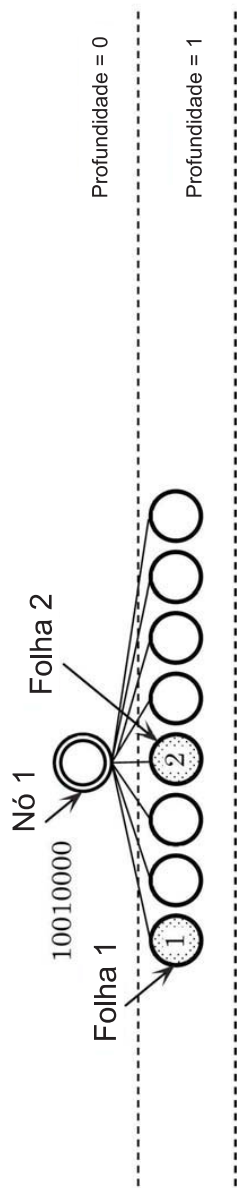


FIG. 41

A sequência de bits quando da digitalização dos nós e folhas com largura primeiro : 10010000 10000001 00000010 Folha1 folha2 folha3

B sequência de bits quando da digitalização dos nós e folhas com profundidade primeiro : 10010000 10000001 Folha1 folha2 00000010 folha3

FIG. 42



Ordem de digitalização com largura primeiro : 100100000

FIG. 43

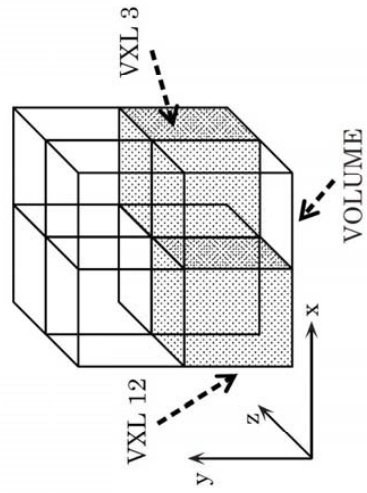


FIG. 44

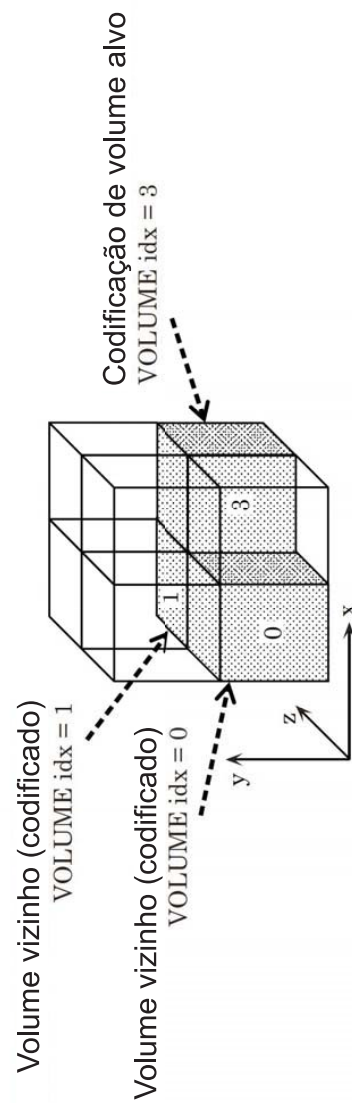


FIG. 45

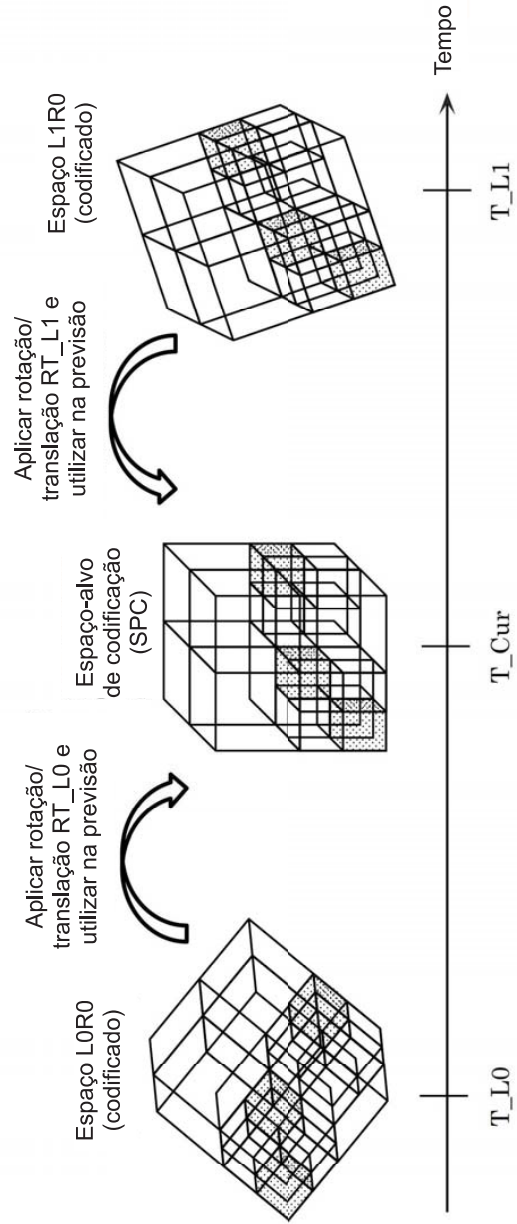


FIG. 46

```
space_header() {  
...  
for (i=0; i<MaxRefSpec_10;i++) {  
    RT_flag_10[i]  
    if (RT_flag_10[i]) {  
        R_10[i]  
        T_10[i]  
    }  
}  
...  
for (i=0; i<MaxRefSpec_11;i++) {  
    RT_flag_11[i]  
    if (RT_flag_11[i]) {  
        R_11[i]  
        T_11[i]  
    }  
}  
...  
}
```

FIG. 47

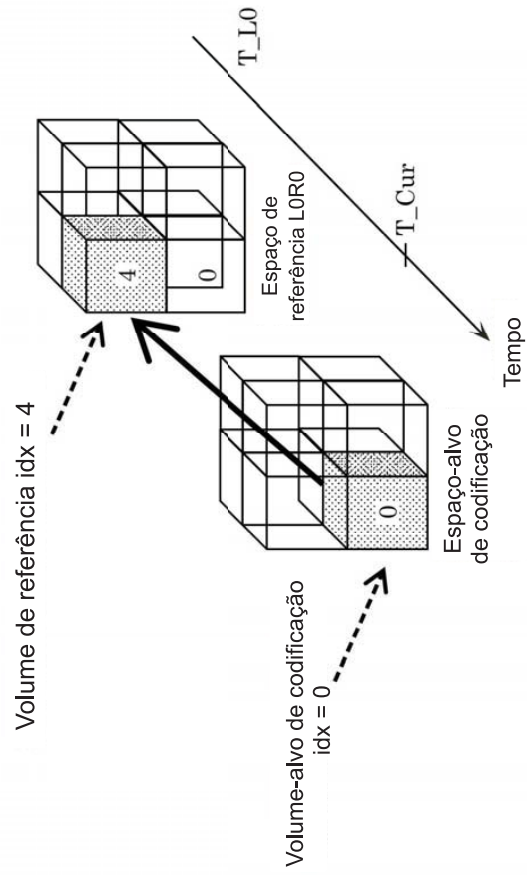


FIG. 48

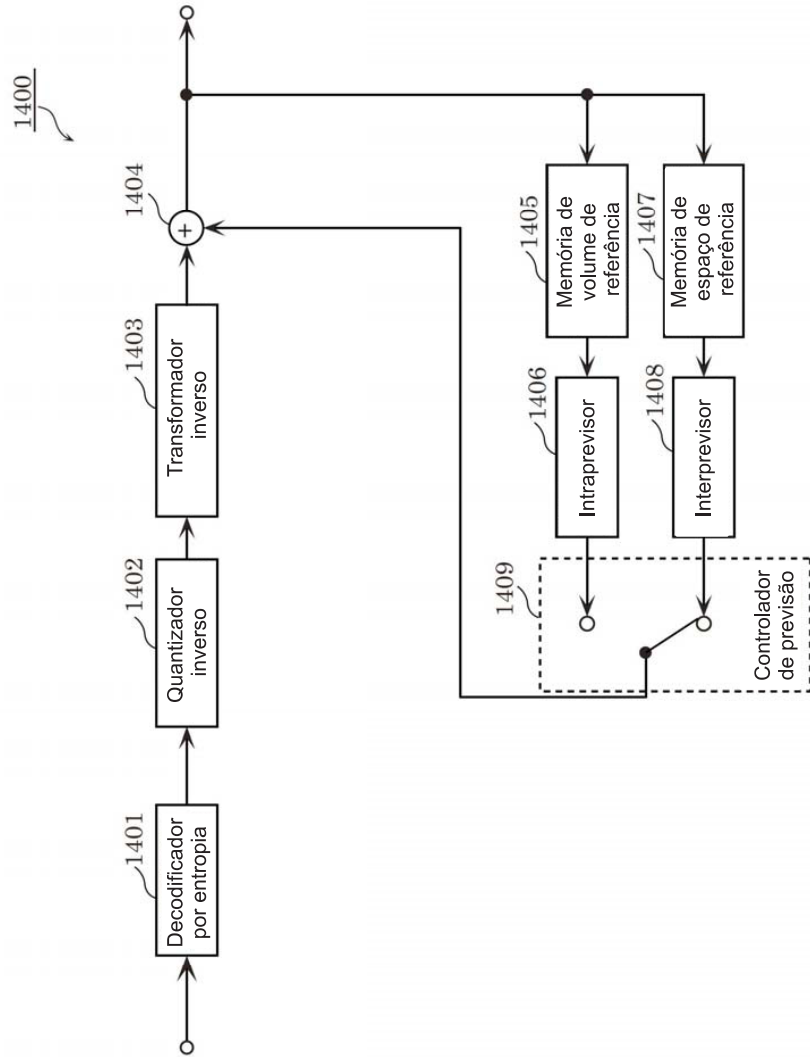


FIG. 49

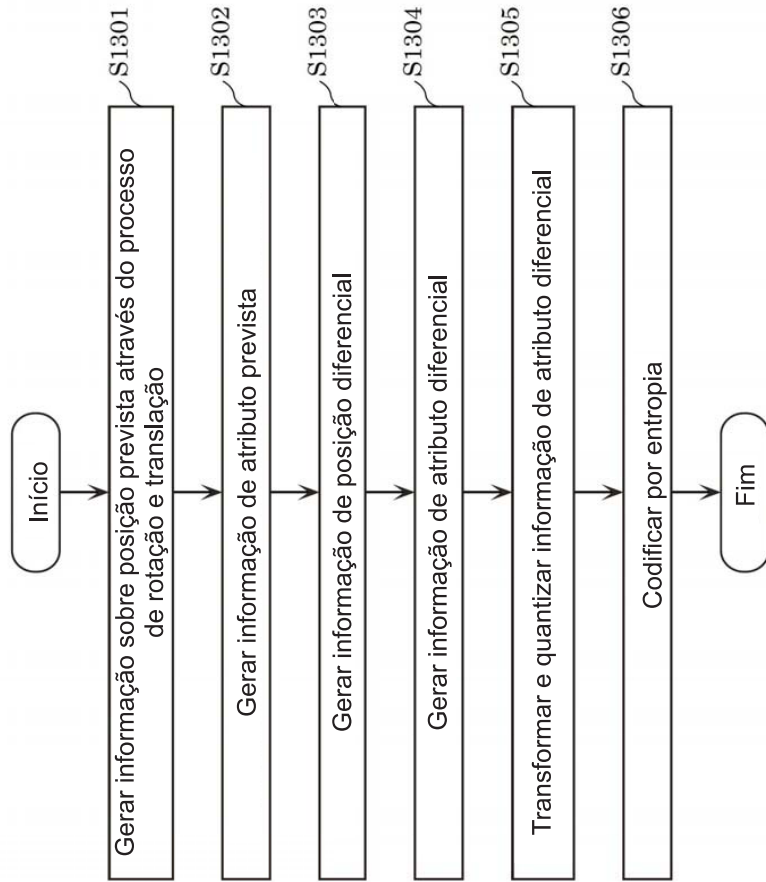


FIG. 50

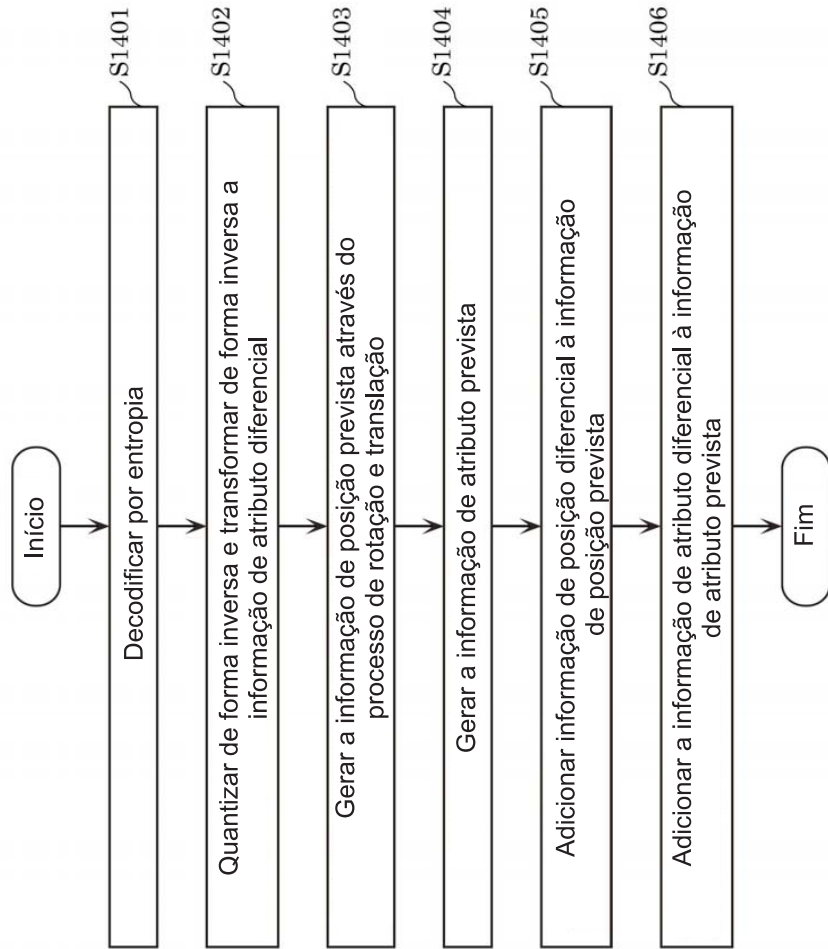


FIG. 51

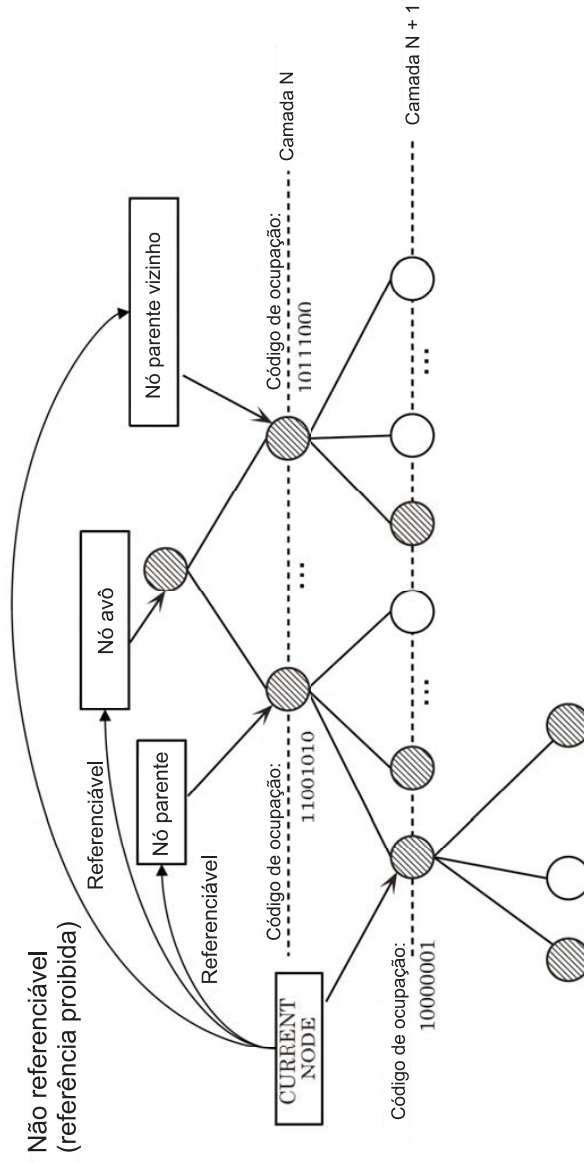


FIG. 52

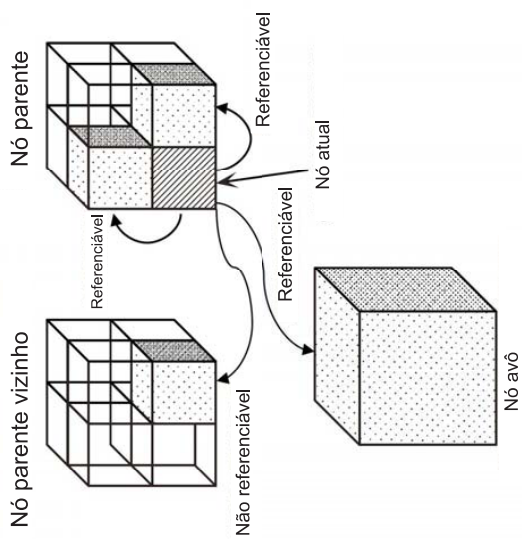


FIG. 53

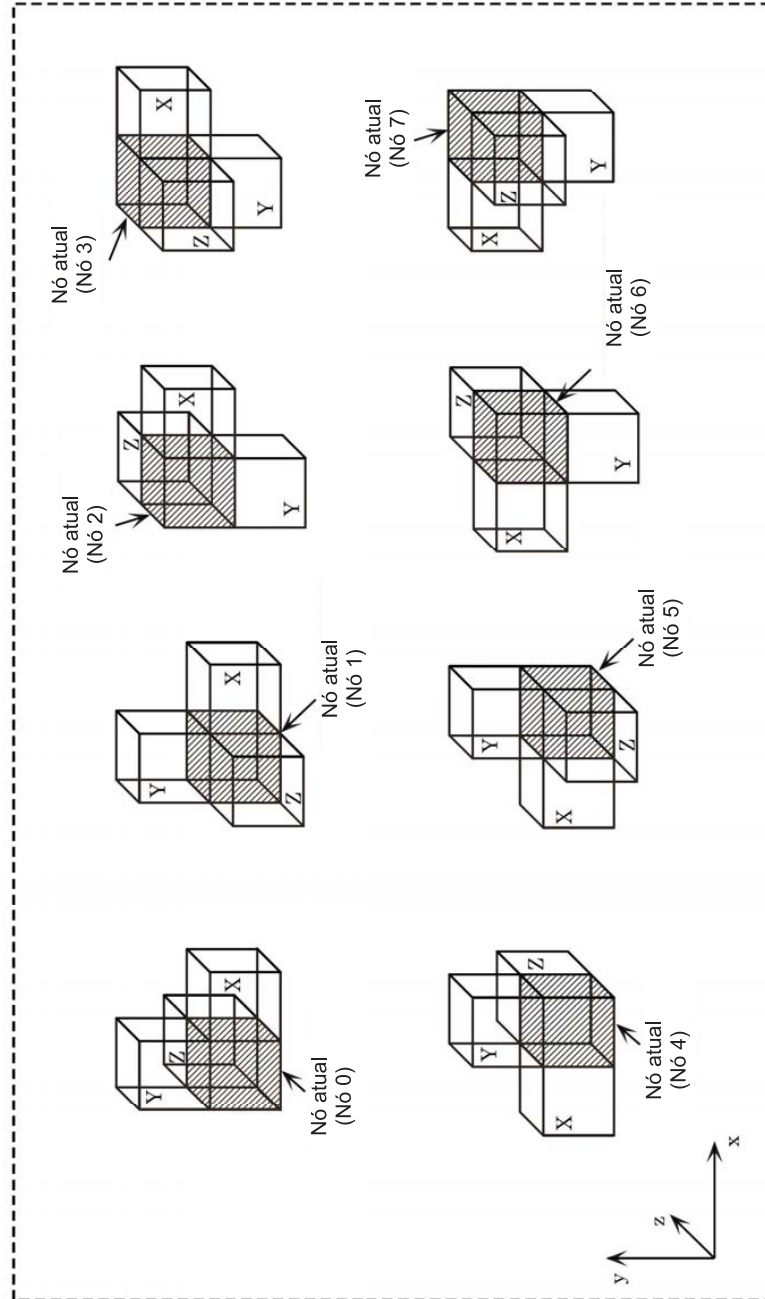


FIG. 57

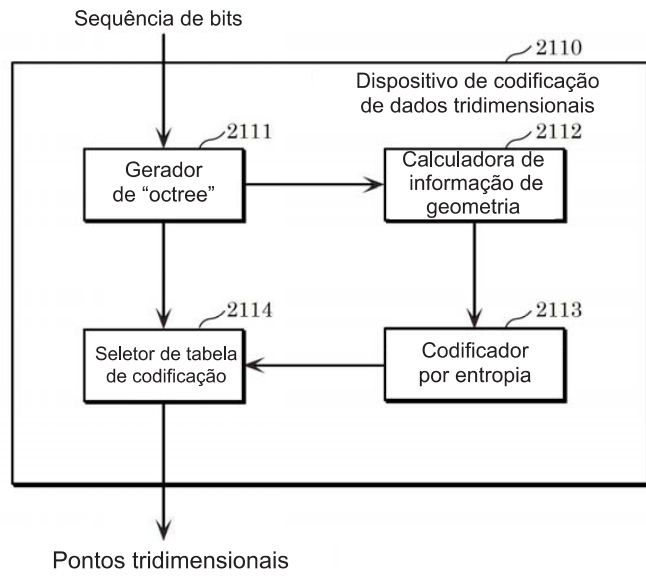


FIG. 58

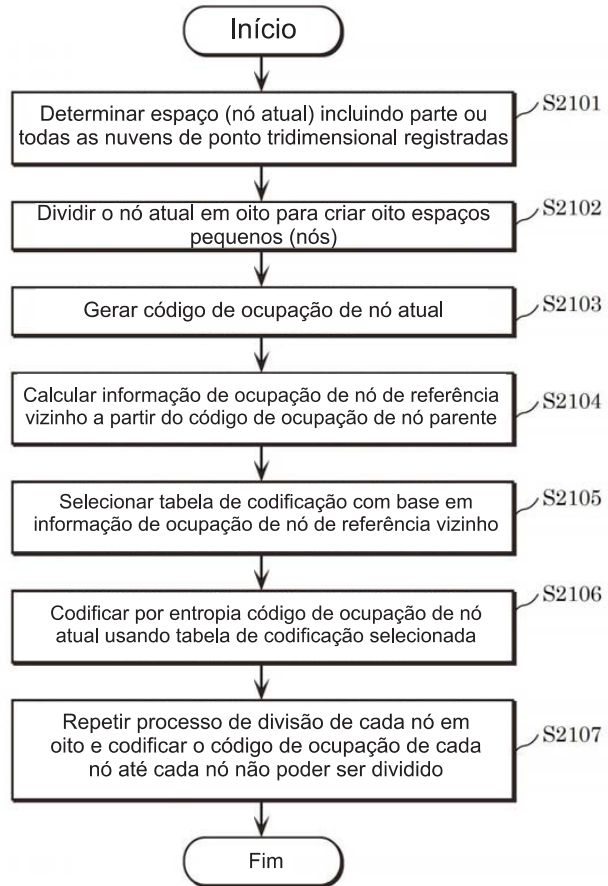


FIG. 59

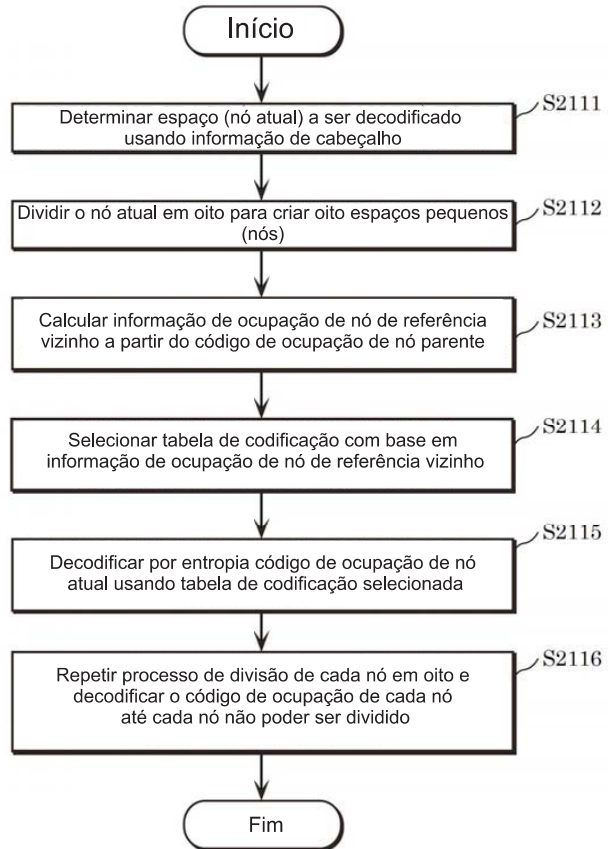


FIG. 60

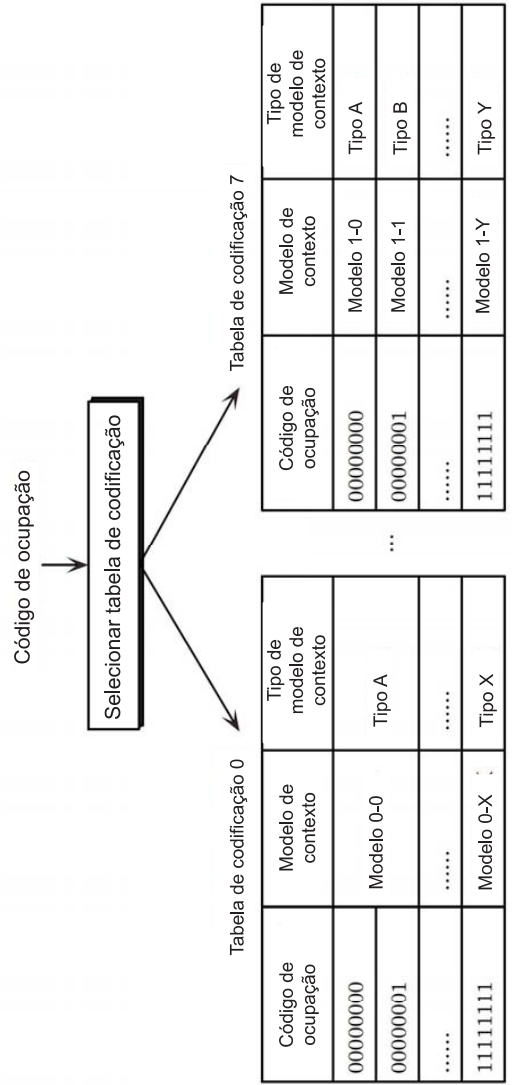


FIG. 61

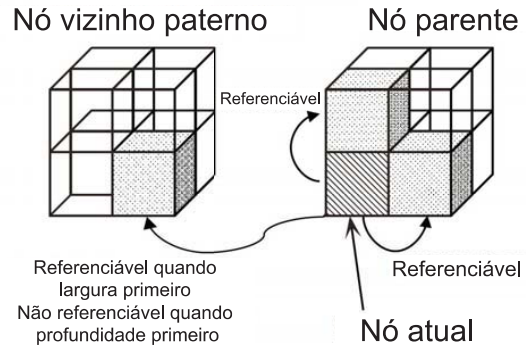


FIG. 62

```
pc_header () {
...
octree_scan_order
...
}
```

FIG. 63

```
pc_header () {
...
limit_refer_flag
...
}
```

FIG. 64

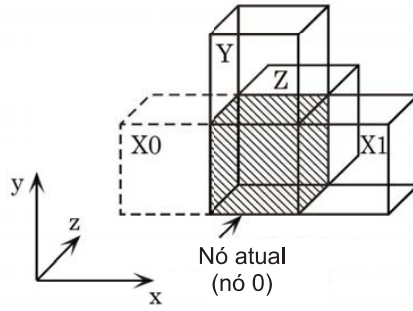


FIG. 65

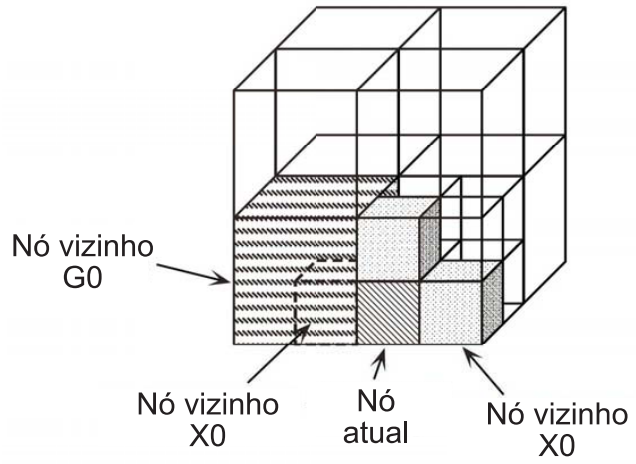


FIG. 66

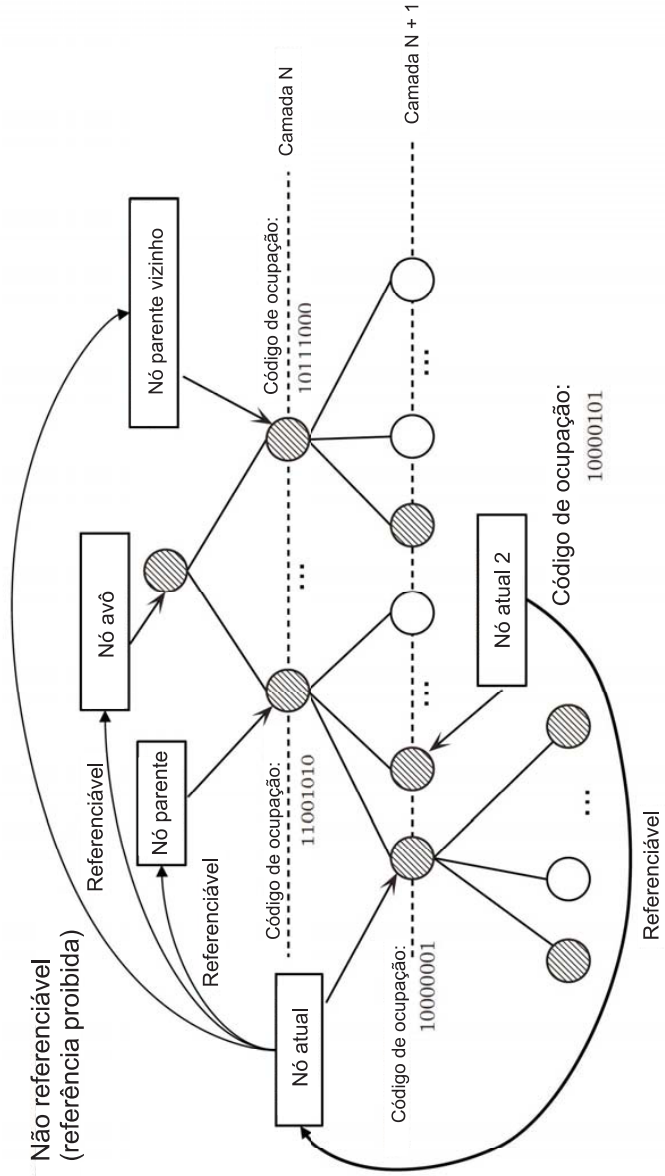


FIG. 67

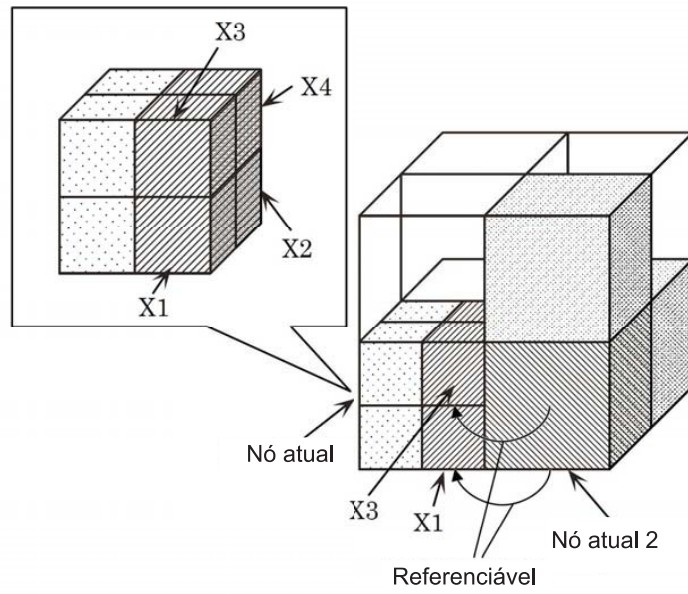


FIG. 68

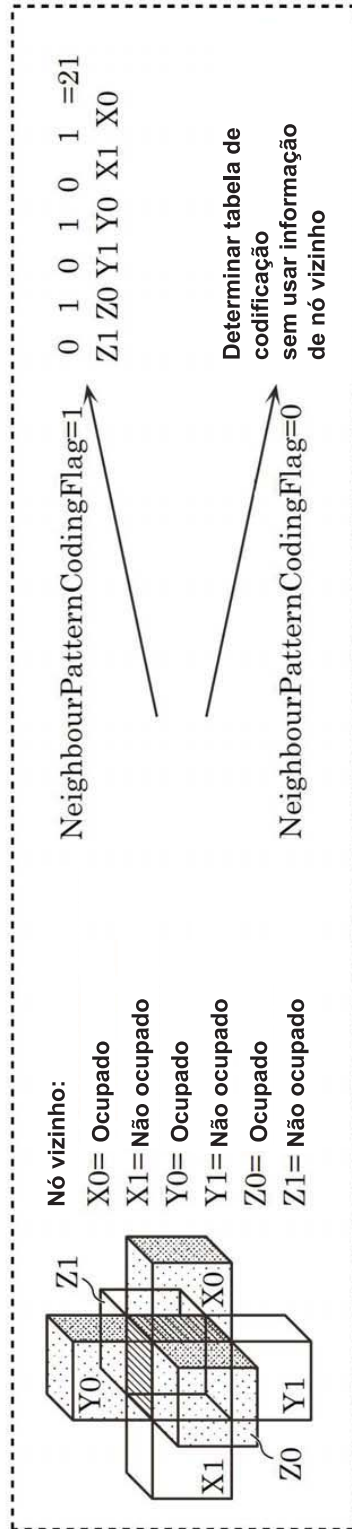


FIG. 69

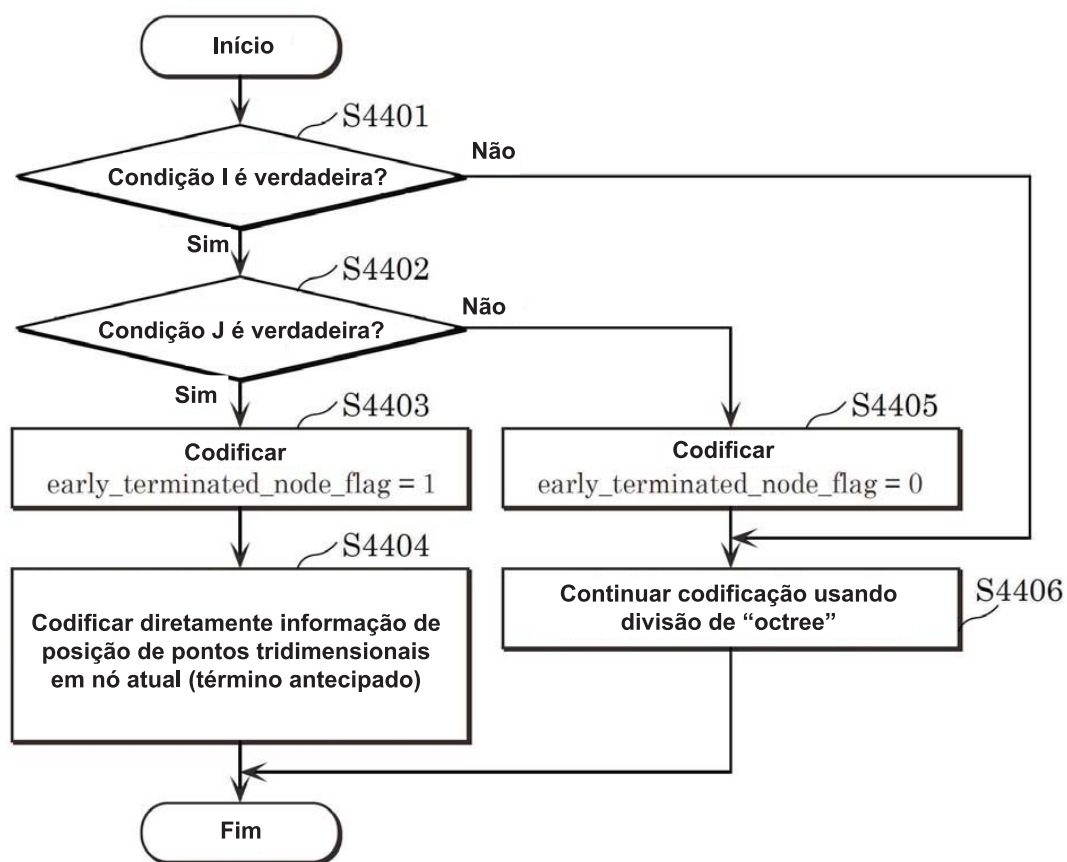


FIG. 70

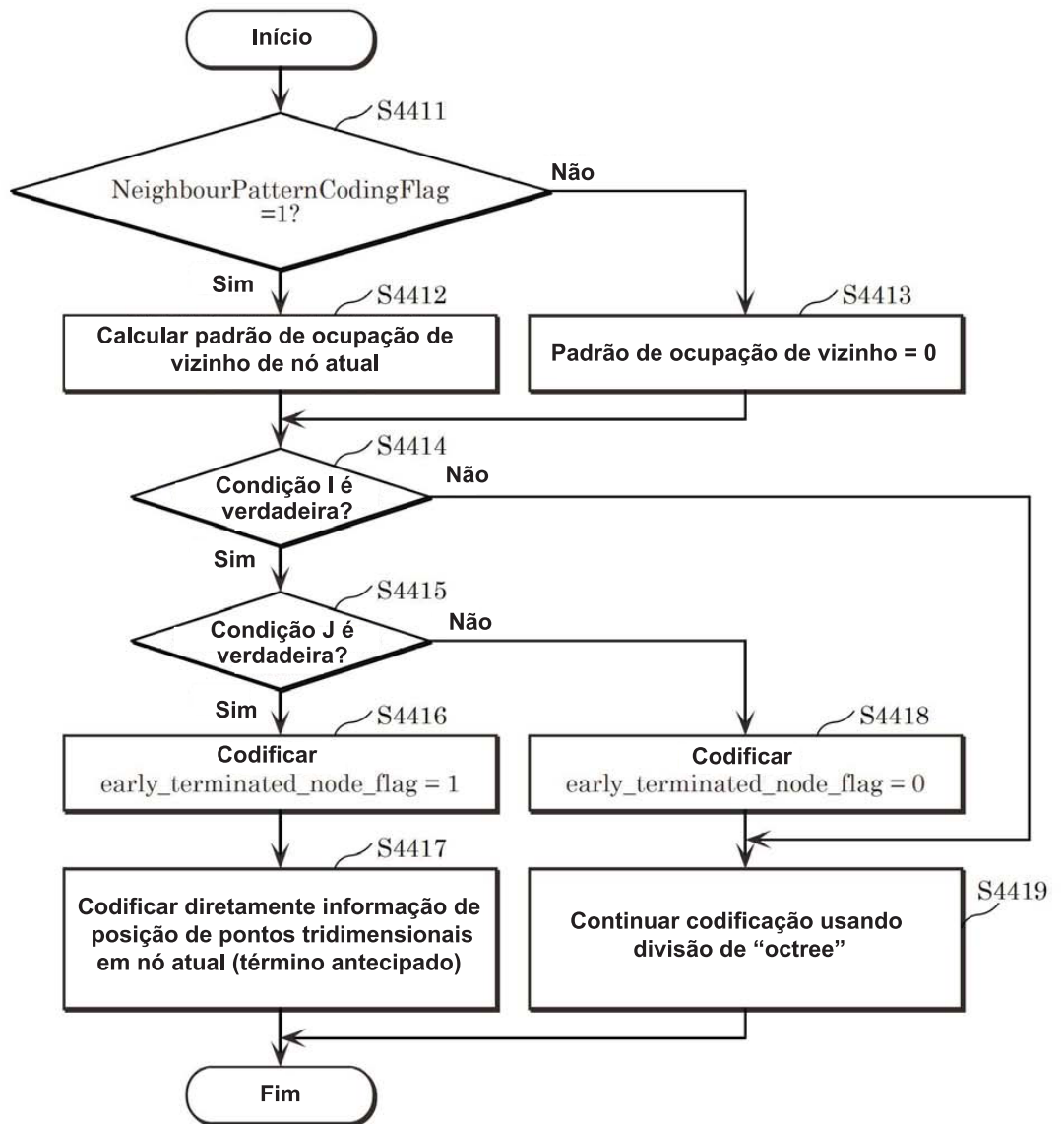


FIG. 71

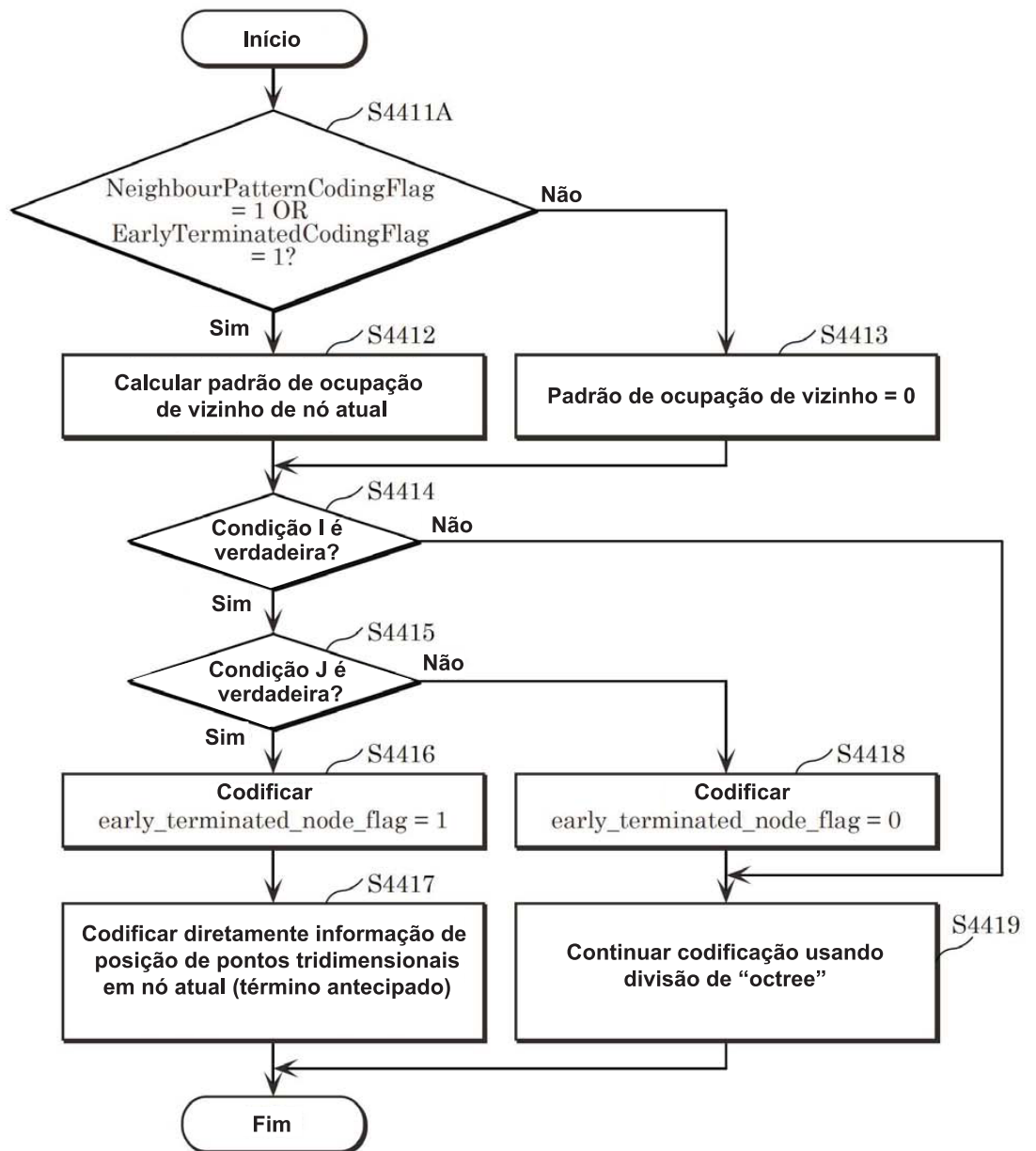


FIG. 72

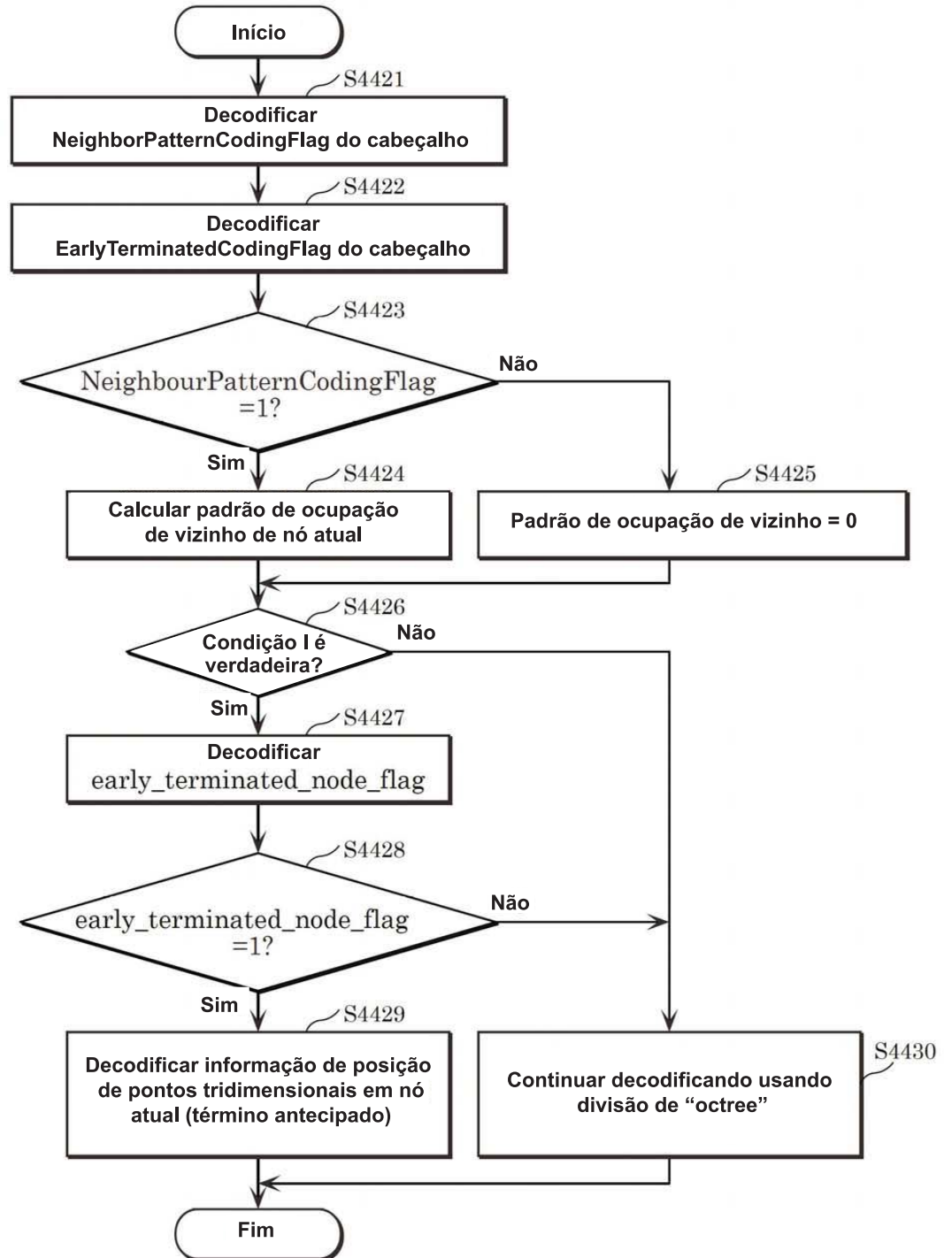


FIG. 73

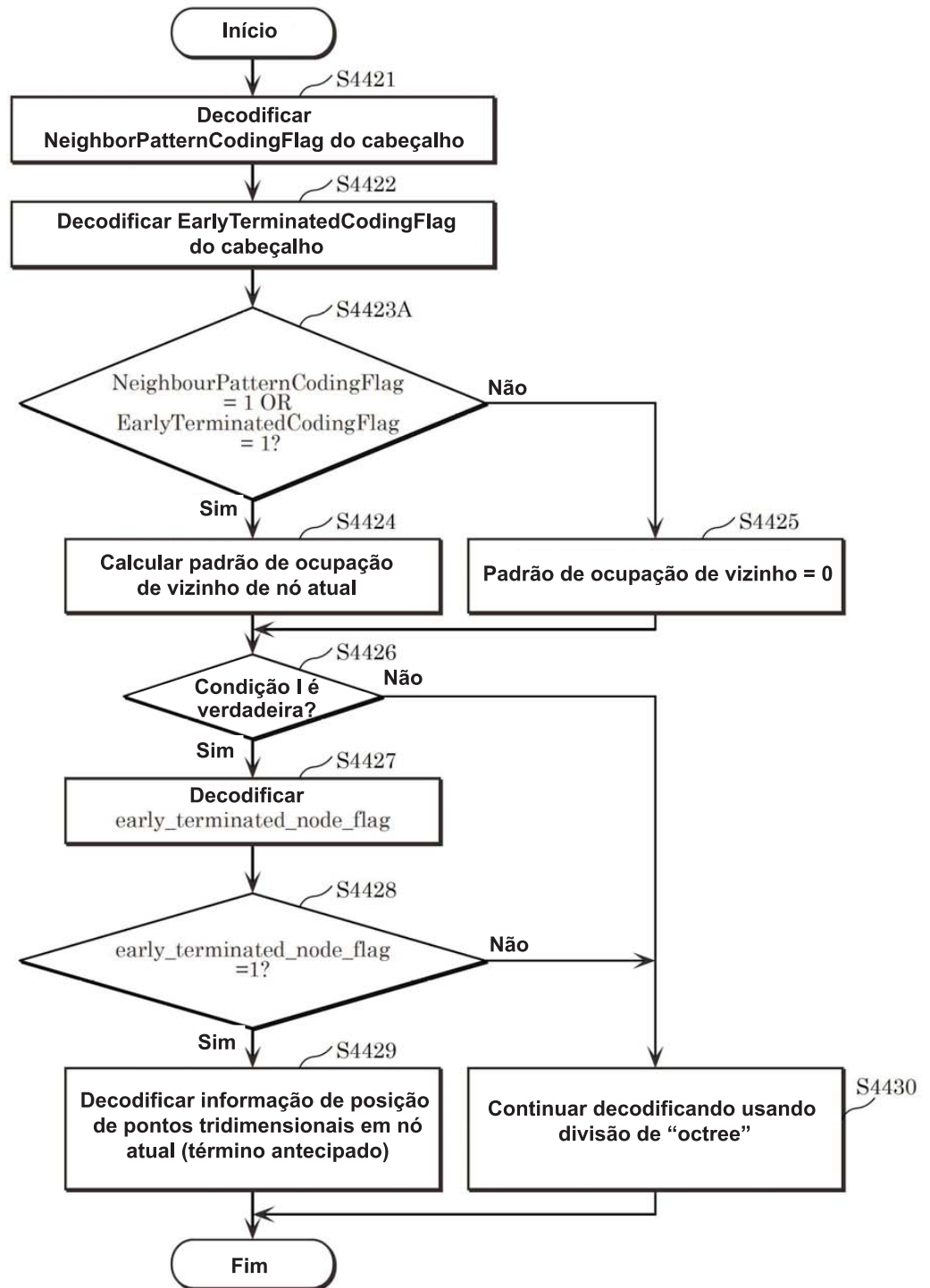


FIG. 74

```
pc_header() {  
  ...  
  NeighbourPatternCodingFlag  
  EarlyTerminatedCodingFlag  
  ...  
}
```

FIG. 75

```
node(depth, index) {  
  ...  
  occupancy_code  
  
  se (EarlyTerminatedCodingFlag=1 and  
  NeighbourPattern=0) {  
    early_terminated_node_flag  
  }  
  se (early_terminated_flag) {  
    coordinate_of_3Dpoint  
  }  
  ...  
}
```

FIG. 76

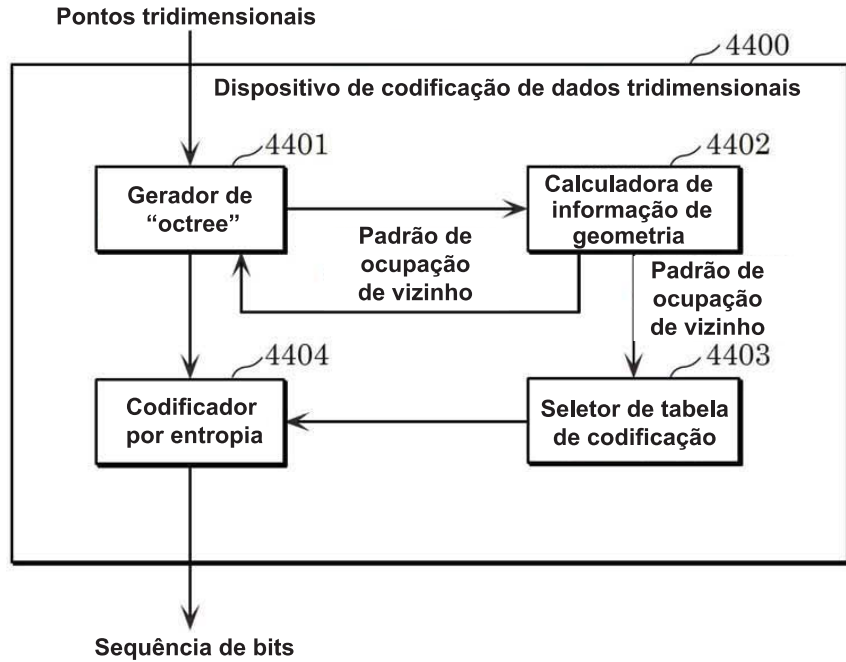


FIG. 77

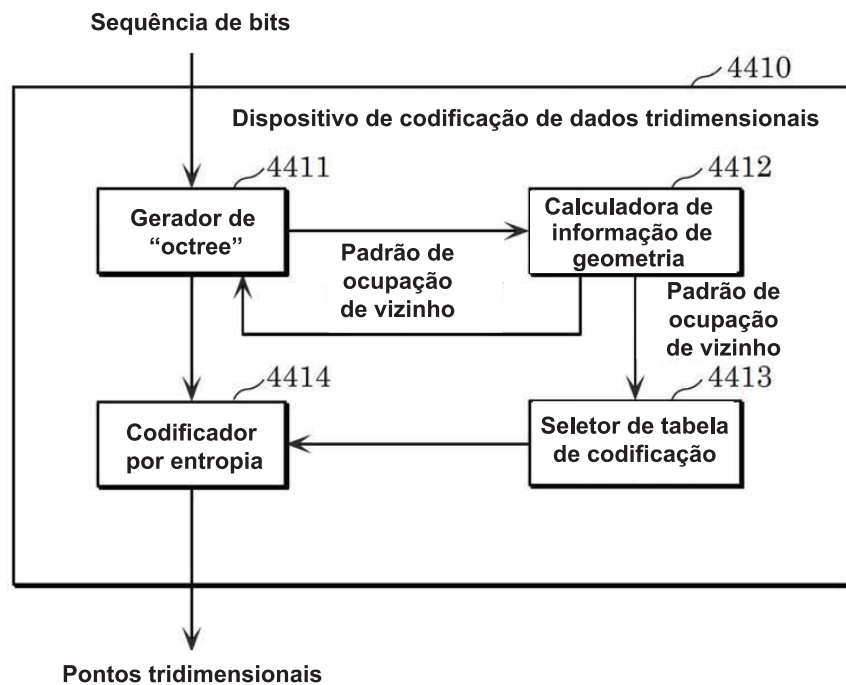


FIG. 78

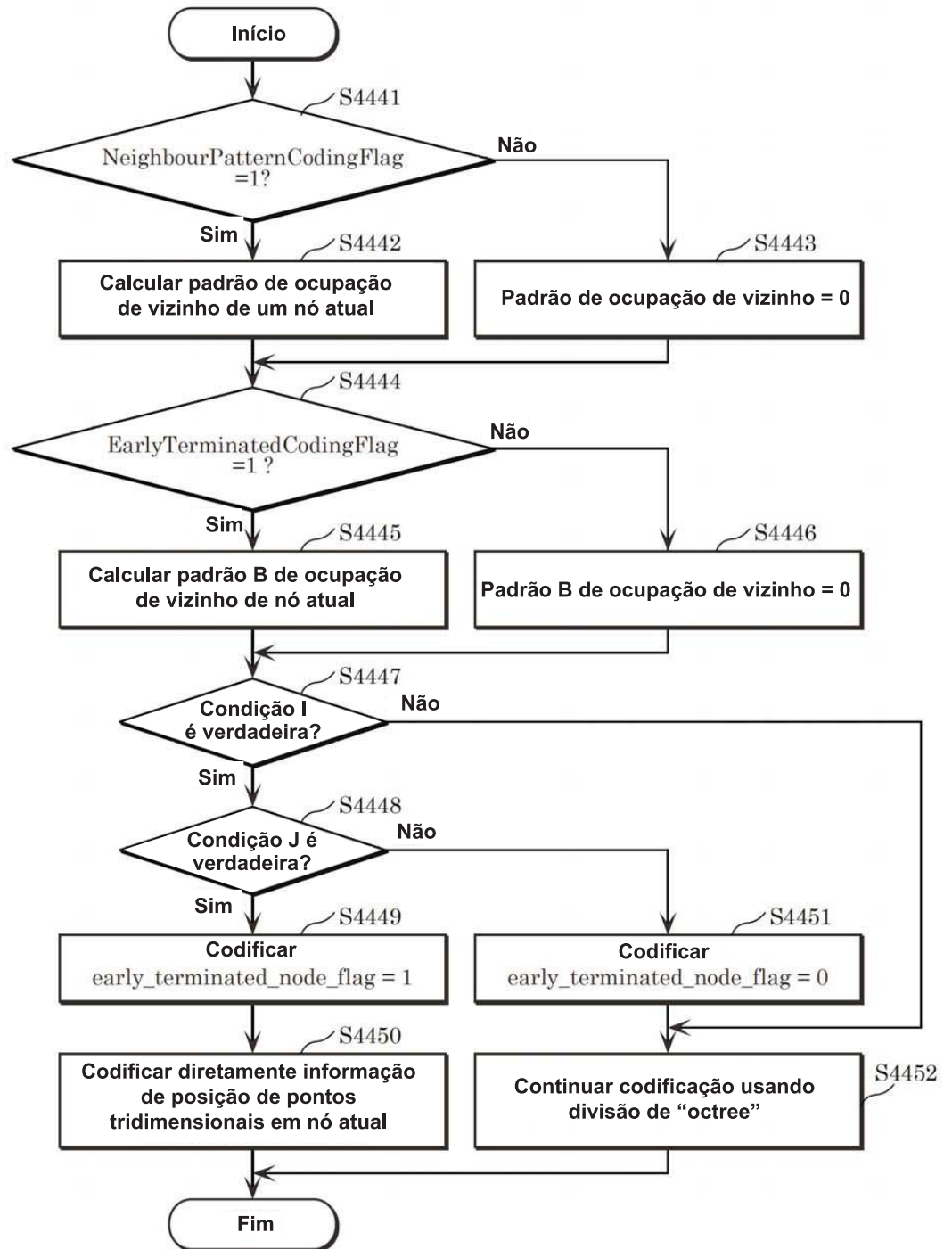


FIG. 79

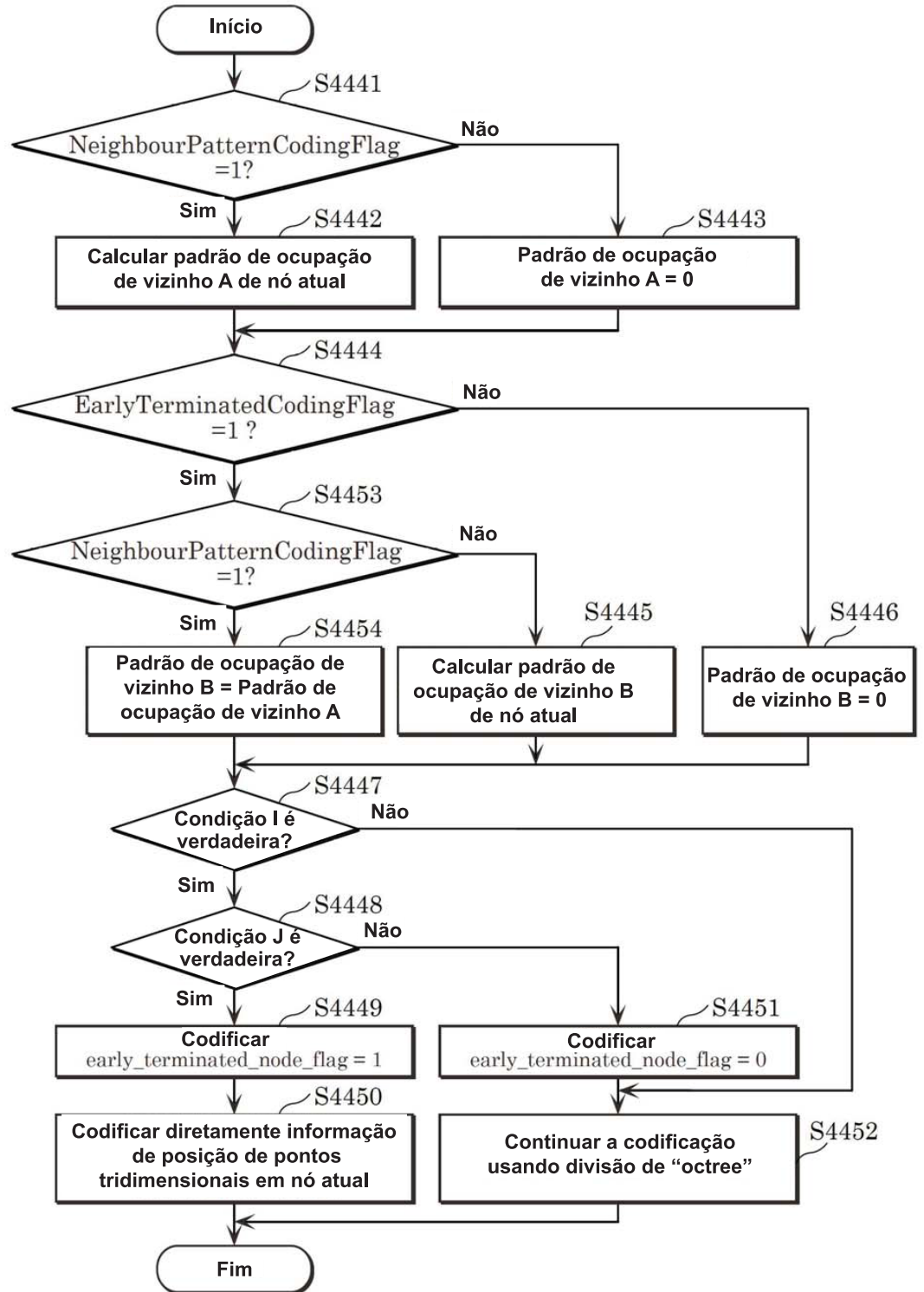


FIG. 80

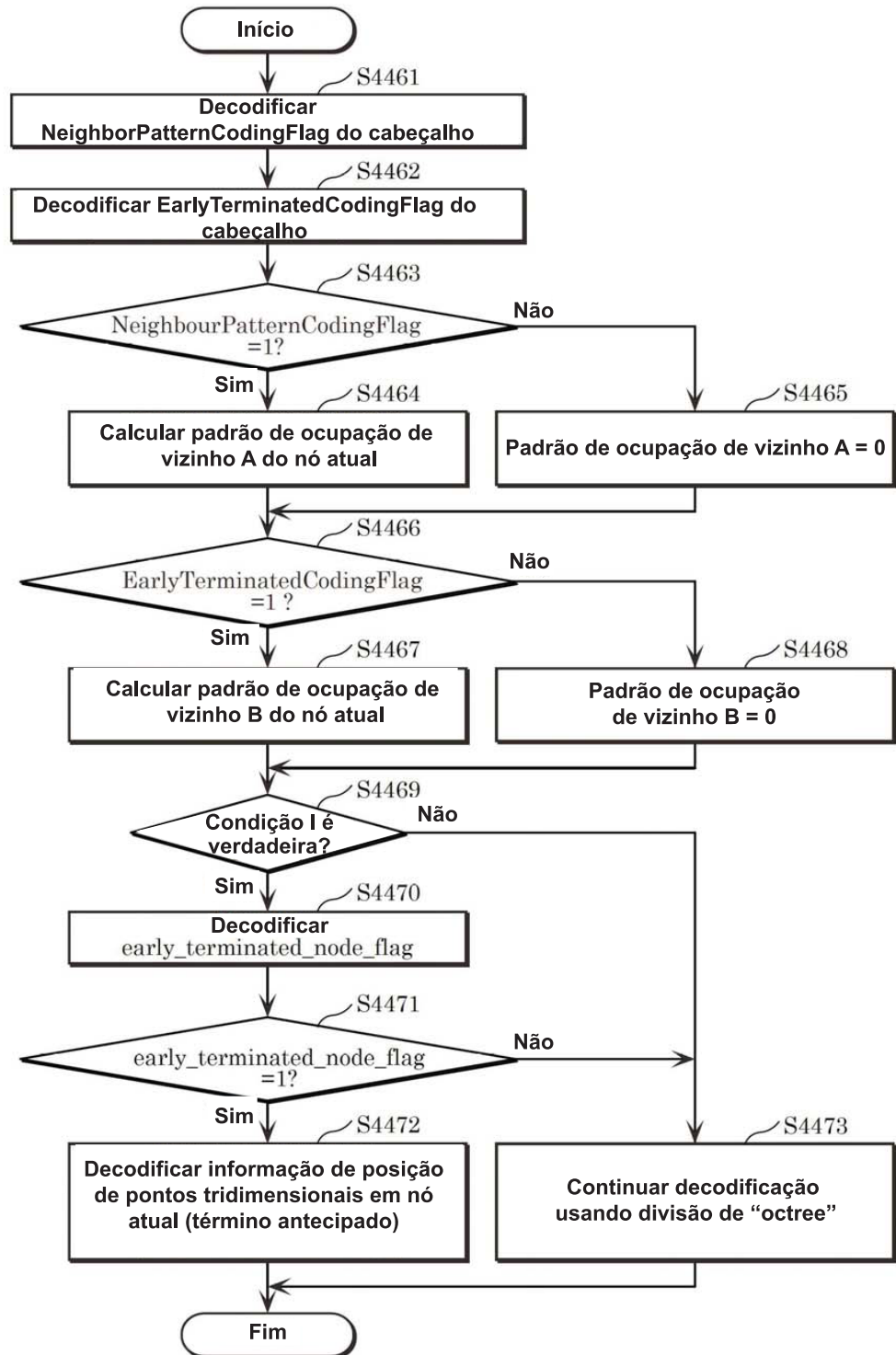


FIG. 81

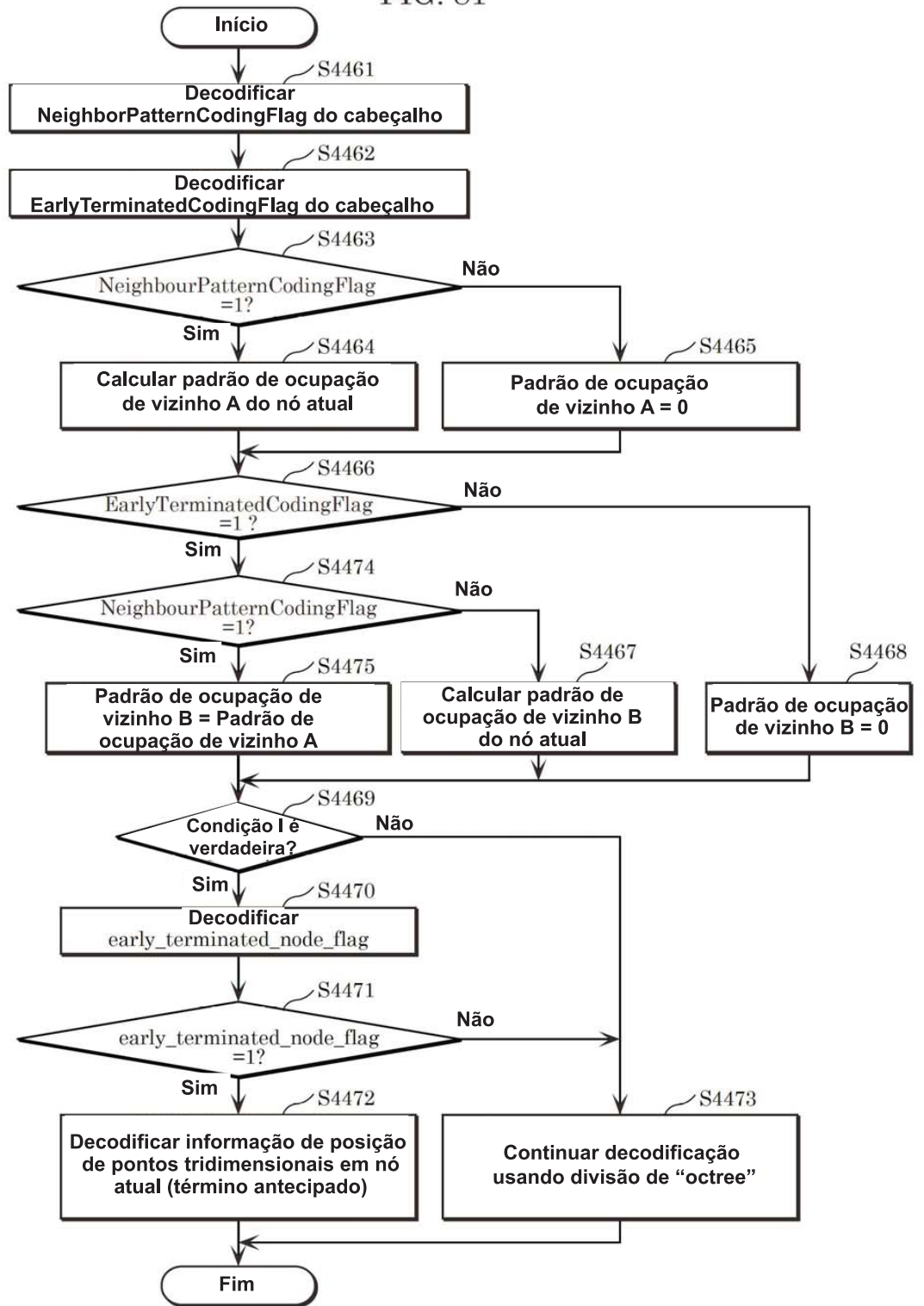


FIG. 82

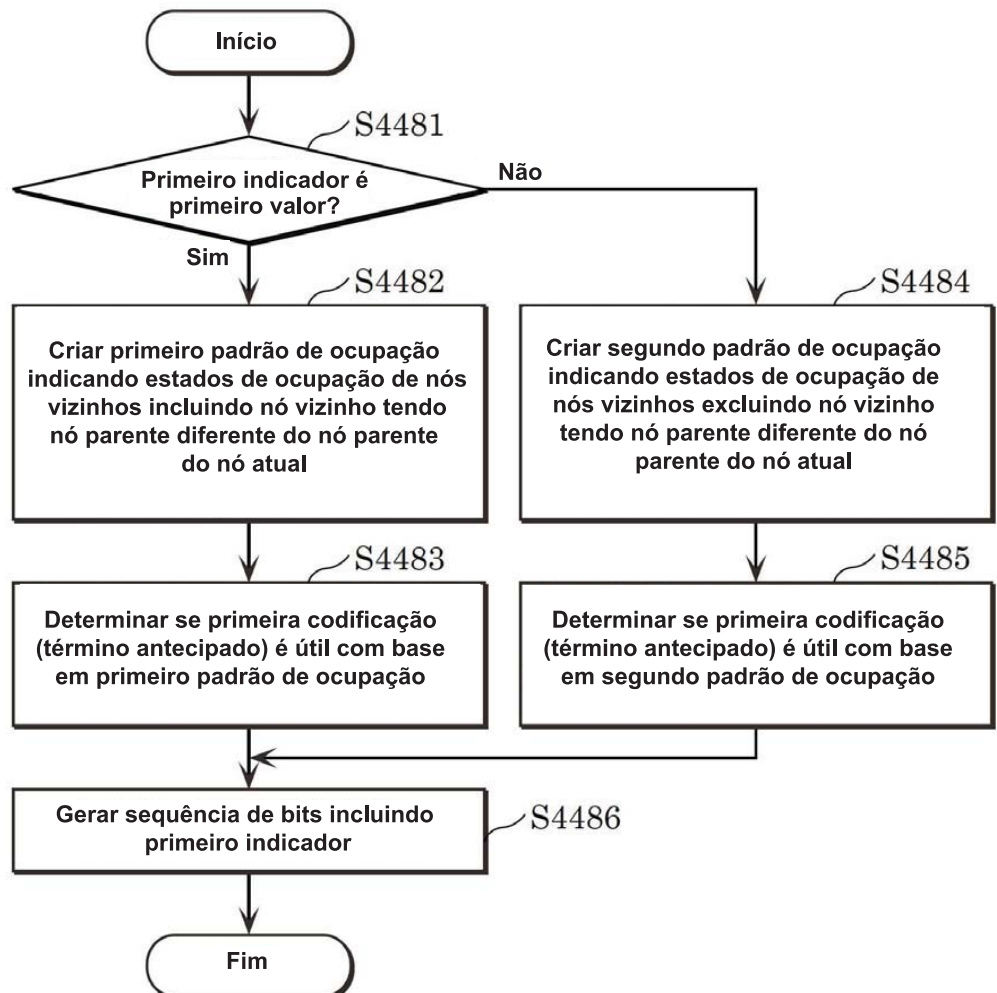
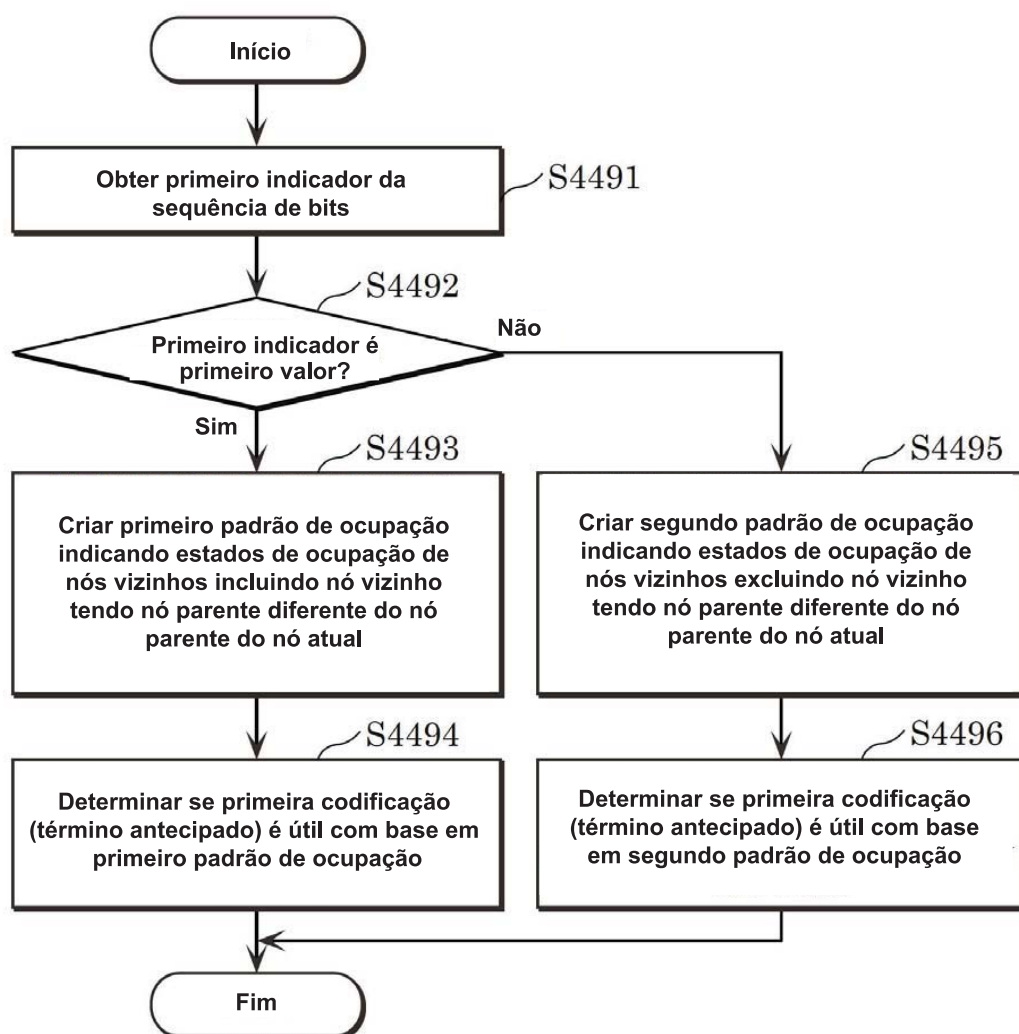


FIG. 83



RESUMO

Patente de Invenção: **“MÉTODO DE CODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS, MÉTODO DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS, DISPOSITIVO DE CODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS E DISPOSITIVO DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS TRIDIMENSIONAIS”**.

A presente invenção refere-se a um método de codificação de dados tridimensionais que inclui: se um primeiro indicador indicar um primeiro valor (Sim em S4481), geração de um primeiro padrão de ocupação que indica o estado de ocupação de uma pluralidade de segundos nós adjacentes incluindo um primeiro nó adjacente, cujo nó parente é diferente de um nó-alvo incluído em uma estrutura de árvore ramificada N (onde N é um inteiro de 2 ou mais) de uma pluralidade de pontos tridimensionais incluídos nos dados tridimensionais (S4482); sem dividir o nó-alvo em uma pluralidade de nós filhos determinar, com base no primeiro padrão de ocupação, se a primeira codificação que codifica uma pluralidade de informação de posição tridimensional incluída no nó-alvo é útil (S4483); se o primeiro indicador indicar um segundo valor diferente do primeiro valor (Não em S4481), gerar um segundo padrão de ocupação que indica o estado de ocupação de uma pluralidade de terceiros nós adjacentes não incluindo o primeiro nó adjacente, cujo nó parente é diferente do nó-alvo (S4484); determinar, com base no segundo padrão de ocupação, se a primeira codificação é útil (S4485); e gerar uma sequência de bits que inclui o primeiro indicador (S4486).