



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI 1106597-4 A2**

(22) Data de Depósito: 09/11/2011  
(43) Data da Publicação: 24/04/2013  
(RPI 2207)



(51) *Int.Cl.:*  
H04L 9/28  
G06T 19/20

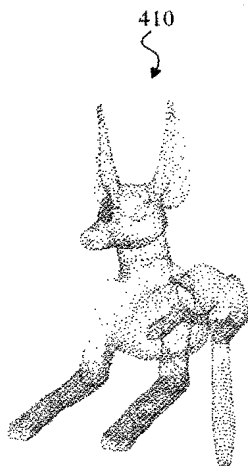
(54) **Título:** MÉTODO E DISPOSITIVO PARA PROTEÇÃO DE OBJETO 3D POR PERMUTA DE COORDENADAS DE SEUS PONTOS

(30) **Prioridade Unionista:** 15/11/2010 EP 10306250.1

(73) **Titular(es):** Thomson Licensing

(72) **Inventor(es):** Gwenaél Doerr , Marc Eluard , Sylvain Lelievre , Yves Maetz

(57) **Resumo:** MÉTODO E DISPOSITIVO PARA PROTEÇÃO DE OBJETIVO 3D POR PERMUTA DE COORDENADAS DE SEUS PONTOS Um objeto 3D (120; 410) é protegido por um primeiro dispositivo (110) que recebe (210) o objeto 3D (120;410), permuta (220) as coordenadas de pelo menos uma dimensão de pelo menos alguns dos pontos do objeto 3D (120;410) , de modo a se obter um objeto 3D protegido (130;420), e transmite (230) o objeto 3D protegido (130;420). As coordenadas das dimensões são de preferência permutadas independentemente das permutas das outras dimensões . O objeto 3D protegido (130;420) é desprotegido por um segundo dispositivo (140) recebendo (240) o objeto 3D protegido (130;420), permutando (250) as coordenadas de pelo menos uma dimensão pelo menos alguns pontos do objeto 3D protegido (130;420) de modo a se obter um objeto 3D desprotegido (150;410) e transmitindo (260) o objeto 3D desprotegido (150;410). São também apresentados o primeiro dispositivo (110) , o segundo dispositivo (140) e o meio de armazenamento passível de leitura por computador (160.170).



# "MÉTODO E DISPOSITIVO PARA PROTEÇÃO DE OBJETO 3D POR PERMUTA DE COORDENADAS DE SEUS PONTOS"

## CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se de maneira geral a modelos 3-D e, em particular, à  
5 proteção de objetos gráficos de tais modelos.

## ANTECEDENTES

Esta seção destina-se a introduzir o leitor em diversos aspectos da técnica, que podem estar relacionados com diversos aspectos da presente invenção que são descritos e/ou reivindicados a seguir. Acredita-se que esta discussão seja útil por dar ao leitor informações  
10 de fundo que facilitam um melhor entendimento dos diversos aspectos da presente invenção. Por conseguinte, deve ficar entendido que estas afirmações devem ser lidas a esta luz e não como admissões da técnica anterior.

O uso de objetos tridimensionais (3D) vem aumentando nos últimos anos, particularmente com a emergência de metaversos. Há vários usos para objetos 3D: mundos de  
15 socialização, jogos, mundos de espelhamento, ferramentas de simulação, mas também interfaces com usuário 3D, filmes de animação e efeitos visuais para televisão. Geralmente, objetos virtuais 3D representam um valor monetário real. Nos mundos de socialização e nos jogos, jogadores vendem objetos visuais ou avatares a outros jogadores por dinheiro real. A construção de um caractere experimentado dentro de um jogo on-line é um processo muito  
20 demorado que pode exigir centenas de horas atrás do teclado. O modelo 3D de um objeto do mundo real de uma ferramenta de simulação permite a fabricação do objeto real (forjado) e a venda dele. O vazamento do modelo 3D para uma cena do próximo sucesso de bilheteria dos estúdios de Hollywood pode resultar em má notoriedade para os estúdios. Conforme se pode ver, em muitos casos os objetos 3D são bens de grande valor para seu proprietário.

25 Estratégias para proteção de conteúdo compreendem proteção da confidencialidade – destinada a tornar impossível que usuários não autorizados acessem o conteúdo, por criptografiação, por exemplo – e marcação com linha d'água – destinada a tornar possível rastrear o usuário que disseminou o conteúdo sem autorização para fazê-lo.

Os métodos básicos de proteção de conteúdo 3D são focalizados nos dados inteiros, isto é, todos os dados são ou criptografados ou marcados com linha d'água (ou ambos),  
30 embora estes métodos sejam um tanto toscos.

Maneiras mais sutis de proteger conteúdo 3D consistem em proteger um ou mais dos seus objetos 3D. Isto é possível uma vez que o conteúdo 3D é frequentemente constituído por vários objetos distintos posicionados em um cenário. Quando cada objeto 3D é codificado como uma entidade separada, torna-se possível proteger cada um deles separadamente e não é necessário proteger todos eles.  
35

Por exemplo, o documento US 2008/0022408 descreve um método de proteção de

objetos 3D pelo armazenamento da “caixa de demarcação” do objeto como dado não criptografado em um arquivo e o objeto 3D protegido como dado criptografado em um arquivo separado. Qualquer usuário pode acessar os dados não criptografados, mas só usuários autorizados podem acessar os dados criptografados; usuários não autorizados vêem uma  
 5 representação básica deles (isto é, a caixa de demarcação), como, por exemplo, um paralelepípedo em vez de um carro. Entretanto, este método foi desenvolvido para ser usado com software de renderização 3D e é menos adequado para conteúdo multimídia, como, por exemplo, vídeo e filme. Além disto, o formato de arquivo (um arquivo com dados não criptografados e um arquivo com dados criptografados) não é padronizado e é assim utilizável  
 10 apenas por dispositivos de renderização adaptados, não padronizados. Na verdade, os dados criptografados não respeitam a sintaxe da maioria das técnicas 3D e podem assim não ser normalmente usados.

O documento US 6678378 descreve uma solução para proteger um objeto 3D de Desenho Auxiliado por Computador (CAD) por criptografiação. A solução pode criptografar  
 15 um dos valores de coordenada dos nós e as equações para as bordas ou os contornos, por transformação não linear, distorcendo assim o objeto 3D, ou por criptografiação ‘normal’, como, por exemplo, RSA.

Os problemas com esta solução são que os cálculos podem ser dispendiosos (em particular com o uso de RSA) e que as distorções podem não ser suficientes para impedir  
 20 que um usuário utilize o conteúdo. Além disto, no caso de criptografiação ‘normal’, o objeto 3D pode não ser passível de leitura de todo por um dispositivo consumidor de conteúdo – tal como um computador ou uma televisão -, o que pode ser uma desvantagem em alguns casos.

Um sistema de processamento de gráficos habilitado por direitos digitais foi proposto em 2006 por Shi, W., Lee, H., Yoo, R., e Boldyreva, A: Um Sistema de Processamento de  
 25 Gráficos Habilitado por Direitos Digitais. Em GH '06: Proceedings of the 21st ACM SIGGRAPH/EUROGRAPHICS symposium on Graphics hardware, ACM, 17-26]. Com este sistema, os dados que compõem o objeto 3D (coleção de vértices, texturas) são criptografados. Sua decodificação é processada dentro da Unidade de Processamento de Gráficos, sob o controle de licenças. É também proposto o uso de várias malhas de resolução para  
 30 distribuir simultaneamente uma versão protegida e não protegida de um elemento 3D. Embora o sistema propriamente dito constitua um progresso real rumo a ambientes 3D seguros, o uso de cenas protegidas com outros renderizadores da Linguagem de Modelação de Realidade Virtual (VRML) levará a problemas de interoperacionalidade.

David Koller e Marc Levoy descrevem um sistema para proteção de dados 3D no  
 35 qual dados 3D de alta definição são armazenados em um servidor. Os usuários têm acesso a um objeto 3D de baixa definição que eles podem manipular e, quando um usuário tiver

escolhido uma vista, uma solicitação é enviada ao servidor, que envia de volta um JPEG bidimensional que corresponde à vista. Portanto, os dados 3D de alta definição são protegidos uma vez que jamais são fornecidos aos usuários. (Ver “Protecting 3D Graphics Content”, de David Koller e Marc Levoy. Comunicações do ACM, junho de 2005, volume 48, No. 6). Embora este sistema funcione bem para seu uso pretendido, ele não é aplicável quando os dados 3D totais vierem a ser transferidos para um usuário.

Um problema comum com as soluções da técnica anterior é que elas não preservam o formato, embora sejam baseadas na criptografia de dados 3D, e que elas provêm um segundo conjunto de dados 3D que é utilizável por dispositivos não autorizados, de modo que o usuário pode ver alguma coisa, como, por exemplo, uma caixa de demarcação.

O pedido de patente europeu 10305692.5 descreve uma solução preservadora de formato na qual um objeto 3D, que compreende uma lista de pontos (isto é, vértices), é protegido pela permuta das coordenadas de pelo menos alguns dos seus pontos. A lista que detalha como os pontos são ligados permanece inalterada, mas o objeto 3D já não “faz sentido”, uma vez que estes pontos não têm mais os valores iniciais. As vantagens desta solução são que o objeto 3D protegido é também passível de leitura por dispositivos que não são capazes de ‘decodificar’ o objeto 3D protegido – embora ele não pareça muito estranho – e que o objeto 3D protegido está inscrito em uma caixa do mesmo tamanho do objeto 3D original. Foi descoberto, contudo, que a solução pode ser vulnerável a técnicas de reconstrução uma vez que os pontos do objeto 3D protegido têm as mesmas coordenadas do objeto 3D original, mas em uma ordem diferente.

Deve ficar entendido, portanto, que há necessidade de uma solução que possa permitir a proteção de objetos 3D com cálculos rápidos e que ainda permita que um dispositivo consumidor de conteúdo não autorizado leia e exiba o objeto 3D, embora de uma maneira que torna a visão dele insatisfatória, e que seja resistente a técnicas de reconstrução. A presente invenção provê tal solução.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Sob um primeiro aspecto, a invenção refere-se a um método para proteger um objeto gráfico. Um dispositivo recebe o objeto gráfico, que compreende uma série de pontos representados em pelo menos duas dimensões, permuta valores de coordenada de pelo menos uma dimensão de pelo menos alguns pontos de acordo com uma ordem de permuta determinada, os valores de coordenada sendo permutados independentemente dos valores de coordenada de pelo menos uma outra dimensão, de modo a se obter um objeto gráfico protegido, e transmite o objeto gráfico protegido.

Em uma primeira modalidade preferida, o objeto gráfico é um objeto tridimensional.

Em uma segunda modalidade preferida, todas as coordenadas da dimensão são permutadas.

Em uma terceira modalidade preferida, pelo menos algumas das coordenadas de todas as dimensões são permutadas.

É vantajoso que as coordenadas sejam permutadas usando-se um algoritmo de permuta baseado em chave.

- 5        Em uma quarta modalidade preferida, o objeto gráfico protegido e o objeto gráfico compreendem conjuntos de pontos que são diferentes.

Sob um segundo aspecto, a invenção refere-se a um método para desproteger um objeto gráfico protegido. Um dispositivo recebe o objeto gráfico protegido, que compreende uma série de pontos representados em pelo menos duas dimensões, permuta valores de coordenada de pelo menos uma dimensão de pelo menos alguns dos pontos de acordo com  
10        uma ordem de permuta determinada, os valores de coordenada sendo permutados independentemente dos valores de coordenada de pelo menos uma outra dimensão, em que a permuta desprotege o objeto protegido de modo a se obter um objeto gráfico desprotegido, e transmite o objeto gráfico desprotegido.

- 15        Em uma primeira modalidade preferida, o objeto gráfico é um objeto tridimensional.

Em uma segunda modalidade preferida, todas as coordenadas da dimensão são permutadas.

Em uma terceira modalidade preferida, pelo menos algumas das coordenadas de todas as dimensões são permutadas.

- 20        É vantajoso que as coordenadas sejam permutadas usando-se um algoritmo baseado em chave.

Sob um terceiro aspecto, a invenção refere-se a um dispositivo para proteger um objeto gráfico. O dispositivo compreende dispositivos para receber o objeto gráfico protegido, que compreende uma série de pontos representados em pelo menos duas dimensões, dispositivos para permutar valores de coordenada de pelo menos uma dimensão de pelo menos alguns dos pontos de acordo com uma ordem de permuta determinada, os valores de coordenada sendo permutados independentemente dos valores de coordenada de pelo menos uma outra dimensão, em que a permuta desprotege o objeto protegido de modo a se obter um objeto gráfico desprotegido, e dispositivos para transmitir o objeto gráfico desprotegido.  
30       

Sob um quarto aspecto, a invenção refere-se a um dispositivo para desproteger um objeto gráfico protegido. O dispositivo compreende dispositivos para receber o objeto gráfico protegido, que compreende uma série de pontos representados em pelo menos duas dimensões, dispositivos para permutar valores de coordenada de pelo menos uma dimensão de pelo menos alguns dos pontos de acordo com uma ordem de permuta determinada, os valores de coordenada sendo permutados independentemente dos valores de coordenada de pelo menos uma outra dimensão, em que a permuta desprotege o objeto protegido de  
35

modo a se obter um objeto gráfico desprotegido, e dispositivos para transmite o objeto gráfico desprotegido.

Sob um quinto aspecto, a invenção refere-se a um meio de armazenamento passível de leitura por computador que compreende instruções armazenadas que, quando executadas por um processador, executam o método de qualquer uma das modalidades do primeiro aspecto da invenção.

Sob um sexto aspecto, a invenção refere-se a um meio de armazenamento passível de leitura por computador que compreende instruções armazenadas que, quando executadas por um processador, executam o método de qualquer uma das modalidades do segundo aspecto da invenção.

### DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Feições preferidas da presente invenção serão agora descritas, a título de exemplo não limitador, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 mostra um sistema para proteger um objeto 3D de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção;

A Figura 2 mostra um método para proteger um objeto 3D de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção; e

As Figuras 3 e 4 mostram aspectos diferentes da proteção de objetos 3D de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção.

### DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES

Em alguns formatos de conteúdo 3D, tais como, por exemplo, a Linguagem de Modelação de Realidade Virtual (VRML) e X3D, um objeto gráfico 3D ("objeto 3D") é representado como uma primeira lista (ou arranjo) de pontos, em que cada ponto tem um conjunto de coordenadas específicas, e uma segunda lista com informações sobre como conectar os pontos uns aos outros.

Uma idéia inventiva saliente da presente invenção é a de proteger um objeto 3D pela execução de um algoritmo criptográfico, de preferência uma permuta baseada em chave das coordenadas dos pontos para pelo menos uma dimensão na primeira lista. A permuta resulta na criação de um novo conjunto de pontos (isto é, o conjunto de pontos de um objeto 3D protegido é diferente do conjunto de pontos do objeto 3D), de modo que o objeto 3D protegido é ainda entendido por qualquer aplicativo de renderização de modelo 3D padrão, mas a exibição resultante se torna estranha e dificilmente utilizável para um observador. Os versados na técnica entenderão, em particular em vista da descrição que se segue, a diferença comparada com a solução apresentada no documento EP 10305692.5, no qual as coordenadas dos pontos propriamente ditos são permutadas como uma na lista.

Os usuários autorizados têm os meios para inverter a permuta e mudar os pontos de volta às suas posições originais.

A Figura 1 mostra um sistema 100 para proteger um objeto 3D de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção e a Figura 2 mostra um método para proteger um objeto 3D de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção. Como exemplo não limitador, os pontos correspondem aos vértices das superfícies que compõem o objeto gráfico e são expressos em coordenadas 3D, e a segunda lista compreende informações sobre como conectar os vértices entre si de modo a se formarem linhas e superfícies. A permuta pode ser efetuada na parte estática (nó de Coordenadas na sintaxe VRML) ou na parte de animação (nó Interpolador de Coordenadas na sintaxe VRML) ou de preferência em ambas. Em outras palavras, é a representação do objeto 3D que é protegida, o que torna a renderização correta do objeto impossível.

O sistema 100 compreende um remetente 110 e um receptor 140, cada um compreendendo pelo menos um processador 111, 141, uma memória 112, 142, de preferência uma interface com usuário 113, 143, e pelo menos uma unidade de entrada/saída 114, 144. O remetente 110 pode, por exemplo, ser um computador pessoal ou uma estação de trabalho, enquanto o receptor 120 pode, por exemplo, não só ser um computador pessoal ou uma estação de trabalho, mas também um aparelho de televisão, um gravador de vídeo, um conversor set-top box ou semelhante.

O remetente 110 recebe 210 um objeto 3D 120 a ser protegido, utiliza uma chave para permutar 220 pelo menos uma das coordenadas x, das coordenadas y e das coordenadas z (de preferência todas as três) dos pontos do objeto 3D 120 de modo a se obter um objeto 3D protegido 130, que é armazenado ou enviado 230 ao receptor 140. Uma vez que as coordenadas de pelo menos uma das dimensões (x, y, z) são permutadas independentemente das outras, é provável que a permuta gere novos pontos. Em outras palavras, os pontos são indexados e as coordenadas de uma dimensão são 'embaralhadas' pela alteração da coordenada dos índices. (Note-se que a permuta das três coordenadas como uma, que resulta em uma permuta dos pontos, é descrita no documento EP 10305692.5). O receptor 120 recebe 24 o objeto 3D protegido 130, restaura 250 os pontos permutando as coordenadas das dimensões permutadas usando uma chave (que pode ser qualquer número secreto) e pode então exibir ou então usar 260 o objeto 3D desprotegido 150. Dito de outro modo, o receptor inverte a permuta de modo que as coordenadas dos índices sejam restauradas. Deve-se observar que o objeto 3D inicial 120 e o objeto 3D desprotegido 150 normalmente são idênticos.

Consequentemente, o usuário autorizado não notará nada fora do comum, uma vez que todos os objetos serão exibidos corretamente, enquanto o usuário não autorizado verá a cena total com o objeto protegido ou objetos renderizados de maneira incorreta.

Um primeiro meio de armazenamento passível de leitura por computador 160 compreende instruções armazenadas que, quando executadas pelo processador 111 do reme-

tente 110, protegem o objeto 3D conforme descrito. Um segundo meio de armazenamento passível de leitura por computador 170 compreende instruções armazenadas que, quando executadas pelo processador 141 do receptor 140, desprotegem o objeto 3D conforme descrito.

As Figuras 3 e 4 mostram aspectos diferentes da proteção de objetos 3D de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção. A Figura 3 mostra uma lista desprotegida de pontos 310 – por exemplo a parte estática do objeto –, a qual, após a permuta 320, torna-se uma lista protegida de pontos 330. Como exemplo, apenas os valores de coordenada x foram permutados, enquanto os valores de coordenada y e os valores de coordenada z permanecem inalterados. Na Figura 3, os índices são mostrados à esquerda do conjunto de valores de coordenada. Pode-se ver que os pontos são diferentes nas duas listas; por exemplo, a coordenada x 17 no índice 1 na lista desprotegida de pontos 310 torna-se a coordenada x no índice 8 no conjunto protegido de pontos 320. A Figura 4 mostra a renderização de objetos 3D: um objeto 3D desprotegido renderizado 410 é mostrado próximo a um objeto 3D protegido renderizado 420 para permitir uma comparação entre eles. Conforme se pode ver, o objeto 3D protegido renderizado 420 é praticamente completamente incompreensível, uma vez que, por exemplo, apenas o tamanho geral da “caixa” na qual o objeto 3D está inscrito pode ser deduzido.

Em uma modalidade alternativa, os pontos do objeto gráfico 3D correspondem ao mapeamento de texturas sobre as superfícies que compõem o objeto gráfico e são expressos em coordenadas bidimensionais.

A permuta usada pode ser praticamente qualquer algoritmo de permuta baseado em chave que permute os pontos de acordo com uma ordem de permuta determinada. Um exemplo básico de tal algoritmo é o de mover um valor de coordenada na lista no índice  $i$  para o índice  $i'$ , tomando-se cuidado para não sobrescrever quaisquer valores. Outro exemplo é o de trocar iterativamente valores de coordenada por uma função que recebe o índice e uma chave como entrada para produzir um índice de saída:  $i' = f_k(i) \bmod N$ , onde  $N$  é o número de índices. Outro exemplo de algoritmo de permuta foi descrito por Donald E. Knuth em “The Art of Computer Programming volume 2: Seminumerical algorithms”, pp. 138-140.

Deve-se observar que uma ou mais coordenadas de uma dimensão podem permanecer não permutadas sem afetar de maneira notável a segurança, em particular se a razão entre o número de pontos não permutados e no número de coordenadas permutadas permanecer pequena.

Os versados na técnica entenderão que a autorização do usuário e o gerenciamento de chaves estão fora do alcance da presente invenção.

Pode-se ver assim que as coordenadas são apenas permutadas. Uma abordagem tradicional seria a de criptografar dados de vértice, o que, no melhor caso, resultaria na exis-



tência de pontos aleatórios espalhados dentro do espaço 3D e superpostos aos outros objetos da cena completa; no pior caso, não seria possível de maneira alguma renderizar o objeto 3D. Com a abordagem da presente invenção, o objeto 3D protegido permanece geralmente dentro dos limites geométricos do objeto 3D original, isto é, não protegido. Portanto, quando o usuário não está autorizado a desproteger um objeto, a cena total não é demasiadamente confundida pela exibição deste objeto não protegido.

Embora a invenção tenha sido descrita para três dimensões, ela pode ser também aplicada para proteger objetos em duas dimensões ou em mais de três dimensões.

Deve ficar assim entendido que a presente invenção pode prover um mecanismo para assegurar a confidencialidade de modelos 3D e que o mecanismo pode diferenciar visualmente modelos protegidos e não protegidos para usuários não autorizados. Deve ficar também entendido que o objeto 3D protegido (e a cena que compreende o objeto 3D) pode ser sempre renderizado, embora não seja reconhecível. Deve ficar também entendido que o mecanismo de proteção pode ser resistente a técnicas de reconstrução (de superfície).

Cada feição revelada na descrição e (onde apropriado) nas reivindicações e nos desenhos pode ser apresentada de maneira independente ou em qualquer combinação apropriada. As feições descritas como sendo implementadas em hardware podem ser também implementadas em software e vice-versa. Os números de referência que aparecem nas reivindicações são a título de ilustração apenas e não terão nenhum efeito limitador sobre o alcance das reivindicações.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para proteger um objeto gráfico, o método **CARACTERIZADO** por compreender as etapas, em um dispositivo (110), de:

receber (210) o objeto gráfico (120; 410), que compreende uma série de pontos representados em pelo menos duas dimensões;

permutar (220) valores de coordenada de pelo menos uma primeira dimensão de pelo menos alguns dos pontos de acordo com uma ordem de permuta determinada, os valores de coordenada sendo permutados independentemente dos valores de coordenada de pelo menos uma segunda dimensão, de modo a se obter um objeto gráfico protegido (130; 420); e

transmitir (230) o objeto gráfico protegido (130; 420).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o objeto gráfico (120; 410) é um objeto tridimensional.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que todas as coordenadas da pelo menos uma primeira dimensão são permutadas.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que algumas das coordenadas de todas as dimensões são permutadas.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as coordenadas são permutadas com a utilização de um algoritmo de permuta baseado em chave.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o objeto gráfico protegido (130; 420) e o objeto gráfico (120; 410) compreendem conjuntos de pontos que são diferentes.

7. Método para desproteger um objeto gráfico protegido, o método **CARACTERIZADO** por compreender as etapas, em um dispositivo (140), de:

receber (240) o objeto gráfico protegido (130; 420), que compreende uma série de pontos representados em pelo menos duas dimensões;

permutar (250) valores de coordenada de pelo menos uma primeira dimensão de pelo menos alguns dos pontos de acordo com uma ordem de permuta determinada, os valores de coordenada sendo permutados independentemente dos valores de coordenada de pelo menos uma segunda dimensão, em que a permuta desprotege o objeto protegido de modo a se obter um objeto gráfico desprotegido (150; 410); e

transmitir (260) o objeto gráfico desprotegido (150; 410).

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o objeto gráfico desprotegido (120; 410) é um objeto tridimensional.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que todas as coordenadas da pelo menos uma primeira dimensão são permutadas.

10. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos algumas das coordenadas de todas as dimensões são permutadas.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as coordenadas são permutadas usando-se um algoritmo de permuta baseado em chave.

12. Dispositivo para proteger um objeto gráfico, o dispositivo **CARACTERIZADO** por compreender:

um dispositivo (114) para receber o objeto gráfico (120; 410), que compreende uma série de pontos representados em pelo menos duas dimensões;

um dispositivo (111) para permutar valores de coordenada de pelo menos uma primeira dimensão de pelo menos alguns dos pontos de acordo com uma ordem de permuta determinada, os valores de coordenada sendo permutados independentemente dos valores de coordenada de pelo menos uma segunda dimensão, de modo a se obter um objeto gráfico protegido (130; 420); e

um dispositivo (114) para transmitir o objeto gráfico protegido (130; 420).

13. Dispositivo para desproteger um objeto gráfico protegido, o dispositivo **CARACTERIZADO** por compreender:

um dispositivo (144) para receber o objeto gráfico protegido (130; 420), que compreende uma série de pontos representados em pelo menos duas dimensões;

um dispositivo (141) para permutar valores de coordenada de pelo menos uma primeira dimensão de pelo menos alguns dos pontos de acordo com uma ordem de permuta determinada, os valores de coordenada sendo permutados independentemente dos valores de coordenada de pelo menos uma segunda dimensão, em que a permuta desprotege o objeto protegido de modo a se obter um objeto gráfico desprotegido (150; 410); e

um dispositivo (144) para transmitir o objeto gráfico desprotegido (150; 410).

14. Meio de armazenamento passível de leitura por computador, **CARACTERIZADO** por compreender instruções armazenadas que, quando executadas por um processador, executam o método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6.

15. Meio de armazenamento passível de leitura por computador, **CARACTERIZADO** por compreender instruções armazenadas que, quando executadas por um processador, executam o método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 11.

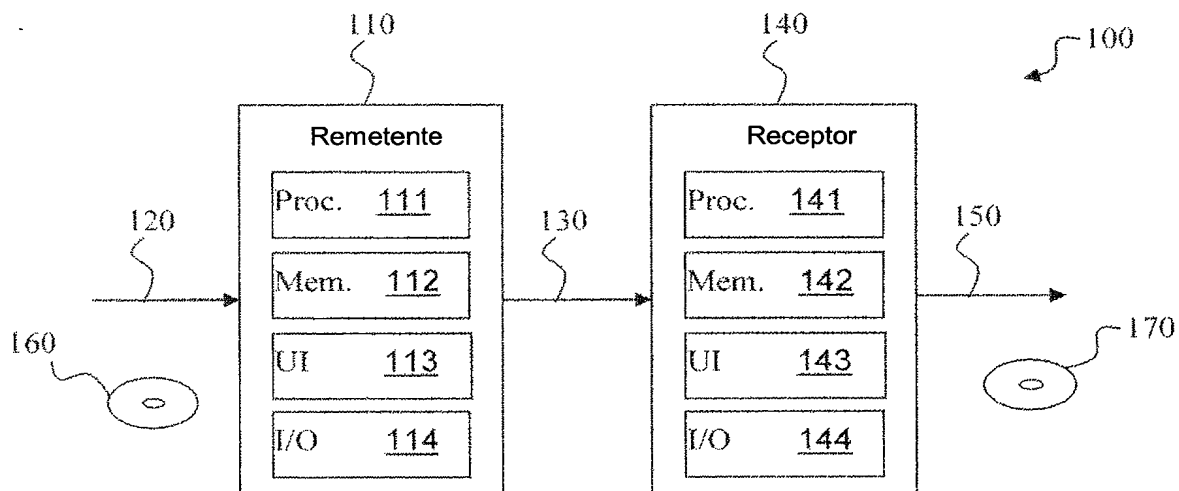


Figura 1

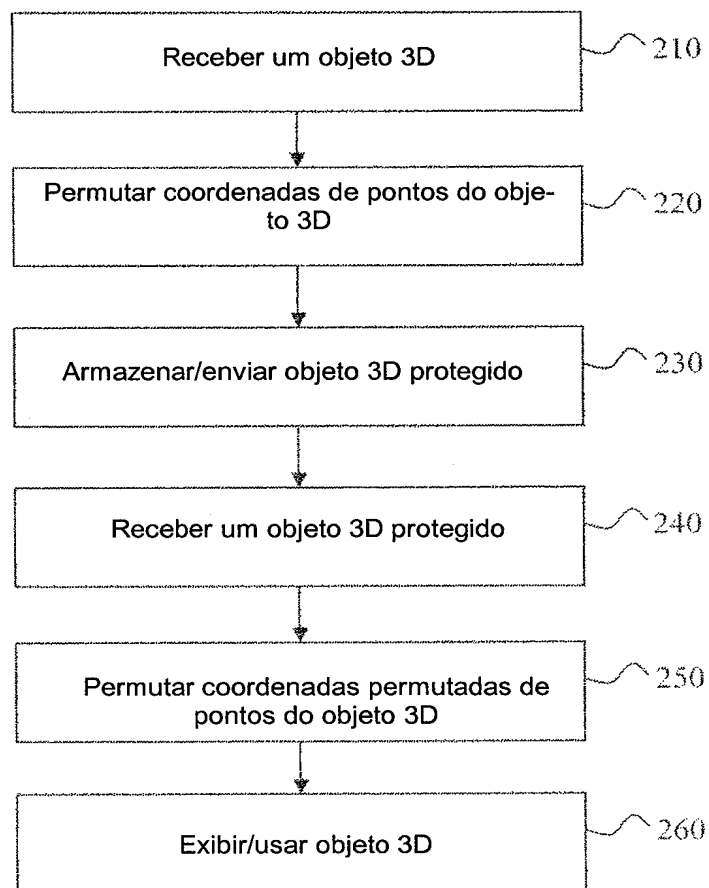


Figura 2

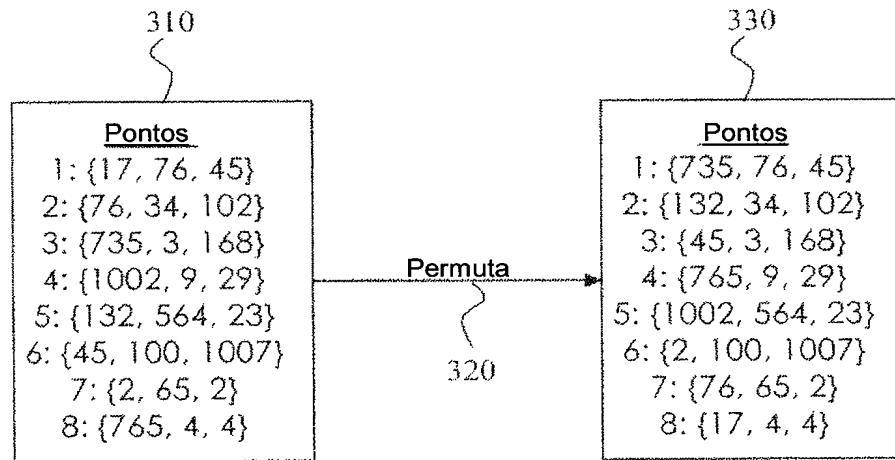


Figura 3

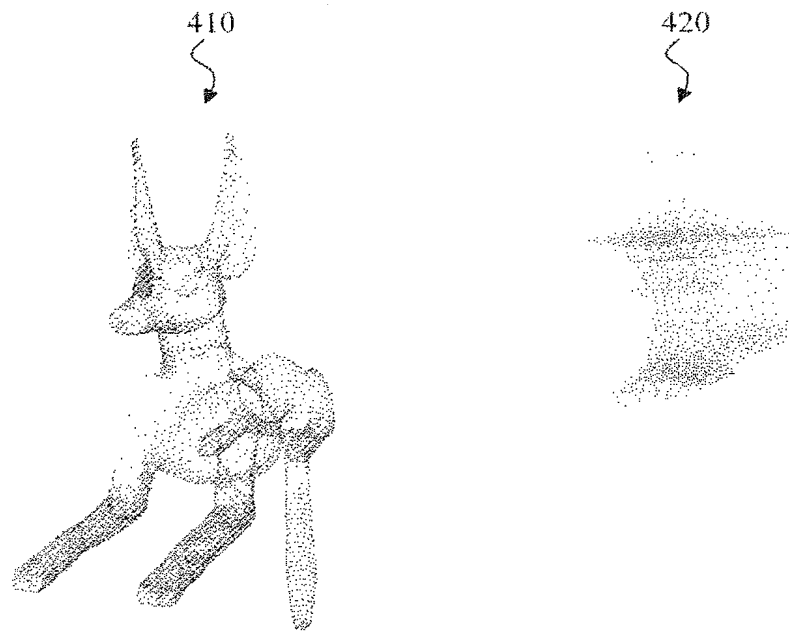


Figura 4

## RESUMO

### “MÉTODO E DISPOSITIVO PARA PROTEÇÃO DE OBJETO 3D POR PERMUTA DE COORDENADAS DE SEUS PONTOS”

Um objeto 3D (120; 410) é protegido por um primeiro dispositivo (110), que recebe  
5 (210) o objeto 3D (120; 410), permuta (220) as coordenadas de pelo menos uma dimensão  
de pelo menos alguns dos pontos do objeto 3D (120; 410), de modo a se obter um objeto 3D  
protegido (130; 420), e transmite (230) o objeto 3D protegido (130; 420). As coordenadas  
das dimensões são de preferência permutadas independentemente das permutas das ou-  
tras dimensões. O objeto 3D protegido (130; 420) é desprotegido por um segundo dispositi-  
10 vo (140) recebendo (240) o objeto 3D protegido (130; 420), permutando (250) as coordena-  
das de pelo menos uma dimensão de pelo menos alguns pontos do objeto 3D protegido  
(130; 420), de modo a se obter um objeto 3D desprotegido (150; 410), e transmitindo (260) o  
objeto 3D desprotegido (150; 410). São também apresentados o primeiro dispositivo (110), o  
segundo dispositivo (140) e o meio de armazenamento passível de leitura por computador  
15 (160, 170).