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

(11) PI 0912270-2 B1

(22) Data do Depósito: 29/06/2009

(45) Data de Concessão: 23/03/2021

(54) Título: MÉTODO DE RESOLVER UMA LOCALIZAÇÃO DE DADOS CODIFICADOS REPRESENTATIVOS DA MESMA, MÍDIA NÃO TRANSITÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR, E DISPOSITIVO DE COMPUTADOR

(51) Int.Cl.: G08G 1/09; G01C 21/00; G09B 29/10.

(30) Prioridade Unionista: 22/10/2008 US 61/193.027; 30/06/2008 US 61/129.491.

(73) Titular(es): TOMTOM TRAFFIC B.V..

(72) Inventor(es): SVEN BASELAU; LARS PETZOLD; RALF-PETER SCHAEFER.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009058130 de 29/06/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/000706 de 07/01/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/11/2010

(57) Resumo: MÉTODO DE RESOLVER UMA LOCALIZAÇÃO DE DADOS CODIFICADOS REPRESENTATIVOS DA MESMA. A invenção provê um método de resolver uma localização a partir de uma lista ordenada de pontos de referência de localização sendo representativos de nós em um mapa digital de codificador e cada tendo atributos representativos de uma linha ou segmento especifico no mapa digital de codificador emanando de ou incidente naqueles nós. O método compreende as etapas de: (i) para cada ponto de referência de localização, identificar pelo menos um né candidato que existe em um segundo mapa digital, utilizando os atributos disponíveis daquele ponto de referência de localização, identificando pelo menos uma linha ou segmento candidato que existe no segundo mapa digital que emana a partir de ou incidente no né candidato, (ii) Executar uma busca de rota no segundo mapa digital entre: (a) Pelo menos um de pelo menos um né candidato e linha ou segmento candidato correspondente que emana a partir do mesmo ou incidente ao mesmo, e (b) Pelo menos um de um né candidato para o próximo ponto de referência de localização que aparece na lista e linha ou ?segmento correspondente que emana a partir do mesmo ou incidente ao mesmo, e extrair (...).

“MÉTODO DE RESOLVER UMA LOCALIZAÇÃO DE DADOS CODIFICADOS REPRESENTATIVOS DA MESMA, MÍDIA NÃO TRANSITÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR, E DISPOSITIVO DE COMPUTADOR”

Campo da invenção

[001] A presente invenção se refere a um método de resolver uma localização representada por dados codificados de acordo com um ou mais formatos predeterminados, e mais especificamente se refere a um método para determinar precisamente uma localização em um mapa digital, como aqueles criados e vendidos por Tele Atlas B.V. e Navteq Inc., em um modo que não depende do mapa digital específico utilizado durante um processo de decodificação e ainda assim é idêntico à localização originalmente codificada. A esse respeito, o método pode ser considerado com mapa-agnóstico, porém o modo no qual a decodificação ocorre, ao contrário da resolução de dados decodificados em uma localização, será inevitavelmente dependente do formato predeterminado escolhido.

[002] Embora o termo “localização” no contexto de mapeamento digital possa significar qualquer de uma variedade de características do mundo real físicas, diferentes (por exemplo, localização de um ponto na superfície da terra, um trajeto ou rota contínua, ou uma cadeia contígua desse tipo, de vias públicas navegáveis existentes na terra, ou uma área ou região na terra capaz, no caso de uma área retangular, quadrada ou circular, de ser definida por dois ou mais parâmetros), essa invenção é mais aplicável a uma representação de dados codificados de um trajeto através de uma rede de estradas ou outras vias públicas navegáveis representadas em um mapa digital.

Antecedentes da invenção

[003] No pedido complementar do requerente depositado na mesma data que o presente intitulado “*An efficient location referencing method*”, uma técnica é descrita para produzir uma representação legível por máquina de uma localização em um modo que não somente é considerado otimizado no que se refere ao comprimento geral de bytes, como também é considerado como sendo mapa-agnóstico.

[004] Qualquer mapa digital moderno (ou gráfico matemático, como às vezes são conhecidos) de uma rede de estradas, em sua forma mais simples, é efetivamente um banco de dados que consiste em uma pluralidade de tabelas definindo primeiramente nós (que podem ser considerados como pontos ou objetos de dimensão zero) mais comumente representativos de interseções de estrada, e em segundo lugar linhas entre esses nós que representam as estradas entre essas interseções. Em mapas digitais mais detalhados, linhas podem ser divididas em segmentos definidos por um nó de início e nó de final, que podem ser iguais no caso de um segmento de comprimento zero, porém são mais comumente separados. Nós podem ser considerados reais ou "válidos" para fins desse pedido quando representam uma interseção de estradas na qual um mínimo de 3 linhas ou segmentos intersectam ao passo que nós "artificiais" ou "evitáveis" são aqueles que são fornecidos como âncoras para segmentos não sendo definidos em uma ou ambas as extremidades por um nó real. Esses nós artificiais são úteis em mapas digitais para fornecer, entre outras coisas, informações de formato para um trecho específico da estrada ou um meio de identificação a posição ao longo de uma estrada na qual alguma característica daquela estrada muda, por exemplo, um limite de velocidade.

[005] Praticamente em todos os mapas digitais modernos, nós e segmentos (e/ou linhas) são adicionalmente definidos por vários atributos que são novamente representados por dados nas tabelas do banco de dados, por exemplo, cada nó terá tipicamente atributos de latitude e longitude para definir sua posição no mundo real. O "gráfico" completo da rede de estradas é descrito por milhões de nós e segmentos para cobrir uma área de extensão de um ou mais países, ou parte da mesma.

[006] No contexto de idealizar um meio de referenciar eficientemente ou descrever uma localização (isto é, um trajeto através de uma rede de estradas), não somente é altamente ineficiente simplesmente fornecer uma lista ordenada de todos os nós (e/ou segmentos, e opcionalmente seus atributos) compreendidos no mapa digital que fazem parte da localização, como tal método de referência necessitaria que exatamente o mesmo mapa digital fosse utilizado durante qualquer falta de refe-

rência que ocorresse posteriormente, por exemplo, em um dispositivo móvel para o qual a referência de localização foi transmitida, porque nós, segmentos, linhas e seus atributos são praticamente somente exclusivamente definidos em uma versão específica de um mapa criado por um vendedor de mapa específico. Mesmo atributos fundamentais como longitude e latitude para um nó específico poderiam diferir entre mapas digitais diferentes.

[007] Um atributo específico fornecido frequentemente em mapas digitais é uma referência de tabela de localização de Canal de Mensagem de tráfego (TMC). TMC é uma tecnologia para distribuir informações de viagem e tráfego para usuários de veículo, e mais particularmente a sistemas de navegação (portáteis ou integrados) presentes nesses veículos e que incluem alguma forma de mapa digital. Uma mensagem TMC consiste em um código de evento (que não necessita ser específico de tráfego, embora esses sejam mais comuns) e um código de localização, frequentemente consistindo em uma lista ordenada de referências de localização por meio da qual a localização do evento de tráfego pode ser determinada no mapa digital e desse modo representada graficamente na tela do sistema de navegação. Um número de nós predefinidos nos mapas digitais mais comercialmente disponíveis é atribuído uma referência de localização TMC que é determinada com referência a uma tabela de localização limitada. A tabela de localização consiste em 216 referências de localização (65536) correspondendo a um número similar de localizações físicas ou mundo real, normalmente interseções de estrada, também identificáveis no mapa digital.

[008] Embora mensagens TMC sejam muito eficientes em que podem ser tão curtas quanto 37 bits em comprimento e, portanto não incidem significativamente sobre a largura de banda disponível para dados broadcast, somente um número fixo de referência de localização está disponível e, portanto tipicamente somente rodovias e principais estradas (ou interseções nas mesmas) em cada país que oferece TMC podem ser referenciadas. Há várias outras desvantagens de referências de localização TMC. Por exemplo, tabelas de localização TMC são:

- frequentemente mantidas através de uma autoridade pública ou Governo nacional,

- propensas à mudança entre ciclos de atualização, que são tradicionalmente bem longos,

- não existentes, ou disponíveis somente comercialmente, em alguns mercados.

[009] Evidentemente, a decodificação de uma referência de localização TMC é intrinsecamente simples em que uma simples consulta pode ser executada no banco de dados de mapa digital para cada código de localização TMC resultando em identificação imediata dos nós e segmentos corretos relevantes (cada provedor de mapa incluirá códigos de localização TMC como parte do processo de produção de mapa assegurando precisão), e desse modo a localização pode ser imediatamente resolvida. Entretanto, como está se tornando possível identificar acúmulo de tráfego em estradas secundárias e urbanas utilizando dados de sonda GPS e GSM (por exemplo, usuários de veículos possuem cada vez mais um telefone móvel ou um dispositivo de navegação de satélite conectado útil como sonda), códigos de localização de TMC são simplesmente inadequados no que se refere à resolução.

[010] Uma tentativa para superar algumas das limitações de referências de localização de TMC ou referências específicas de mapa é o projeto de Referência de localização dinâmica, também conhecido como AGORA-C (no processo de padronização de acordo com o número ISO 17572-1, 2 e 3). Embora uma descrição completa da abordagem de referência de localização AGORA-C esteja além do escopo desse pedido, os fundamentos da abordagem são que uma referência de localização pode ser totalmente especificada por um conjunto de pontos de localização, especificados por pares de coordenadas de latitude e longitude e ordenados em uma lista, cada ponto estando em conformidade com várias regras, porém mais importante sendo consecutivo em termos da localização sendo referenciada e o ponto anterior na lista, isto é, pontos sucessivos formam uma relação de ponto seguinte. Como com outros sistemas de referência de localização, cada ponto é dotado de um núme-

ro de atributos que auxilia em definir melhor aquele ponto, porém específico para o método AGORA-C é a identificação de cada ponto como um de um ponto de localização, um ponto de interseção, um ponto de roteamento, ou alguma combinação desses três. Cada ponto ao longo da localização na qual a assinatura de seção de estrada muda é representada por um ponto de interseção, assim localizações sendo trajetos sobre uma rede de estrada e que passam através de interseções sem nenhuma alteração de assinatura de seção de estrada não necessitam ser referenciadas por um ponto de interseção. Por exemplo, se uma localização inclui uma seção de rodovia que inclui junções que não são relevantes no que se refere à localização, então não há necessidade de incluir pontos de interseção para tais junções. Uma das etapas anteriores no método de codificação AGORA-C é a determinação de todos os pontos de interseção intermediários entre um primeiro e um último ponto de interseção ao longo da localização na qual uma alteração de assinatura de seção de estrada ocorre.

[011] Todos esses pontos são adicionados a uma tabela de pontos finalmente fazendo parte da referência de localização AGORA-C. Dentro dessa tabela, pelo menos dois pontos de roteamento também terão sido identificados, de acordo com certas regras. Pontos de roteamento são fornecidos onde pontos de interseção sozinhos são insuficientes para determinar de forma não ambígua a localização correta no decodificador, e são adicionados como pontos separados, ou onde um ponto de roteamento exigido coincide com ponto de interseção existente, uma simples alteração de atributos no último é efetuada.

[012] Embora essa abordagem de referência seja abrangente em que é possível codificar e decodificar precisa e repetidamente qualquer localização existente em um sistema de informações geográficas, acredita-se que o sistema seja excessivo e possivelmente redundante em certos aspectos, e um sistema de codificação e decodificação mais eficiente é possível. Por exemplo, embora o método de referência seja independente de qualquer obra de pré-compilação e seja independente de mapa, o tamanho médio de mensagem AGORA-C é significativamente mais elevado

do que 30 bytes por referência de localização. Em termos dos dispositivos que poderiam comumente decodificar referências e localização, como dispositivos de navegação pessoal, PDAs, telefones celulares, ou sistemas de navegação integrados no carro, é desejável que a mensagem recebida seja tão curta quanto possível para permitir decodificação rápida e resolução final da localização representada desse modo.

[013] Portanto, é um objetivo da presente invenção fornecer primariamente um método de resolver uma localização representada por dados estruturados, tipicamente um pacote de dados binários que resulta da codificação de uma lista ordenada de pontos de referência de localização representativos daquela localização de acordo com uma especificação de formato de dados físicos, que é tanto econômico em termos de processamento exigido, e que não obstante obtém taxas de sucesso muito elevadas em termos de recriar a localização correta apesar da brevidade relativa de dados recebidos independente do mapa digital utilizado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[014] De acordo com a invenção, é fornecido um método de resolver uma localização a partir de uma lista ordenada de pontos de referência de localização sendo representativa de nós em um mapa digital de codificador e cada tendo atributos representativos de uma linha ou segmento específico no mapa digital de codificador emanando de ou incidente naqueles nós, compreendendo as etapas de:

i) Para cada ponto de referência de localização, identificar pelo menos um nó candidato que existe em um segundo mapa digital, utilizando os atributos disponíveis daquele ponto de referência de localização, identificar pelo menos uma linha ou segmento candidata existindo no segundo mapa digital que emana de ou incidente ao nó candidato,

ii) Executar uma busca de rota no segundo mapa digital entre:

- pelo menos um de pelo menos um nó candidato e a linha ou segmento candidata correspondente que emana do mesmo ou incidente ao mesmo, e

- pelo menos um de um nó candidato para o ponto de referência de localiza-

ção seguinte que aparece na lista e a linha ou segmento candidata correspondente que emana a partir do mesmo ou incidente ao mesmo,

e extrair do segundo mapa digital cada linha ou segmento que faz parte da rota assim determinada entre os nós candidatos,

iii) Repetir a etapa (ii) para cada par consecutivo de pontos de referência de localização até e incluindo o ponto de referência de localização final que aparece na lista.

[015] Preferivelmente, a busca de rota é uma busca de rota de trajeto mais curto, ou inclui um elemento que é fundamentalmente relacionado à distância entre o ponto de início e final utilizado como entradas para a busca de rota. Tipos diferentes de buscas de rota podem ser, portanto considerados, como algoritmo de Dijkstra ou A*.

[016] Preferivelmente, a busca de rota opera em pares respectivos de nós candidatos sucessivos, e inclui um meio de assegurar que a linha ou segmento correspondente do primeiro do par de nós faz parte da rota resultando a partir daí.

[017] Preferivelmente, os nós candidatos identificados são nós reais em que são representativos de interseções de mundo real, que em toda probabilidade estarão, portanto, presentes no segundo mapa digital.

[018] Preferivelmente a etapa de extrair cada linha ou segmento do segundo mapa digital é aumentada por armazenar cada das linhas ou segmentos extraídos em uma lista de trajeto de localização. Além disso, cada lista de trajeto de localização desse modo criada para cada busca de rota sucessiva é preferivelmente concatenada em uma etapa final ou alternativamente cada das linhas ou segmentos extraídos para uma busca de rota seguinte são apensas à lista de trajeto de localização preexistente, o efeito final sendo o mesmo, isto é, fornecer um meio de identificar completamente a localização.

[019] Preferivelmente, no caso onde mais de um nó candidato é identificado para um ponto de referência de localização, o método inclui a etapa adicional de classificação dos nós candidatos identificados de acordo com uma ou mais métricas

prescritas, e desse modo identificar um nó candidato mais provável ou fornecer uma classificação de nós candidatos. Também preferivelmente no caso onde mais de uma linha ou segmento candidato existindo no segundo mapa digital é identificado para um nó candidato ou candidato mais provável, então o método inclui a etapa de classificação similarmente aquelas linhas ou segmentos candidatos resultando na identificação de uma linha ou segmento candidato mais provável ou fornecendo uma classificação de linhas ou segmentos candidatos.

[020] Em uma modalidade preferida, a etapa de classificação um ou ambos os nós candidatos e linhas ou segmentos candidatos é obtida por aplicação de uma função de classificação. Preferivelmente, a função de classificação inclui uma parte de classificar nó candidato e uma parte de classificar linha ou segmento candidato.

[021] Mais preferivelmente, a parte de classificar nó candidato da função de classificar inclui alguma dependência em uma distância calculada ou representativa entre o ponto de referência de localização ou suas coordenadas absolutas, e os nós candidatos ou suas coordenadas absolutas como aparecem em e extraídas do segundo mapa digital.

[022] Mais preferivelmente, a parte de classificar linha ou segmento candidata da função de classificação inclui um meio de avaliar a similaridade dos atributos de linha ou segmento como aparecem no mapa digital de codificador e aqueles que aparecem no segundo mapa digital utilizado na resolução da localização.

[023] Ainda preferivelmente, o método inclui as etapas adicionais de:

- determinar, a partir do segundo mapa, um valor de comprimento de trajeto para cada trajeto entre nós candidatos sucessivos compreendidos no segundo mapa digital, o trajeto sendo estabelecido como resultado da busca de rota entre nós candidatos sucessivos,

- comparar o valor de comprimento de trajeto assim determinado com um atributo DNP do primeiro dos dois pontos de referência de localização utilizados na busca de rota, e

- no evento de uma discrepância grande demais entre o valor de comprimen-

to de trajeto e o atributo de DNP, repetir a busca de rota utilizando nós candidatos alternativos e/ou linhas para um ou ambos de cada par sucessivo de pontos de referência de localização para tentar reduzir a discrepância entre valor de comprimento de trajeto e atributo de DNP, ou relatar um erro.

[024] Ainda preferivelmente, o método inclui a etapa final de aplicar qualquer valor de deslocamento que possa ser associado aos primeiro e último pontos de referência de localização nas primeira e última linhas na lista resultante de linhas ou segmentos presentes no segundo mapa digital e que juntos fornecem uma representação completa e contínua da localização.

[025] Em um segundo aspecto da invenção, é fornecido um elemento de programa de computador que compreende meio de código de programa de comutador para fazer um computador executar o método como exposto acima. Ainda em um aspecto adicional, é fornecido tal programa de computador incorporado em meio legível por computador.

[026] Em um terceiro aspecto da invenção é fornecido um dispositivo de computação, opcionalmente portátil e sendo de um dispositivo de navegação pessoal (PND), um assistente pessoal digital (PDA), telefone celular ou realmente qualquer aparelho de computação capaz de executar o programa de computador exposto acima, e incluindo como mínimo um processador e armazenagem no qual o programa pode residir, a armazenagem também incluindo um mapa digital, e meio para saída de informações. Na maioria das modalidades, o meio para saída de informações consistirá em uma tela de display na qual uma representação gráfica do mapa digital pode ser exibida. Em uma modalidade preferida, a localização resolvida ou uma parte da mesma, é exibida em sobreposição, coberta, justaposta ou em combinação coma porção relevante do mapa digital a qual se refere. Em modalidades alternativas, o dispositivo de computação pode somente ou adicionalmente incluir meio de saída de informação de áudio.

[027] A presente invenção provê vantagem excepcional em relação a técnicas conhecidas em que uma localização potencialmente longa pode ser resolvida

utilizando somente relativamente poucos pontos de referência de localização e seus atributos correspondentes. Desses elementos básicos, nós candidatos e linhas ou segmentos podem ser identificados com referência a qualquer mapa digital moderno, visto que a invenção tira proveito do fato de que a maioria dos mapas digitais modernos inclui praticamente toda interseção de estrada e provê um nó para a mesma. Além disso, a maioria dos mapas digitais também inclui pelo menos alguns atributos básicos para a forma e classe de estradas entre tais interseções. Se estiverem presentes no segundo mapa digital utilizado no processo de resolução, então é possível fazer uma comparação dos atributos e tomar uma decisão com relação a se uma linha ou segmento identificado no segundo mapa digital é mais adequado do que outra. Finalmente, a invenção faz uso de um cálculo de posição para identificar adicionalmente e de forma melhor linhas candidatas no segundo mapa digital, e fornecer um meio de classificar as mesmas onde muitas linhas candidatas são identificadas.

[028] Deve ser mencionado que o atributo de posição é um atributo calculado tanto no lado do codificador como durante o método de resolução e não um que genericamente faz parte do mapa digital. Entretanto, pode ser calculado precisamente e é considerado com muito útil em identificar e/ou classificar precisamente linhas candidatas.

[029] A busca de rota de trajeto mais curto também é útil visto que é um dos algoritmos de busca de rota mais simples disponíveis, bem conhecido e rápido de implementar e executar. Uma vantagem útil adicional é que o algoritmo de busca de rota empregado no codificador não precisa necessariamente ser igual àquele utilizado durante resolução da localização pós-transmissão. Por exemplo, é possível implementar um A* no lado de codificador e um algoritmo Dijkstra no lado de decodificador. Como ambos esses algoritmos se baseiam principalmente em um parâmetro de distância entre ponto de início e final, resultarão na mesma rota. No caso de A*, deve ser mencionado que o elemento heurístico do algoritmo A* necessitaria atender certas exigências, porém em todos os casos práticos, esse seria em qualquer evento

o caso. Por conseguinte, na presente invenção, somente é necessário que um trajeto mais curto seja encontrado. Em redes de estradas reais, o trajeto mais curto é normalmente único, porém pode-se imaginar circunstâncias excepcionais, como grades artificiais ou rotas curtas em torno de layouts de estradas retangulares em cidades onde mais de uma única rota de trajeto mais curto pode ser identificada.

[030] Vantagens adicionais da invenção tornar-se-ão evidentes a partir da seguinte modalidade específica da invenção que é descrita por meio de exemplo com referência aos desenhos em anexo.

Breve descrição dos desenhos

[031] A figura 1 mostra um fluxograma esquemático do método da presente invenção,

[032] As figuras 2-5 fornecem representações esquemáticas de um primeiro mapa digital que inclui nós e segmentos e em particular a figura 2 ilustra uma rede de exemplo, a figura 3 ilustra um trajeto de localização que se deseja ser codificado nessa rede, a figura 4 ilustra o trajeto mais curto entre nós de início e final de um trajeto estendido que parcialmente inclui aquela localização, e a figura 5 ilustra os pontos de referência de localização necessários para referenciar totalmente aquela localização,

[033] As figuras 6-11 fornecem representações esquemáticas de um segundo mapa digital incluindo nós e segmentos e em particular a figura 6 ilustra a rede da figura 2, porém como representado por nós e segmentos que aparecem no segundo mapa digital, a figura 7 ilustra nós candidatos identificados no segundo mapa digital, a figura 8 ilustra as linhas candidatas identificadas no segundo mapa digital, e a figura 9 ilustra as linhas candidatas mais prováveis pelas quais a localização é totalmente referenciada, a figura 10 mostra o trajeto mais curto como algoritmicamente determinado entre as linhas mais prováveis, e a figura 11 mostra a localização como resolvida,

[034] As figuras 12-20 fornecem várias ilustrações esquemáticas úteis no contexto dos formatos de dados físicos e lógicos, descritos abaixo, e especificamen-

te, a figura 12 mostra a conexão consecutiva exigida de pontos de referência de localização (LRPs), a figura 13 ilustra como uma posição é calculada para um LRP em relação a um LRP seguinte, a figura 14 mostra como posições podem variar, a figura 15 demonstra como um atributo “distância até o ponto seguinte” é determinado para um LRP, a figura 16 ilustra o uso de deslocamentos, a figura 17 mostra o modo no qual LRPs são dotados de atributos, as figuras 18/19 ilustram nós a serem evitados durante a codificação de uma referência de localização, e a figura 20 ilustra como valores de posição para um LRP caem em 1 de 32 setores discretos de um círculo.

Descrição detalhada

[035] A seguinte descrição da invenção é fornecida em termos de segmentos, porém deve ser entendido que o método pode ser aplicado igualmente a linhas, ou a combinações de linhas e segmentos que juntos são representativos de um trajeto contínuo através de uma rede de estradas.

[036] É útil no contexto da presente invenção primeiramente fornecer uma breve descrição do modo no qual uma referência de localização é codificada, e os formatos de dados lógicos e físicos específicos utilizados no processo de codificação. Os últimos são fornecidos como Apêndice a esse relatório descritivo, e deve-se fazer referência a esse Apêndice em toda a seguinte descrição.

[037] Com referência primeiramente às figuras 2-5, um primeiro mapa digital (codificador) é mostrado na figura 2 e consiste em 15 nós e 23 linhas (linhas de dois sentidos são contadas duas vezes). Os nós são numerados de 1 a 15. Os atributos necessários de linhas são mostrados ao lado de cada linha utilizando o formato: <FRC>, <FOW>, <comprimento em metro>. FRC é uma abreviatura para “Classe funcional de estrada” e FOW é uma abreviatura para “forma de via”, ambos são descritos em maior detalhe no Apêndice abaixo. As cabeças das setas indicam o sentido de direção possível para cada linha.

[038] A localização a ser codificada é mostrada na figura 3 utilizando linhas em negrito. A localização inicia no nó 3 e continua através dos nós 5, 7, 10, 11, 13, 14 e termina no nó 15. Seu comprimento total no mapa de codificador é de 685 me-

tros. A lista ordenada de linhas e o mapa a ser utilizado durante codificação servem como entrada para o codificador.

Codificação:

[039] Na primeira etapa do processo de codificação a localização será primeiramente checada em relação à validade. Uma vez que a localização é conectada e dirigível e todas as classes funcionais de estrada ao longo da localização estão entre 0 e 7, essa localização é considerada válida. Embora seja possível no processo de codificação incluir uma verificação com relação a se restrições de giro nos dados de mapa são habilitadas ou não, essa etapa é omitida para brevidade aqui.

[040] A segunda etapa de codificador é checar o nó de início e final da localização como sendo nós reais de acordo com certas regras de formato de dados predeterminados. O nó final 15 tem somente uma linha de entrada e é, portanto, válido. O nó de final 3 tem também duas linhas incidentes, porém aqui é uma linha de saída e uma linha de entrada. Portanto, esse nó não é válido e o codificador busca um nó real fora da localização. O codificador encontrará o nó 1 como sendo um nó real e também expande a localização exclusivamente. O nó 1 é escolhido como o novo nó de início para a referência de localização e haverá um deslocamento positivo de 150 metros. O comprimento total do trajeto de referência de localização resulta em 835 metros.

[041] A terceira etapa de codificador é prosseguir para calcular um trajeto mais curto entre a linha de início (linha entre os nós 2 e 3) e a linha de final (linha entre nós 14 e 15) da localização. O trajeto mais curto resultante é delineado na figura 4 utilizando linhas em negrito. O trajeto mais curto tem um comprimento de 725 metros.

[042] A próxima (4ª) etapa do processo de codificação é agora verificar se a localização está coberta pelo trajeto mais curto calculado. Determinará que esse não é o caso e há um desvio após o nó 10.

[043] De acordo com os princípios delineados no pedido pendente do requerente da mesma data, o codificador determinará a linha a partir do nó 10 para 11

como se tornando um novo ponto de referência de localização intermediário. O nó 10 é um nó real uma vez que não pode ser pulado durante busca de rota e o trajeto mais curto até essa linha cobre totalmente a parte correspondente da localização. O comprimento da localização sendo coberta após esse primeiro cálculo de trajeto mais curto é 561 metros.

[044] A próxima etapa de codificação prepara o cálculo de rota para determinar um trajeto mais curto para a parte restante da localização (do nó 10 através de 11, 13 e 14 a 15). O cálculo de trajeto mais curto iniciará, portanto, na linha de 10 a 11 e termina na linha de 14 a 15.

[045] O codificador retorna à etapa 3 acima e determinará um trajeto mais curto (comprimento: 274 metros) entre 10 e 15 e a etapa 4 acima retornará que a localização está agora totalmente coberta pelos trajetos mais curtos calculados.

[046] Como etapa seguinte, o trajeto de referência de localização será composto de dois trajetos mais curtos e a lista ordenada de pontos de referência de localização será formada agora. A figura 5 mostra as linhas em negrito que são selecionadas para os pontos de referência de localização. O primeiro ponto de referência de localização aponta para a linha do nó 1 para 3 e indica o início do trajeto de referência de localização, o segundo ponto de referência de localização aponta para a linha do nó 10 para 11 e essa linha foi necessária para evitar o desvio da localização. O último ponto de referência de localização aponta para a linha do nó 14 para 15 e indica o final do trajeto de referência de localização.

[047] A etapa final (excluindo quaisquer verificações de validade intermediárias) é a conversão da lista ordenada de LRPs em uma referência de localização binária, e a descrição fornecida no Apêndice do presente tanto para formato de dados lógicos como formato de dados físicos como determinado pelo requerente auxiliará a compreensão do leitor. Deve ser enfatizado que a descrição fornecida no Apêndice e que fornece detalhes dos formatos específicos é fornecida somente como exemplo, e o leitor versado reconhecerá que outros formatos são possíveis.

[048] Voltando agora para a presente invenção, os dados físicos finalmente

transmitidos são uma representação binária dos três pontos de referência de localização identificados acima e incluem dados de atributo para que as linhas apropriadas possam ser identificadas. Uma das bases fundamentais para essa invenção é que haja uma forte possibilidade de que os mapas digitais utilizados no codificador e decodificador serão diferentes. Evidentemente, podem ser iguais em cujo caso a localização pode ser resolvida levemente mais rapidamente visto que as linhas de nós candidatos serão mais exata e rapidamente identificadas, porém em qualquer caso, o método da invenção deve ser ainda aplicado.

[049] Com referência à figura 6, que mostra a representação da mesma parte de uma rede de estradas que aquela mostrada na figura 2, porém de acordo com um segundo mapa digital diferente. Uma comparação das duas figuras identificará imediatamente que há diferenças materiais no número e posição de nós e linhas.

[050] Com referência também à figura 1 na qual um fluxograma de visão geral 100 do processo de acordo com uma modalidade da invenção é mostrado, a primeira etapa 102 no processo é decodificar os dados binários transmitidos sem fio ou de entrada (mais comumente no caso de um dispositivo móvel (ou XML ou outra representação legível por máquina) resultando do processo de codificação anterior e estruturado de acordo com o formato de dados físicos. A decodificação desses dados binários não é um elemento essencial da invenção, que se aplica à resolução de uma localização de uma lista de pontos de referência de localização – a decodificação dos dados binários é meramente um meio de identificar os pontos de referência de localização necessários.

[051] Na etapa 104, uma verificação de validade é executada – a falha nessa etapa inicial resultará no término do procedimento e o relatório de um erro como indicado em 124. Deve ser mencionado que o processo de codificação e redução em formato físico é um processo de perda, e, portanto, as informações extraídas dos dados binários não serão tão precisas quanto antes da criação do fluxo binário. Por conta do uso de intervalos para a posição e a distância até o ponto seguinte (DNP) o valor exato não pode ser extraído e, portanto, a precisão é limitada a um pequeno

intervalo contendo o valor exato.

[052] As informações sendo extraídas do exemplo de dados binários são mostradas nas tabelas 1, 2 e 3 (e são adicionalmente referenciadas na figura 1 nas etapas 106, 108 e 110 respectivamente).

Índice de LRP	Longitude	Latitude
1	6.12682°	49.60850°
2	6.12838°	49.60397°
3	6.12817°	49.60304°

Tabela 1. Coordenadas decodificadas

Índice LRP	FRC	FOW	posição	LFRCNP	DNP
1	FRC3	MULTIPLE_CARRIAGEWAY	135.00°-146.25°	FRC3	527.4m-586.0m
2	FRC3	SINGLE_CARRIAGEWAY	225.00°-236.25°	FRC5	234.4m -293.0m
3	FRC5	SINGLE_CARRIAGEWAY	281.25°-292.50°	-	0m

Tabela 2: informações LRP decodificadas

Deslocamento	valor
Deslocamento positivo	117.2m-175.8m
Deslocamento negativo	- nenhum deslocamento disponível

Tabela 3: informações de deslocamento decodificadas

[053] Essas informações são suficientes para resolver a localização no mapa de decodificador mostrado na figura 6. Esse mapa consiste em 17 nós e 26 linhas

(linhas em dois sentidos são contadas duas vezes). Para evitar confusão, todos os nós referenciados no mapa de decodificador são prefaciados com “X”.

[054] Esse mapa diferente do mapa de codificador (vide a figura 2) de vários modos. Alguns valores de comprimento são diferentes (por exemplo, linha do nó x(3) a x(5), alguns valores de classe funcional de estrada mudaram (por exemplo, linha do nó X(3) para X(5)) e há mais dos nós x(16) e X(17) e também linhas adicionais conectando esses novos nós. O desafio do decodificador é resolver a localização nesse mapa diferente.

[055] Após validar os dados, e fornecer uma lista de pontos de referência de localização decodificados (LRPs) e seus atributos, como indicado na etapa 112 na figura 1, o decodificador então começa a processar cada LRP na lista na etapa 114 para primeiramente determinar nós candidatos para cada LRP. O resultado desse processamento, que bem simplesmente é efetuado pelo uso das coordenadas LRP e identificando o(s) nó(s) mais próximo(s) que aparecem no mapa de decodificador 118 (como indicado genericamente em 116) é fornecer uma lista de nós candidatos para cada LRP. Nós de mapa sendo distantes dos LRPs por um valor maior do que um valor limite predeterminado podem ser eliminados, como mostrado em 120. A figura 7 mostra os nós candidatos (círculo em negrito) que são posicionados perto pelas coordenadas dos pontos de referência de localização. Para o ponto de referência de localização 1 e 2 (nas tabelas 1 & 2 acima), nesse exemplo, existe somente um nó candidato, porém para o último ponto de referência de localização dois nós candidatos X(16) e X(17) são possíveis.

[056] Também como parte do processamento dos LRPs e seus atributos, linhas candidatas para cada ponto de referência de localização são também identificadas. As linhas em negrito na linha 8 são as linhas candidatas para esse exemplo. O primeiro LRP é representado pelo ponto candidato X(1) que, por sua vez tem duas linhas de saída como candidatos, o segundo LRP tendo ponto de candidato X(10) tem três linhas de saída como candidato e o último ponto de referência de localização tem duas linhas de entrada (uma para cada nó candidato X(15) e X(16). Se o

processamento conduzido em 114 falhar em identificar uma linha candidata para quaisquer dos LRPs, então o processo deve falhar, como indicado em 122, 124. Após conclusão do processamento, a(s) lista(s) de nós candidatos e linhas para cada LRP são fornecidas em 126.

[057] Em uma modalidade da invenção, e particularmente onde mais de um nó candidato e/ou linha é identificada para cada LRP, algum meio de taxação ou classificação dos candidatos é preferivelmente exigido. Por conseguinte, uma função de classificação 128 é aplicada às listas de nós candidatos e/ou linhas (preferivelmente ambos) de acordo com sua conformidade com os atributos do ponto de referência de localização. Genericamente, o aspecto importante para a função de classificação é que sua aplicação resultará em uma classificação de um, porém preferivelmente ambos os nós e linhas candidatos de acordo com uma ou mais métricas. O leitor versado reconhecerá que muitas bases matemáticas e/ou estatísticas diferentes existem para funções de classificação, e no contexto desse pedido, portanto é suficiente explicar que uma função de classificação ou parte da mesma específica a nós pode incluir alguma medição da distância de candidatos até a posição física ou geográfica do LRP decodificado, e que uma função de classificação ou parte da mesma específica a linhas candidatas incluirá algum meio de avaliar a correlação entre o tipo de linha candidata identificada e aquelas representadas nos dados decodificados e possivelmente também alguma direção daquelas linhas candidatas e identificadas.

[058] Após a função de classificação ter sido aplicada, candidatos mais prováveis são identificados na etapa 130 na figura 1, e isso pode ser visto na rede ilustrada na figura 9 – especificamente, as linhas candidatas mais prováveis são aquelas entre nós x(1) e x(3), entre x(10) e x(11), e entre x(14) e x(15). Essas linhas serão utilizadas para o seguinte cálculo de trajeto mais curto na etapa 132 do processo de resolução.

[059] O cálculo de trajeto mais curto é executado em cada par sucessivo de LRPs iniciando com os primeiro e segundo LRPs, e como mostrado pela seta 134 na

figura 1, esse algoritmo de trajeto mais curto determina uma rota através do mapa digital 118 utilizando os nós e linhas candidatas mais prováveis que resultam finalmente na identificação da rota mostrada na figura 10. Cada trajeto mais curto assim determinado pode ser validado na etapa 136 por determinar um valor de comprimento de trajeto entre o nó de início e nó final daquele trajeto, e então comparar esse valor com o atributo DNP disponível especificado nos dados para cada LRP, como indicado pela seta 138. O comprimento do primeiro trajeto mais curto (do nó X(1) até o nó X(10) é 557 metros e esse valor encaixa no intervalo DNP do primeiro LRP visto acima na tabela 2 (572,4 metros – 586,0 metros). O comprimento do segundo trajeto mais curto (do nó X(10) até o nó X(15) é 277 metros e esse valor também se encaixa no intervalo DNP do segundo LRP (234,4 metros – 293,0 metros). Os trajetos mais curtos são, portanto validados e o decodificado não falha, porém em vez disso prossegue para as etapas 140 e 142, primeiramente fornecendo um formato concatenado, isto é, uma lista ordenada de todas as linhas presentes no trajeto completo, e finalmente na etapa 142, cortando o trajeto mais curto concatenado de acordo com os deslocamentos recuperados como mostrado esquematicamente pela seta 144. Nesse exemplo, somente um deslocamento positivo é fornecido e, portanto o trajeto mais curto é cortado em seu início, como claramente mostrado na figura 11. O único encaixe de nó no intervalo de deslocamento positivo (tabela 3 acima 117,2 metros – 175,8 metros) é nó x(3).

[060] Como pode ser visto a partir de acima, a presente invenção provê um método altamente confiável e eficiente de resolver uma localização a partir de dados codificados recebidos.

[061] Os detalhes dos formatos de dados lógicos e físicos são agora fornecidos por meio de exemplo. O leitor deve estar ciente de que o Apêndice a seguir provê somente uma de muitas definições específicas possíveis para esses formatos.

APÊNDICE A

ESPECIFICAÇÃO PARA FORMATO DE DADOS LÓGICOS & FORMATO DE DADOS FÍSICOS

[062] A seguinte tabela explica termos e abreviaturas comuns utilizados nesse documento e no contexto de referência de localização:

Abreviatura	Descrição
AF	Indicador de atributo – um indicador que indica que a representação binária da referência de localização inclui informações de atributo
ArF	Indicador de área – um indicador que indica que a referência de localização descreve uma área
BEAR	Posição – ângulo entre a direção até um ponto na rede e uma direção de referência (aqui: o verdadeiro Norte)
COORD	Coordenadas – um par de valores (longitude e latitude) representado uma posição em uma rede bidimensional
DNP	Distância até o próximo ponto – o comprimento em metros até o próximo ponto de referência de localização (medido ao longo do trajeto de referência de localização entre esses dois LRP)
FOW	Forma de via – certos aspectos da forma físico que uma linha assume. Baseia-se em diversas propriedades de tráfego e físico.
FRC	Classe funcional de estrada – uma classificação baseada na importância do papel que a linha desempenha na conectividade da rede total de estradas
Lat	Latitude – coordenada geográfica utilizada para medição norte-sul
LFRCNP	Classe de estrada funcional mais baixa até o próximo ponto
Lon	Longitude – coordenada geográfica utilizada para medição leste-oeste
LRP	Ponto de referência de localização – um ponto da localização que retém informações relevantes que permitem uma referência de localização independente de mapa; tipicamente uma coleção de informações que descrevem um objeto no mapa; consiste em uma coordenada e informações adicionais sobre uma linha no mapa

NOFF	Deslocamento negativo – distância em metro ao longo do trajeto de referência de localização entre o final real da localização e o final do trajeto de referência de localização
NOffF	Indicador de deslocamento negativo – um indicador que indica que um deslocamento negativo é incluído na referência de localização
POFF	Deslocamento positivo – distância em metro ao longo do trajeto de referência de localização entre o início do trajeto de referência de localização e o início real da localização
POffF	Indicador de deslocamento positivo – um indicador que indica que um deslocamento negativo está incluído na referência de localização
RFU	Reservado para uso futuro – um bit em um fluxo binário que não tem ainda uso
VER	Versão – informações de versão

Tabela A1: explicação de abreviaturas comuns

1.Formato de dados

[063] Uma referência de localização é uma descrição de uma parte designada de um mapa digital ou uma sequência de posições geográficas. Para essa descrição os requerentes utilizam o modelo de pontos de referência de localização (LRPs, vide 1.1.1).

[064] Uma referência de localização para localizações de linha contém pelo menos dois LRPs, porém não há número máximo de LRPs definidos. O trajeto de referência de localização é o trajeto no mapa digital descrito pelos LRPs e pode ser encontrado por um cálculo de trajeto mais curto entre cada par consecutivo de LRPs.

1.1Especificação de formato de dados lógico

[065] O formato de dados lógico descreve o modelo lógico para referências de localização de acordo com o padrão MapLoc™.

1.1.1Ponto de referência de localização (LRP)

[066] A base de uma referência de localização é uma sequência de pontos

de referência de localização (LRPs). Tal LRP contém um par de coordenadas, especificado em valores de longitude e latitude WGS84 e adicionalmente vários atributos.

[067] O par de coordenadas (vide 1.1.3.1) representa uma posição geográfica em um mapa/rede e é obrigatório para um LRP. O par de coordenadas pertence a um nó “real” em uma rede.

[068] Os atributos (vide a seção 1.1.3.2 a 1.1.3.6) descrevem valores de uma linha em uma rede na qual a linha é incidente ao nó descrito pelo par de coordenadas. Nesse contexto não é definido se os atributos se referem a uma linha de entrada ou de saída em relação ao nó. Isso será especificado na seção 1.2.

1.1.2. Conexão topológica de LRPs

[069] Com referência à figura 12, os pontos de referência de localização serão armazenados em uma ordem topológica ou relação de “ponto seguinte” de LRPs sucessivos. O último ponto nessa ordem não terá ponto seguinte nessa relação.

[070] A figura 12 mostra um exemplo dessa relação. Os LRPs são indicados por A1, B1 e C1 e as linhas pretas e setas indicam a ordem dos pontos a partir de A1 até C1 no trajeto de referência de localização. Nesse exemplo o LRP A1 terá B1 como ponto seguinte, B1 terá C1 como ponto seguinte e C1 não terá ponto seguinte.

1.1.3 Componentes de LRPs

[071] Essa seção descreve os componentes de um ponto de referência de localização.

1.1.3.1 par de coordenadas

[072] Par de coordenadas quer dizer um par de valores de longitude (lon) e latitude (lat) WGS84. Esse par de coordenadas especifica um ponto geométrico em um mapa digital. Os valores lon e lat são armazenados em uma resolução de decamicrograus (10-5, ou cinco pontos decimais).

Abreviatura: COORD tipo: (flutuante, flutuante)

1.1.3.2 Classe funcional de estrada

[073] A classe funcional de estrada (FRC) é uma classificação de estrada baseada na importância de uma estrada. Os valores possíveis do atributo FRC são

mostrados na tabela A2. Se houver mais valores FRC definidos do que esses 8 valores de referência de localização então um mapeamento adequado necessita ser feito ou classes menos importantes necessitam ser ignoradas.

FRC

FRC 0 – estrada principal

FRC 1 – estrada de primeira classe

FRC 2 – estrada de segunda classe

FRC 3 – estrada de terceira classe

FRC 4 – estrada de quarta classe

FRC 5 – estrada de quinta classe

FRC 6 – estrada de sexta classe

FRC 7 – estrada de outra classe

Tabela A2: formato lógico: classe funcional de estrada

Abreviatura: FRC tipo: inteiro

1.1.3.3 forma de via

[074] A forma de via (FOW) descreve o tipo físico de estrada. Os valores possíveis do atributo FOW são mostrados na tabela A3.

FOW	descrição
Não definido	O tipo físico de estrada é desconhecido
Rodovia	Uma rodovia é definida como uma estrada permitida para veículos motorizados somente em combinação com uma velocidade mínima determinada. Tem duas ou mais estradas fisicamente separadas e nenhum cruzamento de nível único
MULTIPLE_CARRIAGEWAY	Uma estrada de rodagem múltipla é definida como uma estrada com estradas fisicamente separadas independentemente do número de pistas. Se uma estrada for também uma rodovia, deve ser codificada como tal e não como uma estrada de rodagem múlti-

	pla.
SINGLE_CARRIAGEWAY	Todas as estradas sem estradas separadas são consideradas como estradas com uma estrada de rodagem única.
Rotatória	Uma rotatória é uma estrada que forma um anel no qual o tráfego deslocando somente em uma direção é permitido.
TRAFFICSQUARE	Um Traffic square é uma área aberta (parcialmente encerrada por estradas que é utilizada para fins não de tráfego e que não é uma Rotatória.
SLIPROAD	Uma Estrada de recuo é uma estrada especialmente projetada para entrar ou sair de uma linha.
OUTRO	O tipo físico de estrada é conhecido, porém não se encaixe em uma das outras categorias.

Tabela A3: formato lógico: forma de via

Abreviatura: FOW tipo: inteiro

1.1.3.4 Posição

[075] A posição (BEAR) descreve o ângulo entre o verdadeiro Norte e uma linha que é definida pela coordenada do LRP e uma coordenada que é BEAREDIST ao longo da linha definida pelos atributos de LRP. Se o comprimento da linha for menor do que BEARDIST então o ponto oposto da linha é utilizado (independente de BEARDIST). A posição é medida em graus e sempre positivo (medindo no sentido horário a partir do Norte). O parâmetro BEARDIST é definido na Tabela A4.

Abreviatura: BEAR tipo: inteiro

abreviatura	descrição	valor	Unidade
BEARDIST	Distância entre duas coordenadas que formam uma linha para o cálculo do valor de posição	20	metros

Tabela A4: formato lógico: parâmetro BEARDIST

[076] A figura 13 mostra como o segundo ponto para o cálculo de posição é determinado. A figura mostra uma linha de A2 até B2 que é mais longo do que BEARDIST. A parte sombreada dessa linha é exatamente BEARDIST metros de comprimento de modo que o ponto marcado com B' é BEARDIST metros de distância de A2 atravessando ao longo da linha de A2 até B2. A linha reta de A2 a B' é agora considerada para o cálculo do valor de posição. Observe isso é diferente do ângulo que teria sido calculado se o nó oposto de linha (nesse caso, isso seria B2) for utilizado.

[077] A figura 14 mostra dois exemplos do cálculo de valor de posição. Há duas linhas, uma de A3 para B3 e uma de A3 para C3. Para as duas linhas os arcos indicam os ângulos para o Norte.

1.1.3.5 distância até LRP seguinte

[078] Esse campo de DNP descreve a distância até o LRP seguinte na conexão topológica dos LRPs. A distância é medida em metros e é calculada ao longo do trajeto de referência de localização. O último LRP terá o valor de distância 0.

Abreviatura: DNP tipo: inteiro

[079] A figura 15 mostra um exemplo do cálculo de distância e atribuição. Os três LRPs estão em uma sequência de A4 sobre B4 até C4. portanto, a distância entre A4 e B4 ao longo do trajeto de referência de localização será atribuída a A4. O LRP B4 reterá a distância entre B4 e C4 e o LRP C4 terá um valor de distância de 0.

1.1.3.6 FRC mais baixo até o LRP seguinte

[080] O FRC mais baixo (LFRCNP) é o valor de FRC mais baixo que aparece no trajeto de referência de localização entre dois LRPs consecutivos. O valor de FRC mais elevado é 0 e o valor de FRC mais baixo possível é avaliado com 7.

Abreviatura: LFRCNP tipo: inteiro

1.1.4 deslocamentos

[081] Deslocamentos são utilizados para encurtar o trajeto de referência de localização em seu início e final. As posições novas ao longo do trajeto de referência de localização indicam o início real e final da localização.

1.1.4.1 deslocamento positivo

[082] O deslocamento positivo (POFF) é a diferença do ponto de início da referência de localização e ponto de início da localização desejada ao longo do trajeto de referência de localização. O valor é medido em metros. A figura 16 mostra um exemplo para o cálculo do deslocamento positivo e negativo. As linhas estão indicando o trajeto de referência de localização e o sombreado indica o local desejado.

Abreviatura: POFF tipo: inteiro

1.1.4.2 deslocamento negativo

[083] O deslocamento negativo (NOFF) é a diferença do ponto final da localização desejada e o ponto final da referência de localização ao longo do trajeto de referência de localização. O valor é medido em metros. (vide a figura 16 também).

Abreviatura: NOFF tipo: inteiro

1.2 atributos de relação - LRP

[084] todos os atributos são ligados a um LRP. Para todos os LRPs (exceto aquele último LRP) os atributos descrevem uma linha de saída do nó na coordenada de LRP. Os atributos do último LRP dirigem a uma entrada do nó na coordenada de LRP.

[085] A figura 17 mostra um exemplo para a relação entre um LRP e os atributos. As linhas indicam o trajeto de referência de localização e os nós A5, B5 e C5 são os LRPs. Observe que há também uma linha cujo nó de início e final não é um LRP (a terceira linha na sequência). Essa linha não necessita ser referenciada porque é coberta pelo trajeto mais curto entre os LRPs B5 e C5.

[086] Os LRPs A5 e B5 dirigem para uma linha de saída e o último LRP C5 dirige para uma linha de entrada.

1.3 Regras de formato de dados

[087] Essas regras descrevem regulações adicionais para referências de localização de acordo com esse relatório descritivo. Essas regras são utilizadas para simplificar o processo de codificação e decodificação e aumentar a precisão dos resultados.

[088] Regra 1 – a distância máxima entre dois pontos de referência de localização não excederá 15 km. A distância é medida ao longo do trajeto de referência de localização. Se essa condição não for atendida para uma referência de localização então um número suficiente de LRPs adicionais será inserido.

[089] A distância máxima entre dois pontos de referência de localização consecutivos é limitada para acelerar a computação de trajeto mais curto porque várias rotas curtas podem ser computadas mais rápidas do que uma rota grande se o algoritmo de roteamento tiver de considerar a rede inteira. A restrição também provê a oportunidade de formar um formato binário compacto com uma precisão aceitável.

[090] Regra 2 – todos os comprimentos são valores de número inteiro. Se houver valores flutuantes disponíveis então arredondaremos esses valores para obter uma representação inteira.

[091] Mapas diferentes poderiam armazenar os valores de comprimento em formatos diferentes e também com precisão diferente e a base uniforme para tudo é o uso de valores inteiros. Também é mais compacto para transmitir valores inteiros em um formato binário do que utilizar valores flutuantes.

[092] Regra 3 – dois LRPs são obrigatórios e o número de LRPs intermediários não é limitado.

[093] Uma referência de localização de linha deve ter sempre pelo menos dois pontos de referência de localização indicando o início e o final da localização. Se o codificador detectar situações críticas onde o decodificador (em um mapa diferente) poderia ter problema, a referência de localização poderia ser aumentada com LRPs intermediários adicionais.

[094] Regra 4 – as coordenadas dos LRPs serão escolhidas em nós de rede real.

[095] Esses nós de rede real serão junções no mundo real e espera-se que essas junções possam ser encontradas em mapas diferentes com probabilidade mais elevada do que posições em outro lugar em uma linha. Adicionalmente nós serão evitados que podem ser facilmente pulados durante uma busca de rota. Nesses

nós evitáveis não é possível desviar de uma rota.

[096] Nós tendo somente uma linha de entrada e uma de saída serão evitados uma vez que esses nós não são relacionados a junções (vide a figura 18) e podem ser pulados durante busca de rota. Nós que têm duas linhas de entrada e duas de saída e há somente dois nós adjacente serão também evitados (vide a figura 19).

[097] Se um desses nós for selecionado para um LRP então esse LRP será deslocado ao longo do trajeto de referência de localização para encontrar um nó adequado. Isso pode ser feito uma vez que um cálculo de rota pulará tais nós evitáveis sem deixar o trajeto desejado.

[098] Se o início ou o final de uma localização for colocado em nós evitáveis então o codificador deve expandir a localização exclusivamente e deve encontrar um nó apropriado fora da localização. Essa expansão nunca deve entrar na localização porque isso encurtará a localização.

1.3.1 Visão geral das regras de formato de dados

[099] A seguinte tabela resume as regras de formato de dados.

regra	descrição	Valor
Regra 1	Distância Max. Entre dois LRPs consecutivos	15000 m
Regra 2	Valores de comprimento de estrada	Tratados como valores inteiros
Regra 3	Número de LRPs	Pelo menos dois LRPs
Regra 4	Nós evitáveis	LRPs serão colocados em nós de rede real (também válido para início e final de uma localização)

Tabela A5: visão geral de regras de formato de dados

1.4 representação binária

[0100] O formato de dados básicos descreve um formato de fluxo orientado por byte para o formato de dados lógicos especificado acima. Utiliza os componen-

tes descritos no formato de dados lógicos na seção 1.1.

1.4.1 tipos de dados

[0101] O formato de dados físicos utiliza os seguintes tipos de dados. A tabela fornece uma visão geral de todos os tipos de dados disponíveis e especifica o nome, o tipo e o tamanho designado de cada tipo de dados. Nas seguintes seções os nomes de tipo de dados são utilizados para indicar o tamanho e tipo para cada componente de dados.

Nome do tipo de dado	Tipo	tamanho	faixa
Booleano	Indicador com verdadeiro = 1, falso = 0	1 bit	0-1
uByte	Inteiro não marcado	1 byte	0-255
uShort	Inteiro não marcado	2 bytes	0-65535
uSmallInt	Inteiro não marcado	3 bytes	0-16777215
uInteger	Inteiro não marcado	4 bytes	0-4294967295
sByte	Inteiro marcado	1 byte	-128-127
sShort	Inteiro marcado	2 bytes	-32768-32767
sSmallInt	Inteiro marcado	3 bytes	-8388608-8388607
sInteger	Inteiro marcado	4 bytes	-2147483648 - 2147483647
String[n]	Conjunto de caracteres n	n bytes	Tamanho variável
BitField[n]	Conjunto de n bits	n bits	Tamanho variável

Tabela A6: formato físico: tipos de dados

[0102] Valores inteiros negativos são armazenados no formato de complemento de dois.

1.4.2 Coordenadas (COORD)

[0103] Cada ponto em um mapa consiste em um par de coordenadas “longitude” (lon) e “latitude” (lat) representado em coordenadas WGS84. As direções norte

e leste são representadas por valores positivos (longitude e latitude respectivamente). Os valores lon e lat são armazenados em uma resolução de decamicrograus (10 -5, cinco decimais).

[0104] Os valores de coordenadas serão transmitidos como valores inteiros. Esses valores serão gerados utilizando equação E1 que calcula uma representação de número inteiro de 24 bits. O parâmetro de resolução é definido em 24. Essa versão leva a um erro de aproximadamente 2,4 metros no máximo. A versão para trás é descrita na equação E2. As duas equações fazem uso da função de signo que é -1 para valores negativos, 1 para valores positivos e 0 de outro modo.

$$\text{int} = \left(\text{sgn}(\text{deg}) * 0.5 + \frac{\text{deg} * 2^{\text{Re}\,solution}}{360°} \right)$$

Equação E1: transformação de coordenadas decimais em valores inteiros

$$\text{deg} = \left(\frac{(\text{int} - \text{sgn}(\text{int}) * 0.5) * 360°}{2^{\text{Re}\,solution}} \right)$$

Equação E2: transformação de valores inteiros em coordenadas decimais

[0105] O formato físico faz uso de um formato de coordenadas absoluto e relativo. O formato absoluto representa os valores designados da posição geográfica e o valor relativo é o deslocamento das coordenadas relativas à coordenada precedente.

1.4.2.1 formato absoluto

[0106] O formato absoluto descreve posição geográfica em uma resolução de 24 bits. A tabela A7 mostra o tipo de dados utilizado para o formato absoluto.

Tipo de dados	valor	Descrição
sSmallInt	-8388608 - +8388607	Representação de 24 bits

Tabela A7: formato físico: formato de coordenadas (absoluto)

1.4.2.2 Formato relativo

[0107] O formato relativo é utilizado para descrever diferenças entre duas coordenadas consecutivas. A diferença é calculada para cada valor (lon/lat) separa-

damente como mostrado na equação E3. Os valores atual e anterior representam o valor de latitude (longitude) em graus. A diferença entre esses dois valores é multiplicada por 100000 para resolver um valor inteiro.

Relative = round (100000* (currentPoint – previousPoint)

Equação E3: cálculo de coordenadas relativas

[0108] A Tabela A8 mostra as distâncias máximas que são possíveis utilizando uma representação de 16 bits. As figuras são calculadas para uma coordenada fixa em lon = 5º e lat = 52º (localização na Holanda).

byte	latitude		Longitude	
	limite inferior	limite superior	limite inferior	limite superior
2	-36459 m	36460 m	-22504 m	22504 m

A Tabela A9 mostra o tipo de dados para deslocamentos de 2 bytes.

Tipo de dados	valor	Descrição
sShort	-32768 - +32767	Coordenadas relativas de 2 bytes

Tabela A9: formato físico: formato de coordenadas (relativo)

1.4.3 valores de atributo

[0109] O formato binário dos atributos seguirá nessa seção.

1.4.3.1 classe funcional de estrada (FRC)

[0110] A classe funcional de estrada (FRC) pode reter oito valores diferentes como descrito no formato lógico. Esses oito valores são representados por 3 bits e o mapeamento é mostrado na tabela A10.

Tipo de dados	Valor (inteiro)	Valor (binário)	descrição
BitField[3]	0	000	FRC 0-estrada principal
	1	001	FRC 1 – Estrada de primeira classe
	2	010	FRC 2 – Estrada de segunda classe

	3	011	FRC 3 – Estrada de Terceira classe
	4	100	FRC 4 – Estrada de quarta classe
	5	101	FRC 5 – Estrada de quinta classe
	6	110	FRC 6 – Estrada de sexta classe
	7	111	FRC 7 – Estrada de outra classe

Tabela A10: formato físico: classe funcional de estrada

1.4.3.2 Forma de via (FOW)

[0111] A forma de via (FOW) pode reter oito valores diferentes como descrito no formato lógico. Esses oito valores são representados por 3 bits e o mapeamento é mostrado na Tabela A11.

Tipo de dados	Valor (inteiro)	Valor (binário)	descrição
BitField[3]	0	000	Não definido
	1	001	RODOVIA
	2	010	MULTIPLE_CARRIAGEWAY
	3	011	SINGLE_CARRIAGEWAY
	4	100	ROTATÓRIA
	5	101	TRAFFICSQUARE
	6	110	SLIPROAD

	7	111	OUTRO

Tabela 11A formato físico: forma de via

1.4.3.3 Posição (BEAR)

[0112] A posição descreve o ângulo entre a Estrada e o Norte verdadeiro como descrito no formato lógico. O formato de dados físicos define 32 setores pelo que cada setor cobre 11.25º do círculo. Esses 32 setores são representados por 5 bits. A tabela A12 mostra o tipo de dados para o atributo de posição e a Tabela A13 mostra o mapeamento a partir dos setores para o valor concreto.

Tipo de dados	valor	Descrição
bitField[5]	0-31	Número do setor no qual o ângulo entre o Norte e a linha especificada no formato de dados lógicos é localizada; o círculo inteiro é dividido em 32 setores cada cobrindo um ângulo de 11.25º

Tabela A12: formato físico: posição

Valor	Setor	Valor	Setor
0	000.00° <=x< 011.25°	16	180.00° <=x< 191.25°
1	011.25° <=x< 022.50°	17	191.25° <=x< 202.50°
2	022.50° <=x< 033.75°	18	202.50° <=x< 213.75°
3	033.75° <=x< 045.00°	19	213.75° <=x< 225.00°
4	045.00° <=x< 056.25°	20	225.00° <=x< 236.25°
5	056.25° <=x<	21	236.25° <=x<

	067.50°		247.50°
6	067.50° <=x< 078.75°	22	247.50° <=x< 258.75°
7	078.75° <=x< 090.00°	23	258.75° <=x< 270.00°
8	090.00° <=x< 101.25°	24	270.00° <=x< 281.25°
9	101.25° <=x< 112.50°	25	281.25° <=x< 292.50°
10	112.50° <=x< 123.75°	26	292.50° <=x< 303.75°
11	123.75° <=x< 135.00°	27	303.75° <=x< 315.00°
12	135.00° <=x< 146.25°	28	315.00° <=x< 326.25°
13	146.25° <=x< 157.50°	29	326.25° <=x< 337.50°
14	157.50° <=x< 168.75°	30	337.50° <=x< 348.75°
15	168.75º <= x < 180.00º	31	348.75º <= x <360.00º

Tabela A13: formato físico: definição de valor de posição

[0113] A equação E4 delineia o cálculo do valor de posição e a figura 20 provê uma visão geral gráfica dos setores.

$$value = \left\lfloor \frac{angle}{11.25°} \right\rfloor \quad , 0° \leq angle < 360°$$

Equação E4: cálculo do valor de posição

1.4.3.4 Distância até o LRP seguinte (DNP)

[0114] O atributo de DNP mede a distância entre dois LRPs consecutivos ao

longo do trajeto de referência de localização como descrito no formato lógico.

[0115] O formato de dados físicos define uma representação de 8 bits e a Tabela A14 mostra o tipo de dados utilizado para DNP. Essa representação define 255 intervalos e em combinação com a regra 1 das regras de formato de dados (comprimento máximo entre dois LRPs consecutivos é limitado por 15000 m) cada intervalo terá um comprimento de 58,6 metros.

Tipo de dados	valor	Descrição
BitField[5]	0-255	Intervalo de distância de acordo com a equação E5

Tabela A14: formato físico: distância até o próximo ponto

[0116] A Equação E5 mostra como os valores DNP podem ser calculados.

$$value = \left\lfloor \frac{length}{58.6m} \right\rfloor$$

Equação E5: cálculo do valor de DNP

1.4.3.5 FRC mais baixo até o próximo ponto (LFRCNP)

[0117] O FRC mais baixo até o próximo ponto indica a classe funcional mais baixa de estrada utilizada no trajeto de referência de localização até o próximo LRP. Essa informação poderia ser utilizada para limitar o número de classes de estrada que necessitam ser varridas durante a decodificação. Vide a Tabela A15 para uma definição do tipo de dados.

Tipo de dados	valor	Descrição
BitField[3]	0-7	Retém os mesmos valores como descrito na tabela

Tabela A15: formato físico: FRC mais baixo até o próximo ponto

1.4.4 Cabeçalho de referência de localização

[0118] O cabeçalho de referência de localização contém informações gerais sobre a referência.

1.4.4.1 versão (VER)

[0119] A versão é utilizada para distinguir entre vários formatos físicos e dados para referências de localização. O número de versão é representado por 3 bits e o tipo de dados é mostrado na Tabela A16.

Tipo de dados	valor	Descrição
BitField[3]	0-7	Número de versão atual

Tabela A16: formato físico: versão

1.4.4.2 Indicador de atributo (AF)

[0120] O indicador de atribuo indica se há atributos apensos em cada LRP ou não. O valor de AF é 0 se nenhum atributo for apenso e, portanto, a referência de localização somente consiste em coordenadas. De outro modo um valor de 1 indica que atributos são apensos a cada LRP. O tipo de dados para o AF é mostrado nas Tabelas A17 e A18.

Tipo de dados	valor	Descrição
booleano	0,1	Indicador, indicando se atributos são apensos ou não em cada LRP

Tabela A17: formato físico: indicador de atributo

valor	Descrição
0	Nenhum atributo apenso
1	Para cada LRP um conjunto de atributos é apenso

Tabela A18: formato físico: valores de indicador de atributo

1.4.4.3 indicador de área (ArF)

[0121] O indicador de área indica se a referência de localização descreve ou não uma área. Se esse indicador for definido então a localização será conectada e será descrita uma área, como visto nas Tabelas A19 e A20 abaixo.

Tipo de dados	valor	Descrição
booleano	0, 1	Indicador, indicando se a referência de localização descreve ou não uma área

Tabela A19: formato físico: indicador de área

valor	descrição

0	Referência de localização não descreve área
1	Referência de localização descreve área

Tabela A20: formato físico: valores de indicador de área

1.4.5 Deslocamentos

[0122] Deslocamentos são utilizados para localizar o início e final de uma localização mais precisa do que limite aos nós em uma rede. O formato lógico define dois deslocamentos, um no início da localização e um no final da localização e os dois deslocamentos operam ao longo das linhas da localização e são medidos em metros. Os valores de deslocamento não são obrigatórios e um valor de deslocamento ausente significa um deslocamento de 0 metro. Deslocamentos são também somente válidos para localizações de linha que têm atributos incluídos.

1.4.5.1 indicadores de deslocamento

[0123] Indicadores de deslocamento indicam se os dados incluem ou não uma informação de deslocamento específico. O formato de dados físicos lida com dois indicadores correspondendo a dois valores de deslocamento diferentes. O indicador de deslocamento positivo (PoffF) e o indicador de deslocamento negativo (NoffF) são descritos nas Tabelas A21 e A22.

Tipo de dados	valor	Descrição
booleano	0, 1	Indicador, indicando se o valor de deslocamento correspondente está incluído ou não nos dados

Tabela A21: formato físico: indicador de deslocamento

valor	Descrição
0	Dados de referência de localização NÃO incluem as informações de deslocamento correspondentes
1	Dados de referência de localização incluem as informações de deslocamento correspondentes

Tabela A22: formato físico: valores de indicador de deslocamento

1.4.5.2 Valores de deslocamento

[0124] Os valores de deslocamento (positivo e negativo, POFF e NOFF) in-

dicam a distância entre o início (final) do trajeto de referência de localização e o início (final) “real” da localização.

[0125] O formato de dados físicos define uma representação de 8 bits para cada valor de deslocamento. A Tabela A23 mostra o tipo de dados utilizado para POFF e NOFF. Essa representação permite que se defina 256 intervalos com um comprimento de cada intervalo de 58,6 metros. O cálculo de número de intervalo para deslocamentos é delineado na equação E6.

Tipo de dados	valor	Descrição
BitField[5]	0-255	Intervalo de comprimento de deslocamento de acordo com a equação E6

Tabela A23: formato físico: deslocamento

$$value = \left\lfloor \frac{offset\ length}{58.6m} \right\rfloor$$

Equação E6: cálculo de valores de deslocamento

1.5 Especificação de formato de dados físicos

[0126] Essa seção descreve a disposição dos campos de dados em um fluxo de bytes. É assumido que se tenha um fluxo orientado em byte e que possa utilizar 8 bits por byte.

1.5.1 Visão geral

[0127] A estrutura principal do formato binário é:

[0128] Cabeçalho, primeiro LRP, LRPs seguintes, último LRP, e deslocamentos

[0129] O cabeçalho, o primeiro LRP e o último LRP são obrigatórios e o número de LRPs seguintes não é limitado. O último LRP tem sua própria estrutura devido a um nível de informação diferente. Deslocamentos são opcionais e a existência será indicada por indicadores nos atributos do último LRP.

[0130] A tabela A244 fornece uma visão geral da estrutura principal. O fluxo pode ser lido da esquerda para a direita, de modo que o primeiro byte recebido será o byte de status. Para cada coordenada o primeiro valor recebido será o valor de

longitude seguido pelo valor de latitude.

[0131] O cálculo de tamanhos de mensagem dependendo do número de LRPs pode ser encontrado na seção 1.6 abaixo:

	Primeiro LRP					LRP seguinte					último LRP				Deslocamento positivo	Deslocamento negativo
	Longitude absoluta	Latitude absoluta	atr. 1	atr. 2	atr. 3	Longitude relativa	Latitude relativa	atr. 1	atr. 2	atr. 3	Longitude relativa	Latitude relativa	atr. 1	atr. 4	deslocamento	deslocamento
	3	3	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
	Seção 1.5.3	Seção 1.5.3	Seção 1.5.5.1	Seção 1.5.5.2	Seção 1.5.5.3	Seção 1.5.4	Seção 1.5.4	Seção 1.5.5.1	Seção 1.5.5.2	Seção 1.5.5.3	Seção 1.5.3	Seção 1.5.3	Seção 1.5.5.1	Seção 1.5.5.4	Seção 1.5.6	Seção 1.5.6

ão geral de formato binário

1.5.2 byte de status

[0132] O byte de status é transmitido uma vez para cada referência de localização e contém o indicador de área (ArF, seção 1.4.4.3), indicador de atributo (AF, seção 1.4.4.2) e a informação de versão (VER, seção 1.4.4.1). Os bits 7, 6 e 5 são reservados para uso futuro (RFU) e serão 0. A Tabela A25 fornece uma visão geral do uso de cada bit no byte de status.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Utilizado para	RFU	RFU	RFU	ArF	AF	VER		

Tabela A25: byte de status

[0133] Nessa versão específica do formato, atributos são adicionados a cada LRP e áreas não são descritas. Se a “versão atual” for 2, o byte de status terá o valor mostrado na tabela A26:

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
valor	0	0	0	0	1	010		

Tabela A26: valor de byte de status

1.5.3 primeiras coordenadas de LRP

[0134] As coordenadas do primeiro LRP são transmitidas em um formato absoluto (vide a seção 1.4.2.1) e, portanto, cada valor (lon e lat) utilizará 3 bytes. A Tabela A27 mostra a ordem de bytes para valores de longitude e latitude.

bit	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0										
Usado para	Byte mais elevado								Byte médio								Byte mais baixo							

Tabela A27: primeiras coordenadas de LRP

1.5.4 Coordenadas de LRP seguintes

[0135] As coordenadas dos LRP seguintes e o último LRP são transmitidas em um formato relativo (vide a seção 1.4.2.2) e, portanto, cada valor (lon e lat) utilizará 2 bytes. A Tabela A28 mostra a ordem de bytes para os valores de longitude e latitude.

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Usado para	Byte mais elevado								Byte mais baixo							

Tabela A28: coordenadas de LRPs seguintes

1.5.5 Atributos

[0136] Atributos são adicionados a cada LRP. Há 4 tipos diferentes de atributos dependendo da posição de um LRP na referência de localização.

1.5.5.1 byte de primeiro atributo (atr. 1)

[0137] O byte de primeiro atributo contém os atributos FRC (vide a seção 1.4.3.1) e FOW (vide a seção 1.4.3.2) e dois bits são reservados para uso futuro. A tabela A29 mostra o uso de cada bit.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Usado para	RFU	RFU	FRC			FOW		

Tabela A29: byte de primeiro atributo – válido para todos os LRPs

1.5.5.2 byte de segundo atributo (atr. 2)

[0138] O byte de segundo atributo contém os atributos LFRCNP (vide a seção 1.4.3.5) e BEAR (vide a seção 1.4.3.3). a tabela A30 mostra o uso de cada bit. Esse atributo não é válido para o último LRP uma vez que não há informação de LFRCNP disponível.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Usado para	LFRCNP			BEAR				

Tabela A30: byte de segundo atributo – válido para todos os LRPs, exceto o último LRP

1.5.5.3 (byte de terceiro atributo (atr. 3)

[0139] O byte de terceiro atributo contém o atributo DNP (vide a seção 1.4.3.4) como mostrado na Tabela A31. Esse atributo não é válido para o último LRP uma vez que não há informação de DNP disponível.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Usado para	DNP							

Tabela A31: byte de terceiro atributo – válido para todos os LRPs, exceto o último LRP

1.5.5.4 byte de quarto atributo (atr. 4)

[0140] O atributo 4 contém as informações de BEAR, os indicadores de deslocamento positivo e negativo (vide a seção 1.4.5.1) e um bit é reservado para uso futuro. Esse atributo é utilizado para o último LRP, como mostrado na tabela A32.

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Usado para	RFU	POffF	NOffF	BEAR				

Tabela A32: bytes de quarto atributo – válido somente para o último LRP

1.5.6 deslocamento

[0141] O deslocamento positivo (POFF) e deslocamento negativo (NOFF) são somente incluídos se os indicadores correspondentes no atributo 4 indicarem sua existência. Valores de deslocamento ausentes indicam um deslocamento de 0 metro. Os valores de deslocamento são calculados de acordo com a seção 1.4.5, e o uso de bit para esses deslocamentos é mostrado nas tabelas A33, A34.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Usado para	POFF							

Tabela A33: valor de deslocamento positivo

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Usado para	NOFF

Tabela A34: valor de deslocamento negativo

1.6 Cálculo de tamanho de mensagem

[0142] O tamanho de mensagem de uma referência de localização depende do número de LRPs incluídos na referência de localização. Deve haver pelo menos dois LRPs na referência de localização. Também é obrigatório o cabeçalho com as informações de status. O seguinte cálculo e Tabela A35 mostram tamanhos de mensagem dependendo do número de LRPs.

. Cabeçalho

Status de 1 byte

Total: 1 byte

. Primeiro LRP

6 bytes COORD (3 bytes cada para lon / lat)

Atributos de 3 bytes

Total: 9 bytes

. LRPs seguintes

4 bytes COORD (2 bytes cada para lon/lat)

Atributos de 3 bytes

Total: 7 bytes

. último LRP

4 bytes COORD (2 bytes cada para lon / lat)

Atributos de 2 bytes

Total: 6 bytes

. deslocamento (se incluído)

Deslocamento positivo de 1 byte (se incluído)

Deslocamento negativo de 1 byte (se incluído)

Total: 0 – 2 bytes

No. de LRPs	Tamanho de mensagem
2	16 bytes (deslocamento de +1 ou +2 bytes, se incluído)

3	23 bytes
	(deslocamento de +1 ou +2 bytes se incluído)
4	30 bytes (deslocamento de +1 ou +2 bytes, se incluído)
5	37 bytes (deslocamento de +1 ou +2 bytes, se incluído)
6	44 bytes (deslocamento de +1 ou +2 bytes, se incluído)
7	51 bytes (deslocamento de +1 ou +2 bytes, se incluído)
8	58 bytes (deslocamento de +1 ou +2 bytes, se incluído)
...	...
n(n>l)	1 + 9 + (n-2)*7 + 6 bytes (deslocamento de +1 ou +2 bytes, se incluído)

Tabela A35: tamanhos de mensagem dependendo do número de LRPs

[0143] Um exemplo específico do modo no qual os formatos acima são utilizados é fornecido agora com referência a referência de localização descrita acima com referência às figuras 2, 3, 4 e 5 nas quais três pontos de referência de localização (nós 1, 10 e 15 e linhas 1-3, 10-11 e 14-15) são identificados como precisamente descrevendo uma localização.

[0144] A referência de localização consiste em três pontos de referência de localização e a Tabela A36 abaixo mostra as coordenadas para os nós 1, 10 e 15. Esses nós são os nós correspondentes para os pontos de referência de localização. Na preparação do formato binário essa tabela também mostra as coordenadas relativas. O nó 1 corresponde ao ponto de referência de localização 1 e terá coordenadas em formato absoluto. O nó 10 correspondendo ao ponto de referência de localização 2 terá coordenadas relativas para o ponto de referência de localização. O nó 15 correspondendo ao ponto de referência de localização 2 também terá coordenadas relativas, porém agora com referência ao ponto de referência de localização 2.

ID de nó	Índice de LRP	longitude	latitude	Longitude relativa	Latitude relativa
1	1	6.12683°	49.60851°	-	—
10	2	6.12838°	49.60398°	155	-453

15	3	6.12817°	49.60305°	-21	-93

Tabela A36: coordenadas de exemplo

[0145] As longitude e latitude relativas são calculadas de acordo com a equação E3 acima. Os deslocamentos sendo calculados na etapa 2 do processo de codificação são mostrados na Tabela A37. Nos dados binários somente o deslocamento positivo aparecerão porque o deslocamento negativo é 0 e um deslocamento ausente será tratado como 0.

Campo	Valor
Deslocamento positivo	150
Deslocamento negativo	0

Tabela A37: valores de deslocamento de exemplo

[0146] A tabela A38 abaixo coleta os dados relevantes para cada ponto de referência de localização a partir do mapa digital subjacente, e através de cálculo. Isso inclui a classe funcional de estrada, a forma de via e a posição da linha correspondente. As informações necessárias sobre o trajeto entre dois pontos de referência de localização subsequentes também são mostradas (classe de estrada funcional mais baixa e distância até o próximo ponto de referência de localização).

Índice de LRP	FRC	FOW	BEAR	LFRCNP	DNP
1	FRC3	MULTIPLE_CARRIAGEWAY	135°	FRC3	561
2	FRC3	SINGLE_CARRIAGEWAY	227°	FRC5	274
3	FRC5	SINGLE_CARRIAGEWAY	290°	--	--

Tabela A38: pontos de referência de localização determinados durante codificação

[0147] Os atributos BEAR, LFRCNP e DNP são determinados como descrito acima:

[0148] As seguintes tabelas acima contêm todas as informações relevantes

para criar os dados binários. As seguintes tabelas delineiam os dados binários de acordo com o Formato de dados físico:

. byte de status: vide a tabela A39

. LRP 1: vide a tabela A40 até a tabela A44

. LRP 2: vide a tabela A45 até tabela A49

. LRP 3: vide a Tabela A50 até a Tabela A53

. deslocamento: vide a Tabela A54

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Descrição	RFU	RFU	RFU	ArF	AF	versão		
valor	0	0	0	0	1	0	1	0

Tabela A39: exemplo Binário: byte de status

byte	primeiro								segundo								Terceiro							
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
valor	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1

Tabela A40: exemplo binário: LRP 1 – longitude absoluto

byte	primeiro								segundo								Terceiro							
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
valor	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0

Tabela A41: exemplo binário: LRP 1 – longitude absoluto

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
descrição	RFU	RFU	RFC			FOW		
valor	0	0	0	1	1	0	1	0

Tabela A42: exemplo binário: LRP1 – atributo 1

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
descrição	LFRCNP			Posição				
valor	0	1	1	0	1	1	0	0

Tabela A43: exemplo binário: LRP1 – atributo 2

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
descrição	DNP							

valor	0	0	0	0	1	0	0	1

Tabela A44: exemplo binário: LRP1 – atributo 3

Byte	primeiro								segundo							
	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
valor	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1

Tabela A45: exemplo binário: LRP2 – longitude relativa

Byte	primeiro								segundo							
	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
valor	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1

Tabela A46: exemplo binário: LRP2 – latitude relativa

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Descrição	RFU	RFU		FRC		FOW		
valor	0	0	0	1	1	0	1	1

Tabela A47: exemplo binário: LRP2 – atributo 1

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
descrição	LFRCNP			Posição				
valor	1	0	1	1	0	1	0	0

Tabela A48: exemplo binário: LRP2 – atributo 2

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
descrição	DNP							
valor	0	0	0	0	0	1	0	0

Tabela A49: exemplo binário: LRP2 – atributo 3

Byte	primeiro								segundo							
	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
valor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1

Tabela A50: exemplo binário: LRP3 – longitude relativa

Byte	primeiro								segundo							
	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
valor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1

Tabela A51: exemplo binário: LRP3 – latitude relativa

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Descrição	RFU	RFU		FRC		FOW		
valor	0	0	1	0	1	0	1	1

Tabela A52: exemplo binário: LRP3 – atributo 1

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
descrição	RFU	PoffF	NoffF	Posição				
valor	0	1	0	1	1	0	0	1

Tabela A53: exemplo binário: LRP3 – atributo 4

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
descrição	POFF							
valor	0	0	0	0	0	0	1	0

Tabela A54: exemplo binário: deslocamento positivo

[0149] O fluxo de dados binários total terá um comprimento de 24 bytes e consiste no que se segue (ordenado como bytes da esquerda para a direita e de cima para baixo):

00001010 00000100 01011011 01011011 00100011 01000110

11110100 00011010 01101100 00001001 00000000 10011011

11111110 00111011 00011011 10110100 00000100 11111111

11101011 11111111 10100011 00101011 01011001 00000010

REIVINDICAÇÕES

1. Método de resolver uma localização a partir de uma lista ordenada de pontos de referência de localização sendo representativos de nós em um mapa digital de codificador e cada um tendo atributos representativos de uma linha ou segmento específico no mapa digital de codificador que emana a partir de ou incide naqueles nós, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de:

i) receber uma lista ordenada de pontos de referência de localização sendo representativos de nós em um mapa digital de codificador e cada um tendo atributos representativos de uma linha ou segmento específico no mapa digital de codificador que emana a partir de ou incide naqueles nós,

ii) para cada ponto de referência de localização, identificar pelo menos um nó candidato que existe em um segundo mapa digital e, utilizando os atributos disponíveis daquele ponto de referência de localização, identificar pelo menos uma linha ou segmento candidato que existe no segundo mapa digital que emana a partir de ou incide no nó candidato,

iii) executar uma busca de rota no segundo mapa digital entre:

- pelo menos um dentre o pelo menos um nó candidato e a linha ou segmento candidato correspondente que emana a partir do mesmo ou incide ao mesmo, e

- pelo menos um dentre um nó candidato para o próximo ponto de referência de localização que aparece na lista e a linha ou segmento candidato correspondente que emana a partir do mesmo ou incide ao mesmo,

e extrair do segundo mapa digital cada linha ou segmento que faz parte da rota assim determinada entre os nós candidatos, e

iv) repetir a etapa (iii) para cada par consecutivo de pontos de referência de localização até e incluindo o ponto de referência de localização final que aparece na lista.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a busca de rota é uma busca de rota de trajeto mais curto.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a busca de rota opera em pares respectivos de nós candidatos sucessivos.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a busca de rota inclui um modo de assegurar que a linha ou segmento correspondente do primeiro do par de nós faz parte da rota resultante a partir daí.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os nós candidatos identificados são nós reais em que são representativos de interseções do mundo real.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de extrair cada linha ou segmento do segundo mapa digital é aprimorada pela armazenagem de cada um dentre as linhas ou os segmentos extraídos em uma lista de trajeto de localização.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada lista de trajeto de localização criada para cada busca de rota sucessiva é concatenada.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as linhas ou os segmentos extraídos durante uma busca de rota seguinte são anexos a uma lista de trajeto de localização preexistente.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente classificar os nós candidatos identificados de acordo com uma ou mais métricas determinadas no caso onde mais de um nó candidato é identificado para um ponto de referência de localização.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de classificar é obtida utilizando uma função de classificação.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a função de classificação inclui uma parte de classificação de nó candidato e uma parte de classificação de linha ou segmento candidato.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a parte de classificação de nó candidato da função de classificação inclui al-

guma dependência de uma distância calculada ou representativa entre o ponto de referência de localização ou suas coordenadas absolutas, e os nós candidatos ou suas coordenadas absolutas como aparecem em e extraídas do segundo mapa digital.

13. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a parte de classificação de linha ou segmento candidato da função de classificação inclui um modo de avaliar a similaridade dos atributos de linha ou segmento como aparecem no mapa digital de codificador e aqueles que aparecem no segundo mapa digital utilizado na resolução da localização.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o método compreende adicionalmente:

- determinar, a partir do segundo mapa digital, um valor de comprimento de trajeto para cada trajeto entre nós candidatos sucessivos no segundo mapa digital, o trajeto sendo estabelecido como um resultado da busca de rota entre os nós candidatos sucessivos,

- comparar o valor de comprimento de trajeto assim determinado com um atributo de DNP do primeiro dos dois pontos de referência de localização utilizados na busca de rota, e

- no evento de uma discrepância muito grande entre o valor de comprimento de trajeto e o atributo de DNP, repetir a busca de rota utilizando pelo menos um dentre nós candidatos alternativos e linhas para um ou ambos de cada par sucessivo de pontos de referência de localização para tentar reduzir a discrepância entre valor de comprimento de trajeto e atributo de DNP, ou relatar um erro.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente aplicar qualquer valor de deslocamento que possa ser associado com os primeiro e último pontos de referência de localização às primeira e última linhas extraídas do segundo mapa digital como um resultado da busca de rota no mesmo.

16. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato

de que compreende adicionalmente classificar linhas ou segmentos candidatos para identificar uma linha ou segmento candidato mais provável de acordo com uma ou mais métricas determinadas no caso onde mais de uma linha ou segmento candidato existente no segundo mapa digital forem identificados.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente usar um atributo de posição para a classificação de linhas e segmentos candidatos.

18. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente validar cada trajeto mais curto usando um valor de trajeto determinado entre um nó inicial e um nó final.

19. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente converter a lista ordenada de pontos de referência de localização em uma referência de localização binária.

20. Mídia não transitória legível por computador, **CARACTERIZADA** pelo fato de que armazena um conjunto de instruções que, quando executadas, executam um método de resolver uma localização a partir de uma lista ordenada de pontos de referência de localização sendo representativos de nós em um mapa digital de codificador e cada um tendo atributos representativos de uma linha ou segmento específico no mapa digital de codificador que emana a partir de ou incide naqueles nós, o método executado pelo conjunto de instruções compreendendo:

i) receber uma lista ordenada de pontos de referência de localização sendo representativos de nós em um mapa digital de codificador e cada um tendo atributos representativos de uma linha ou segmento específico no mapa digital de codificador que emana a partir de ou incide naqueles nós,

ii) para cada ponto de referência de localização, identificar pelo menos um nó candidato que existe em um segundo mapa digital e, utilizando os atributos disponíveis daquele ponto de referência de localização, identificar pelo menos uma linha ou segmento candidato que existe no segundo mapa digital que emana a partir de ou incide no nó candidato,

iii) executar uma busca de rota no segundo mapa digital entre:

- pelo menos um dentre o pelo menos um nó candidato e a linha ou segmento candidato correspondente que emana a partir do mesmo ou incide ao mesmo, e

- pelo menos um dentre um nó candidato para o próximo ponto de referência de localização que aparece na lista e a linha ou segmento candidato correspondente que emana a partir do mesmo ou incide ao mesmo,

e extrair do segundo mapa digital cada linha ou segmento que faz parte da rota assim determinada entre os nós candidatos, e

(iv) repetir a etapa (iii) para cada par consecutivo de pontos de referência de localização até e incluindo o ponto de referência de localização final que aparece na lista.

21. Dispositivo de computador, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um processador;

um armazenamento de memória;

um mapa digital, armazenado no armazenamento de memória ou em um armazenamento diferente; e

dispositivo de saída de informação,

em que a unidade de processamento é operativa para:

i) receber uma lista ordenada de pontos de referência de localização sendo representativos de nós em um mapa digital de codificador e cada um tendo atributos representativos de uma linha ou segmento específico no mapa digital de codificador que emana a partir de ou incide naqueles nós,

ii) para cada ponto de referência de localização, identificar pelo menos um nó candidato que existe em um segundo mapa digital e, utilizando os atributos disponíveis daquele ponto de referência de localização, identificar pelo menos uma linha ou segmento candidato que existe no segundo mapa digital que emana a partir de ou incide no nó candidato,

iii) executar uma busca de rota no segundo mapa digital entre:

- pelo menos um dentre o pelo menos um nó candidato e a linha ou segmento candidato correspondente que emana a partir do mesmo ou incide ao mesmo, e

- pelo menos um dentre um nó candidato para o próximo ponto de referência de localização que aparece na lista e a linha ou segmento candidato correspondente que emana a partir do mesmo ou incide ao mesmo,

e extrair do segundo mapa digital cada linha ou segmento que faz parte da rota assim determinada entre os nós candidatos, e

(iv) repetir a etapa (iii) para cada par consecutivo de pontos de referência de localização até e incluindo o ponto de referência de localização final que aparece na lista.

22. Dispositivo de computação, de acordo com a reivindicação 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de saída de informação fornece pelo menos um dentre uma saída audível, uma saída impressa ou uma saída visível em uma tela de display capaz de exibir uma representação gráfica do mapa digital.

23. Dispositivo de computação, de acordo com a reivindicação 22, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma localização resolvida ou uma porção dela é exibida em sobreposição, coberta, justaposta ou em combinação com a porção relevante do mapa digital ao qual se refere.

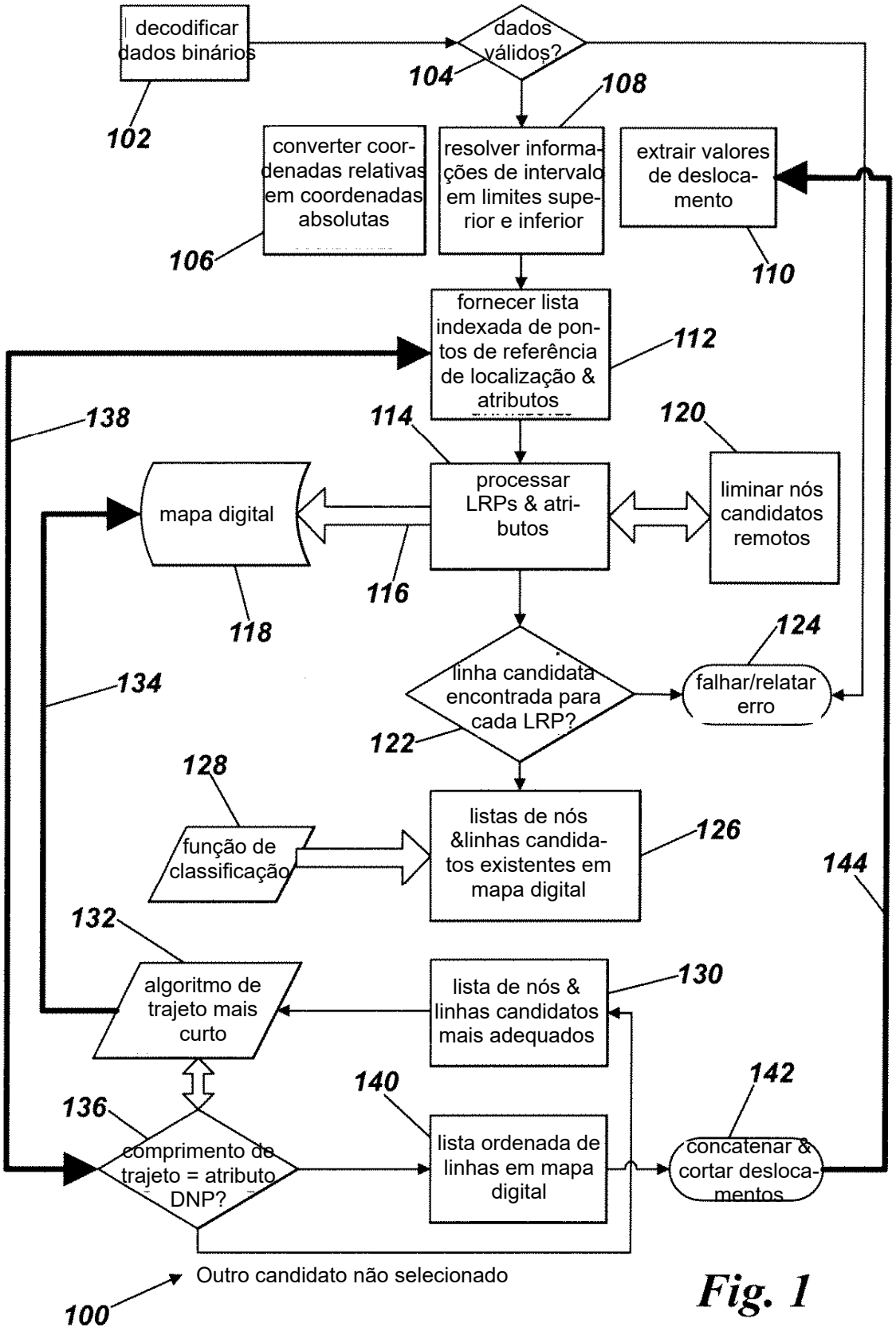

decodificar dados binários
102
dados válidos?
104
108
converter coordenadas relativas em coordenadas absolutas
106
resolver informações de intervalo em limites superior e inferior
extrair valores de deslocamento
110
fornecer lista indexada de pontos de referência de localização & atributos
112
138
114
120
mapa digital
processar LRPs & atributos
liminar nós candidatos remotos
116
118
124
134
linha candidata encontrada para cada LRP?
falhar/relatar erro
122
128
listas de nós &linhas candidatos existentes em mapa digital
126
função de classificação
144
132
algoritmo de trajeto mais curto
lista de nós & linhas candidatos mais adequados
130
140
142
136
comprimento de trajeto = atributo DNP?
lista ordenada de linhas em mapa digital
concatenar & cortar deslocamentos
Outro candidato não selecionado
100

Fig. 1

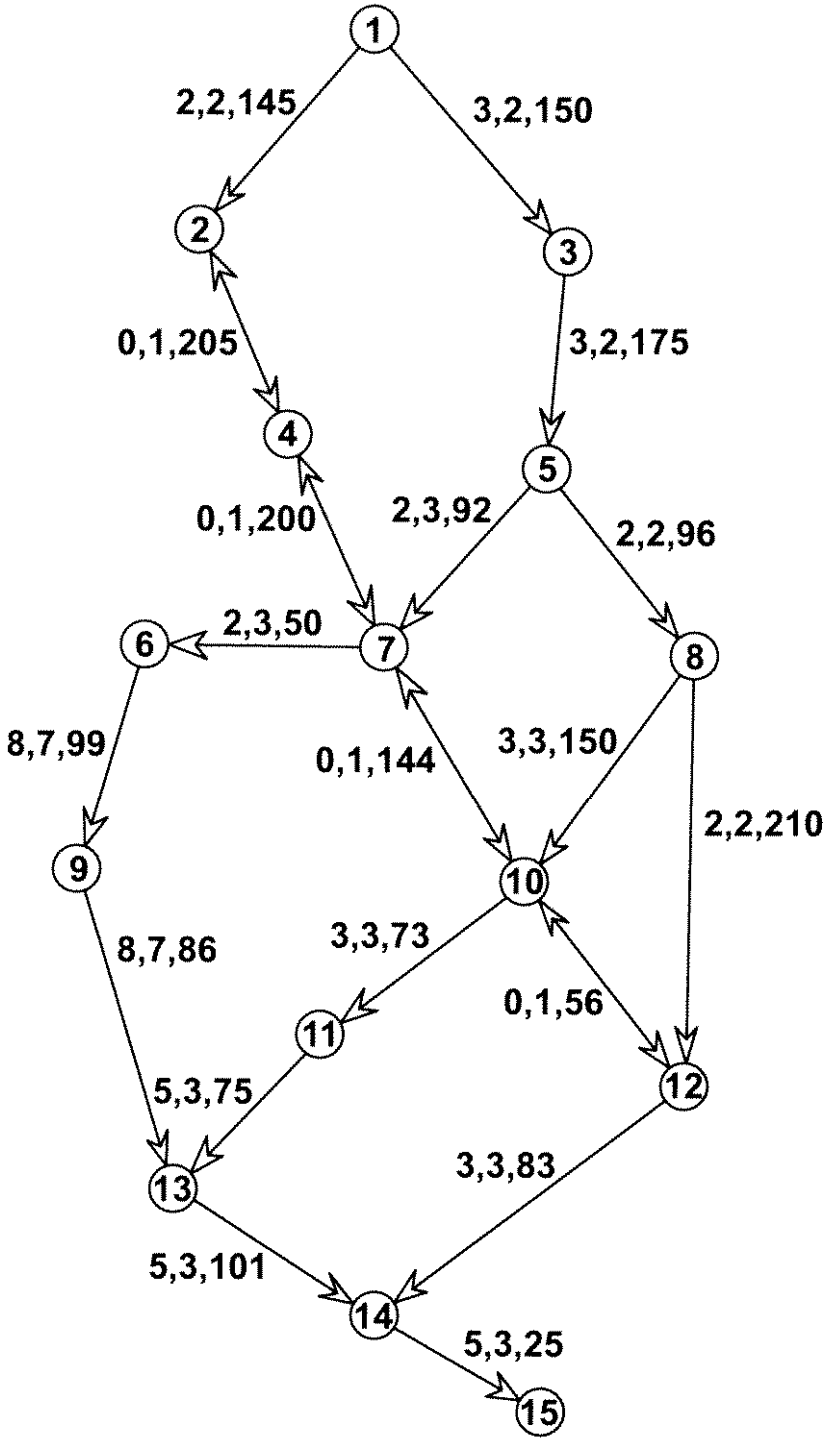

1
2,2,145
3,2,150
2
3
0,1,205
3,2,175
4
5
0,1,200
2,3,92
2,2,96
2,3,50
6
7
8
8,7,99
0,1,144
3,3,150
2,2,210
9
10
8,7,86
3,3,73
0,1,56
11
12
5,3,75
3,3,83
13
5,3,101
14
5,3,25
15

Fig. 2

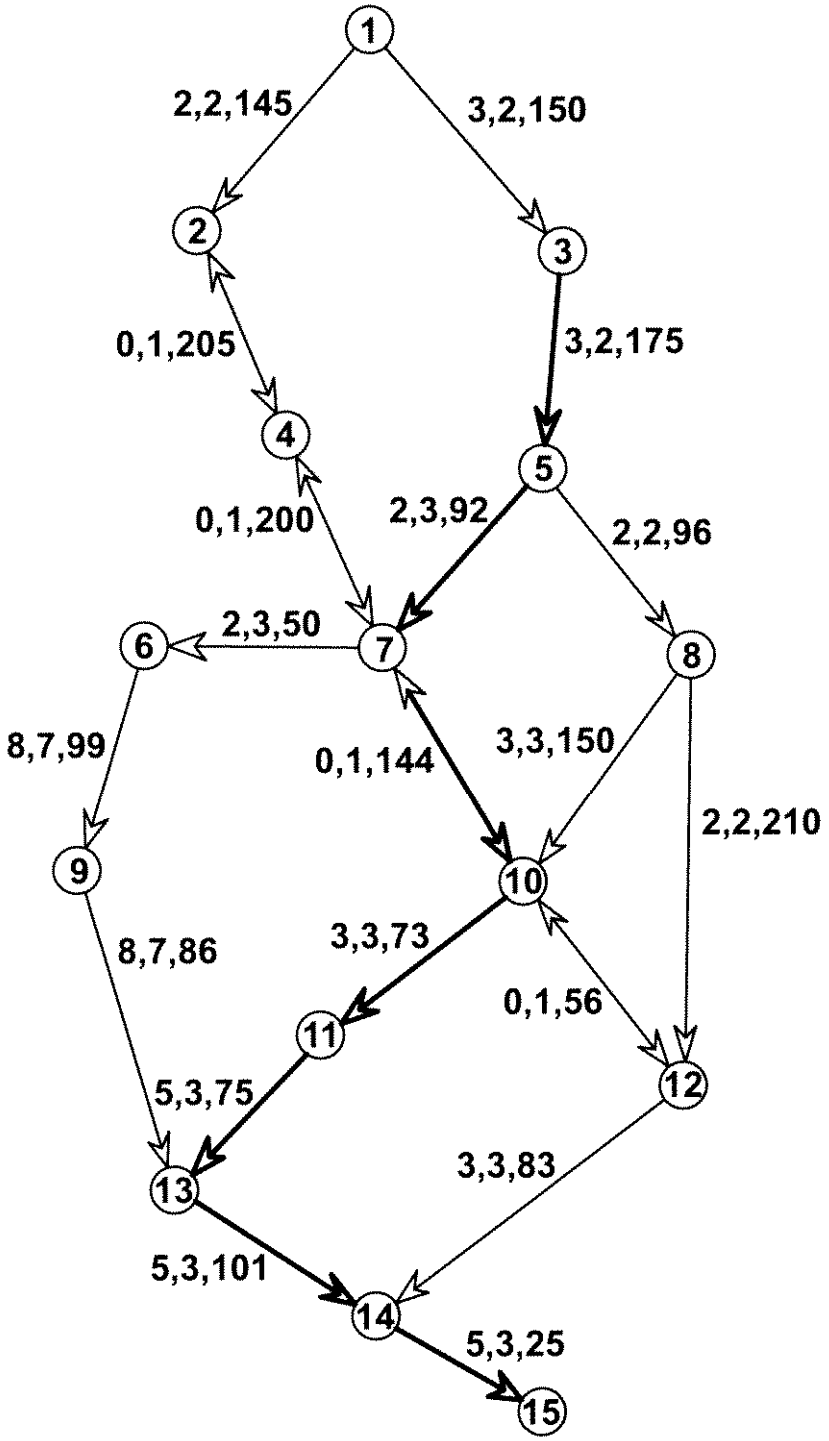

1
2,2,145
3,2,150
2
3
0,1,205
3,2,175
4
5
0,1,200
2,3,92
2,2,96
2,3,50
6
7
8
8,7,99
0,1,144
3,3,150
2,2,210
9
10
8,7,86
3,3,73
0,1,56
11
12
5,3,75
3,3,83
13
5,3,101
14
5,3,25
15

Fig. 3

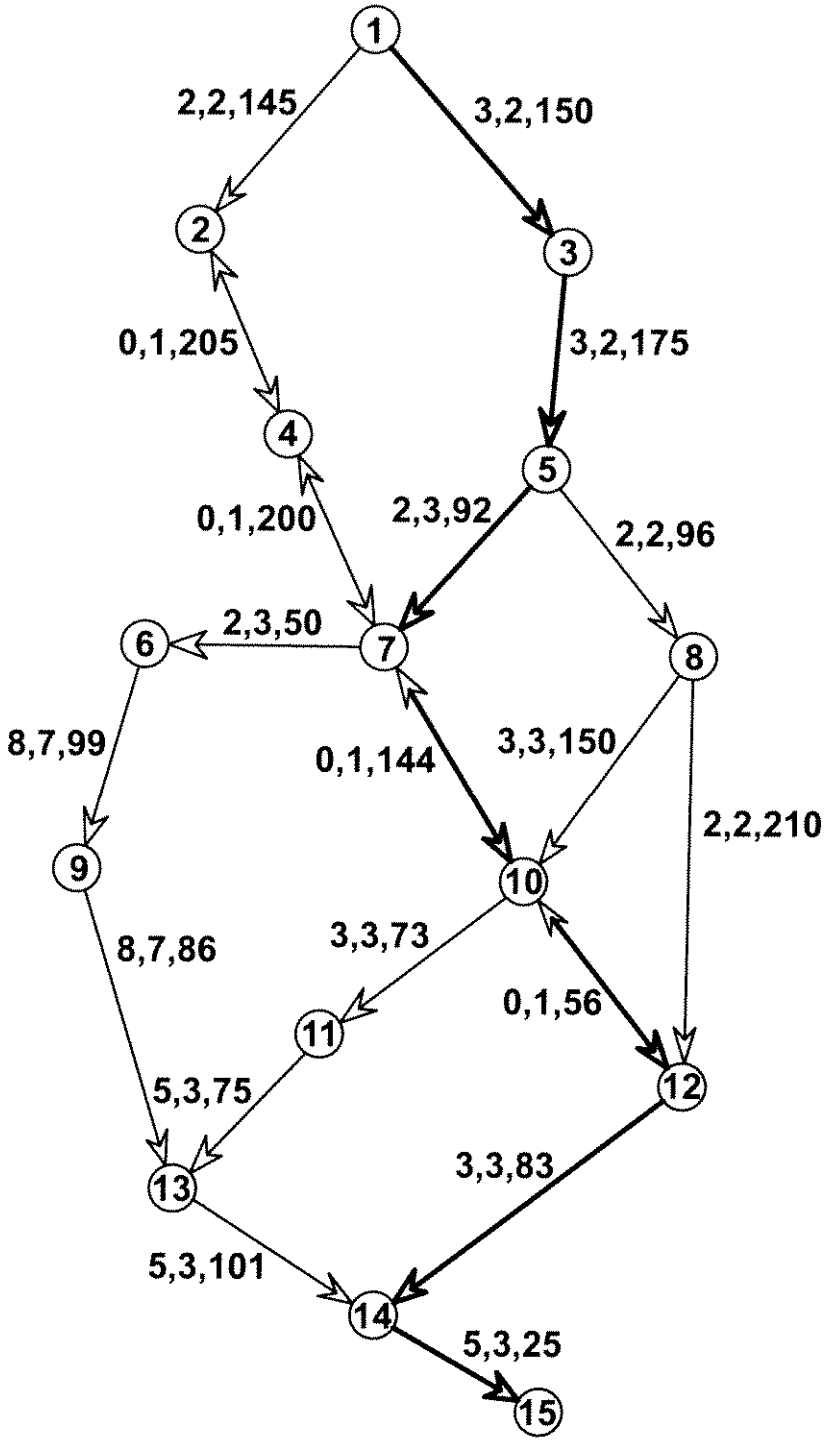

1
2,2,145
3,2,150
2
3
0,1,205
3,2,175
4
5
0,1,200
2,3,92
2,2,96
2,3,50
6
7
8
8,7,99
0,1,144
3,3,150
2,2,210
9
10
8,7,86
3,3,73
0,1,56
11
12
5,3,75
3,3,83
13
5,3,101
14
5,3,25
15

Fig. 4

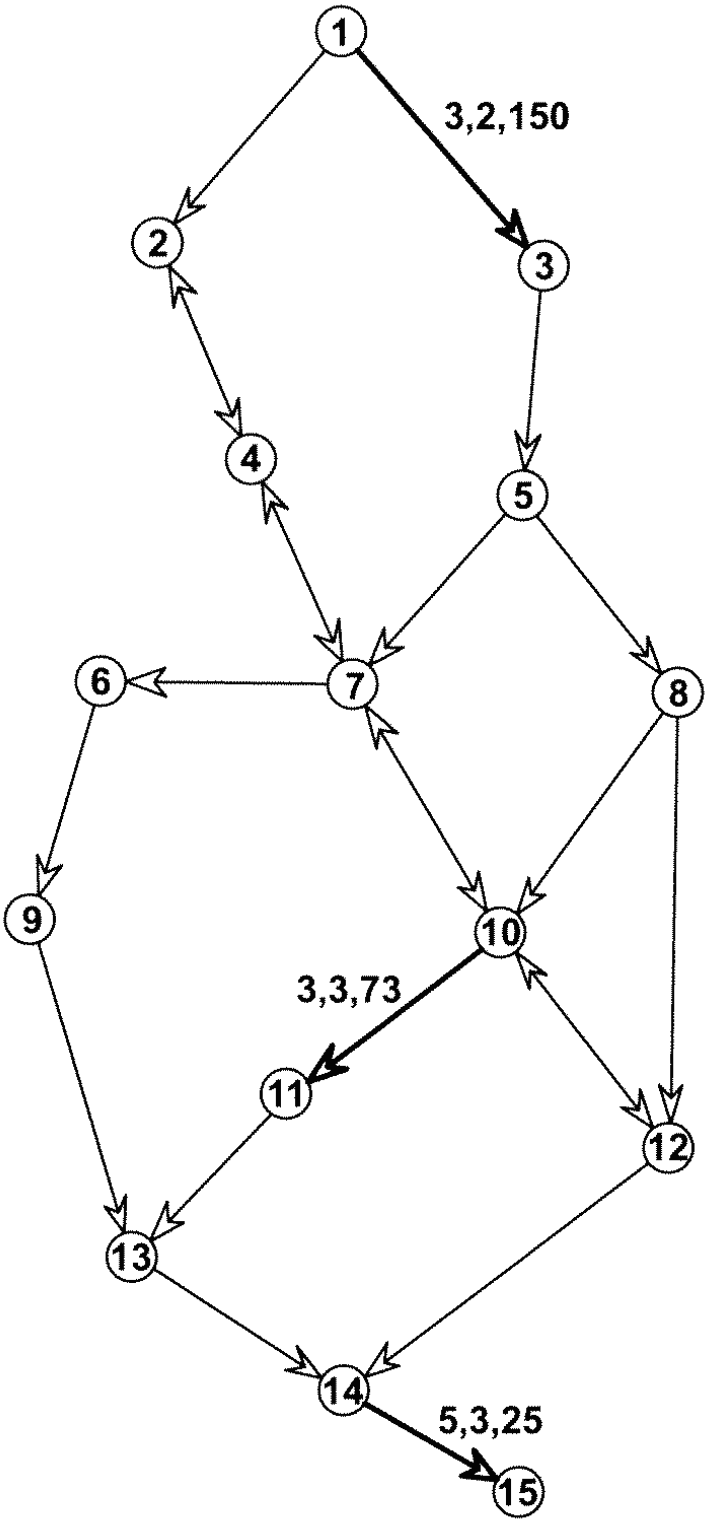


Fig. 5

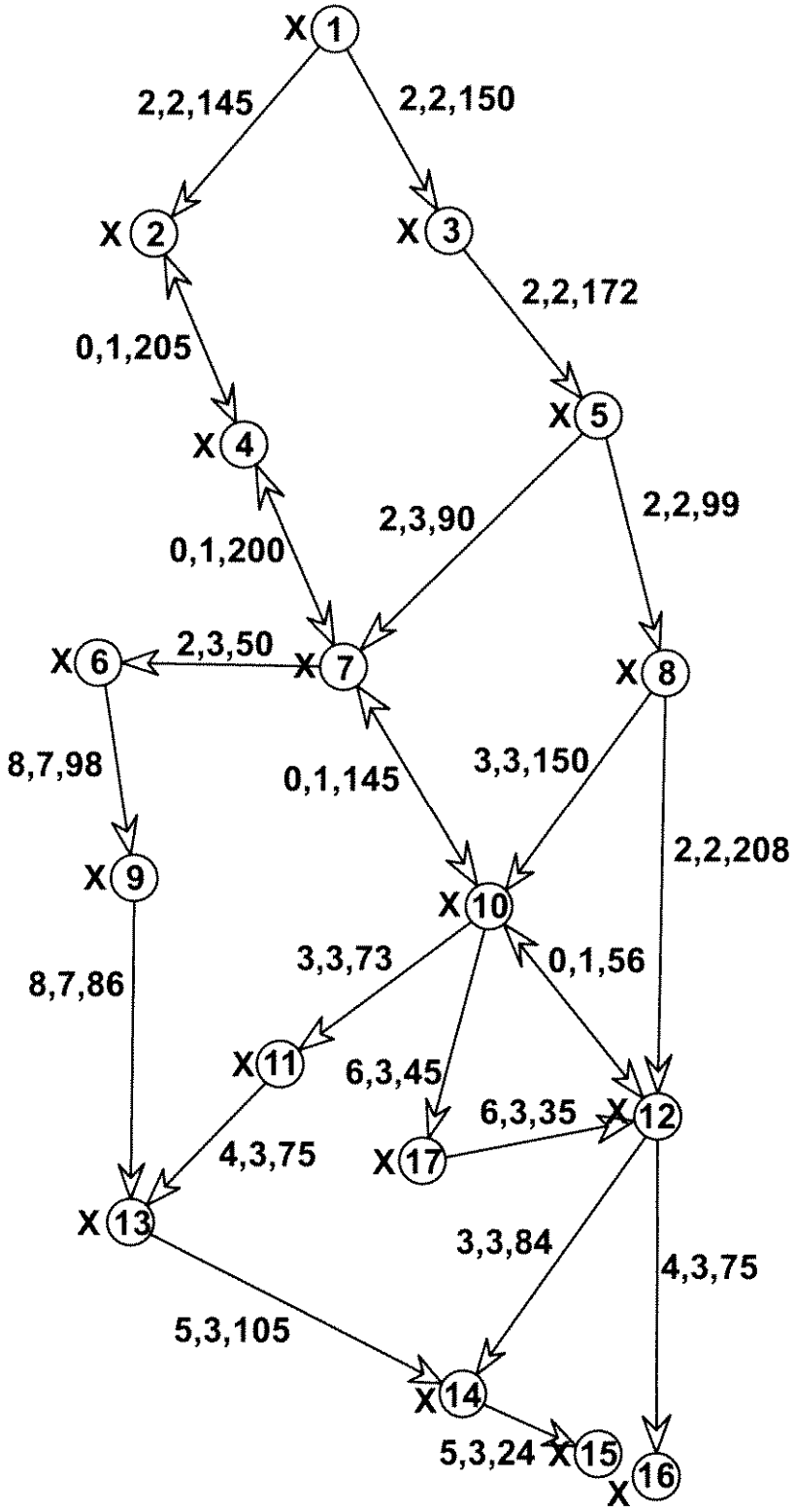

1
2,2,145
2,2,150
2
3
2,2,172
0,1,205
5
4
2,3,90
2,2,99
0,1,200
2,3,50
6
7
8
8,7,98
0,1,145
3,3,150
2,2,208
9
10
3,3,73
0,1,56
8,7,86
11
6,3,45
6,3,35
12
4,3,75
17
13
3,3,84
4,3,75
5,3,105
14
5,3,24
15
16

Fig. 6

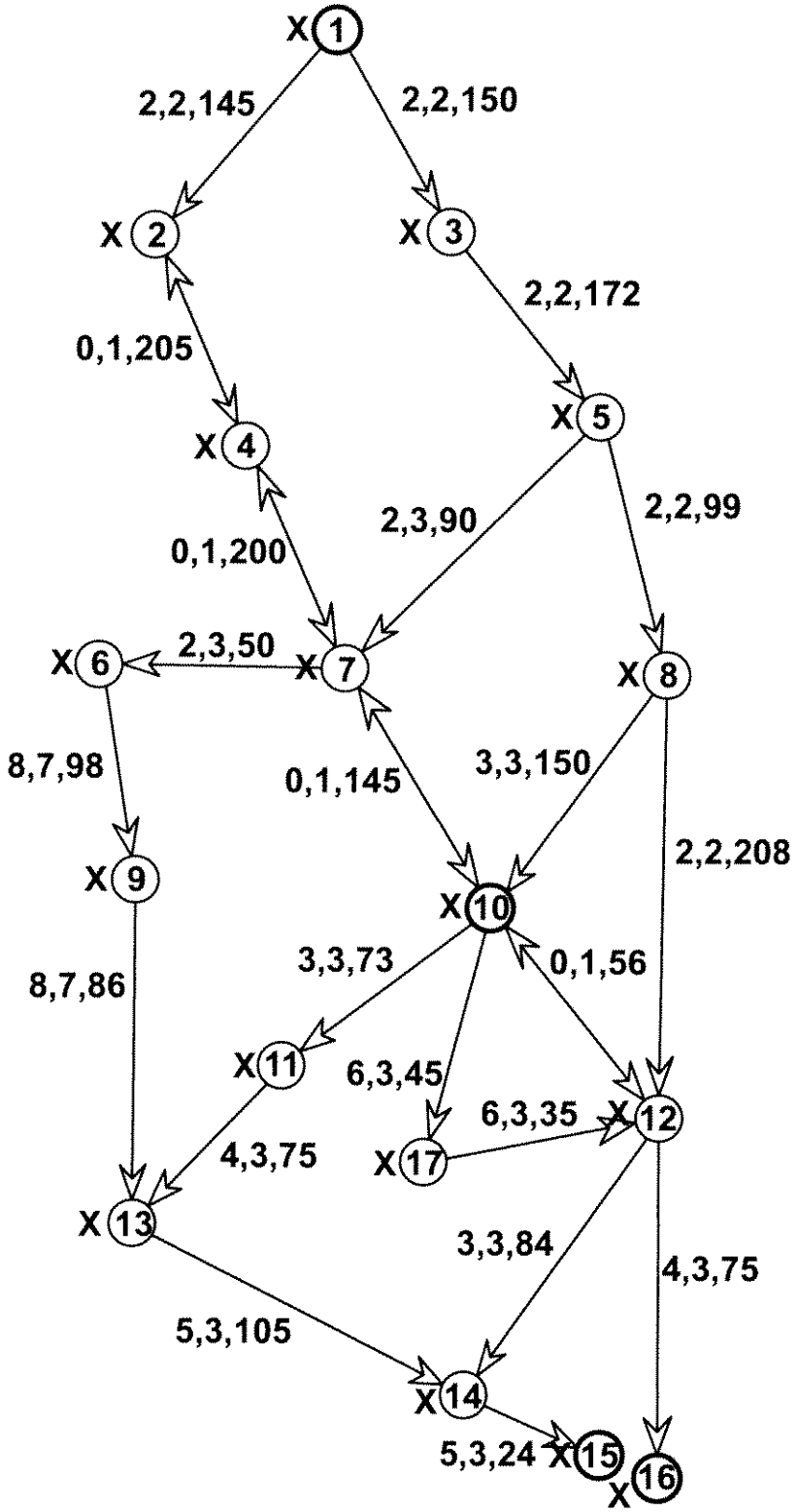

X 1
2,2,145
2,2,150
X 2
X 3
2,2,172
0,1,205
X 5
X 4
2,3,90
2,2,99
0,1,200
X 6
2,3,50
X 7
X 8
8,7,98
0,1,145
3,3,150
2,2,208
X 9
X 10
3,3,73
0,1,56
8,7,86
X 11
6,3,45
6,3,35
X 12
4,3,75
X 17
X 13
3,3,84
4,3,75
5,3,105
X 14
5,3,24
X 15
X 16

Fig. 7

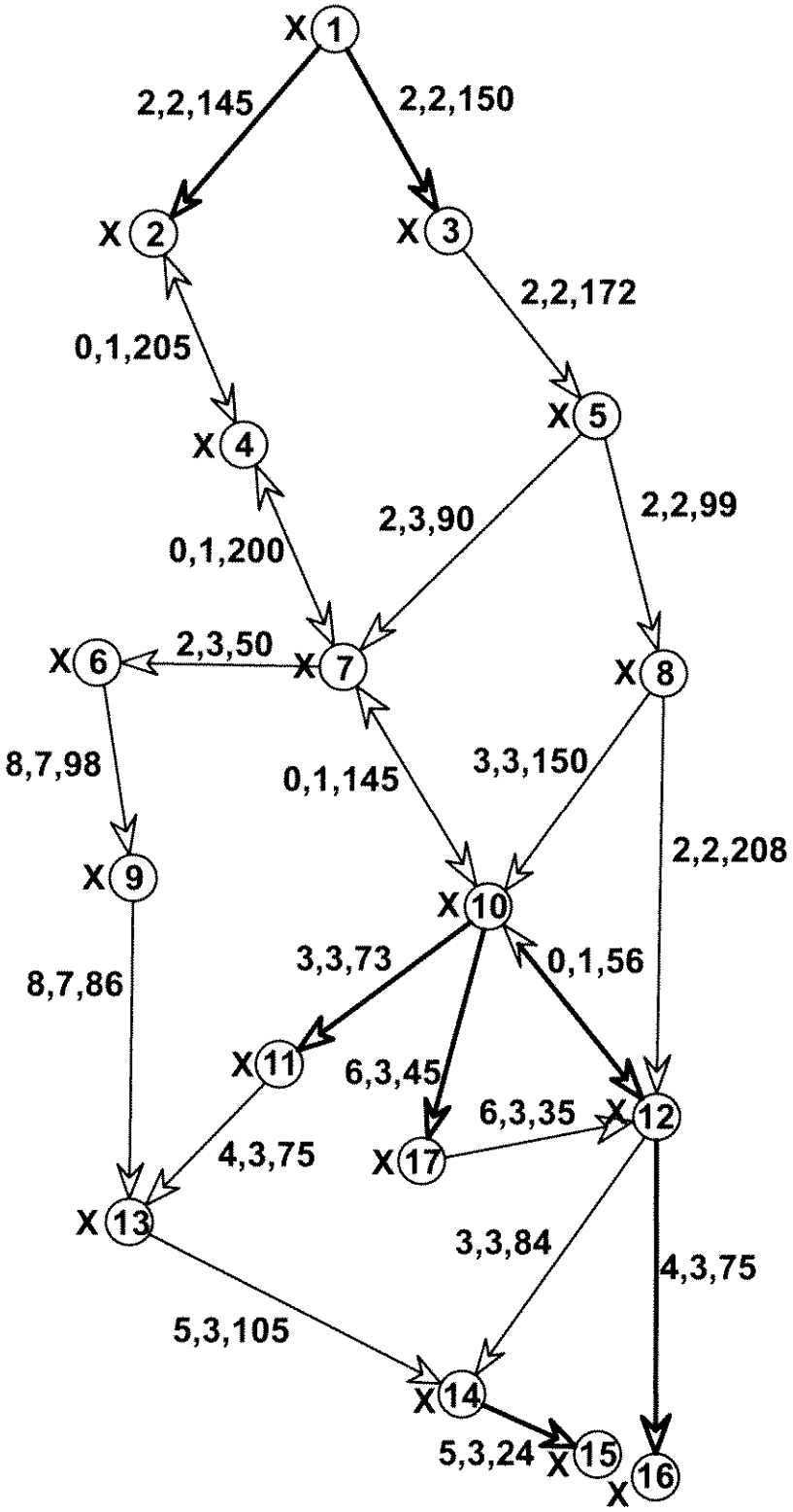

X 1
2,2,145
2,2,150
X 2
X 3
2,2,172
0,1,205
X 5
X 4
2,3,90
2,2,99
0,1,200
2,3,50
X 6
X 7
X 8
8,7,98
0,1,145
3,3,150
2,2,208
X 9
X 10
3,3,73
0,1,56
8,7,86
X 11
6,3,45
6,3,35
X 12
4,3,75
X 17
X 13
3,3,84
4,3,75
5,3,105
X 14
5,3,24
X 15
X 16

Fig. 8

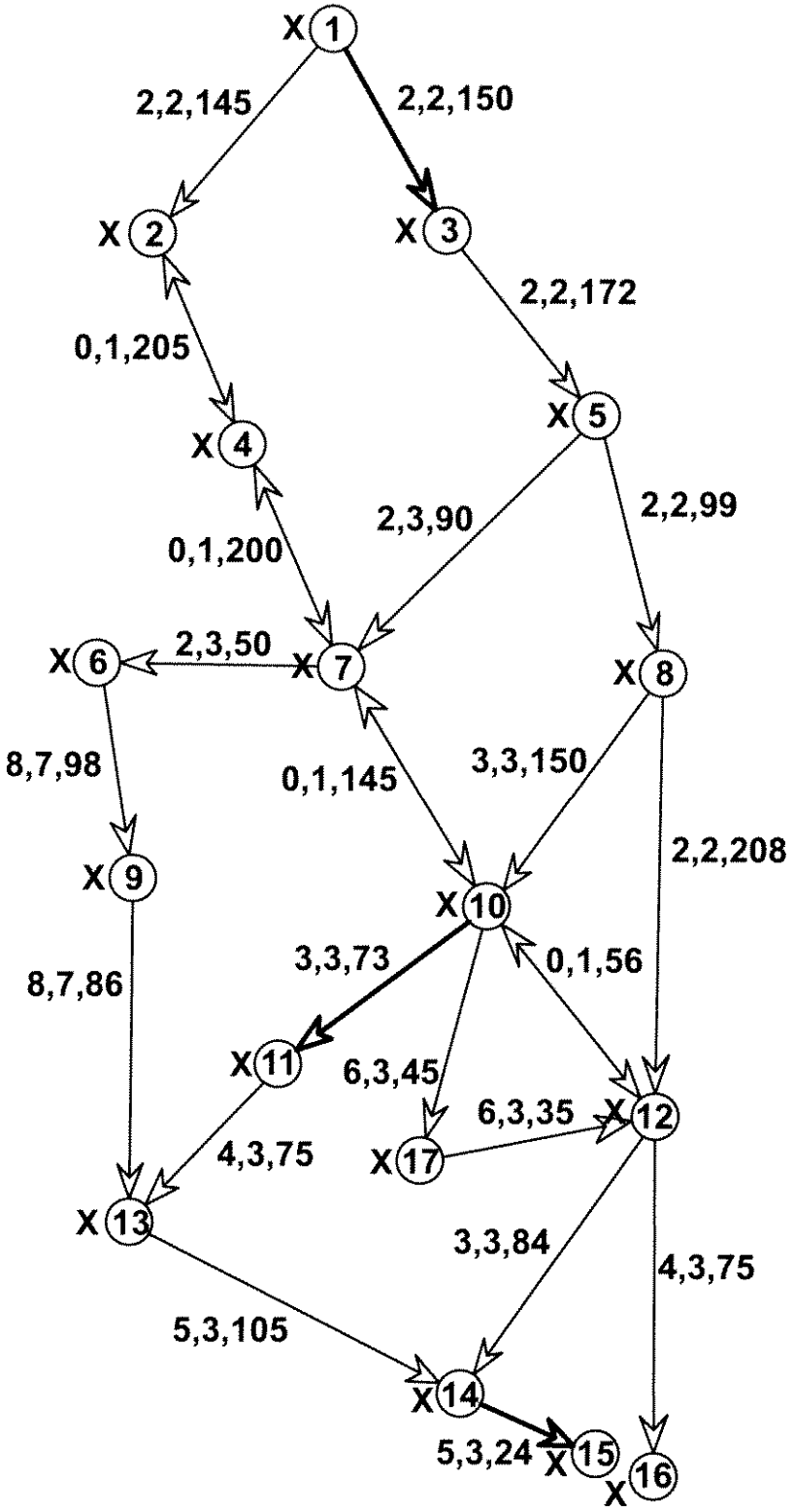

X 1
2,2,145
2,2,150
X 2
X 3
2,2,172
0,1,205
X 5
X 4
2,3,90
2,2,99
0,1,200
X 6
2,3,50
X 7
X 8
8,7,98
0,1,145
3,3,150
2,2,208
X 9
X 10
3,3,73
0,1,56
8,7,86
X 11
6,3,45
6,3,35
X 12
4,3,75
X 17
X 13
3,3,84
4,3,75
5,3,105
X 14
5,3,24
X 15
X 16

Fig. 9

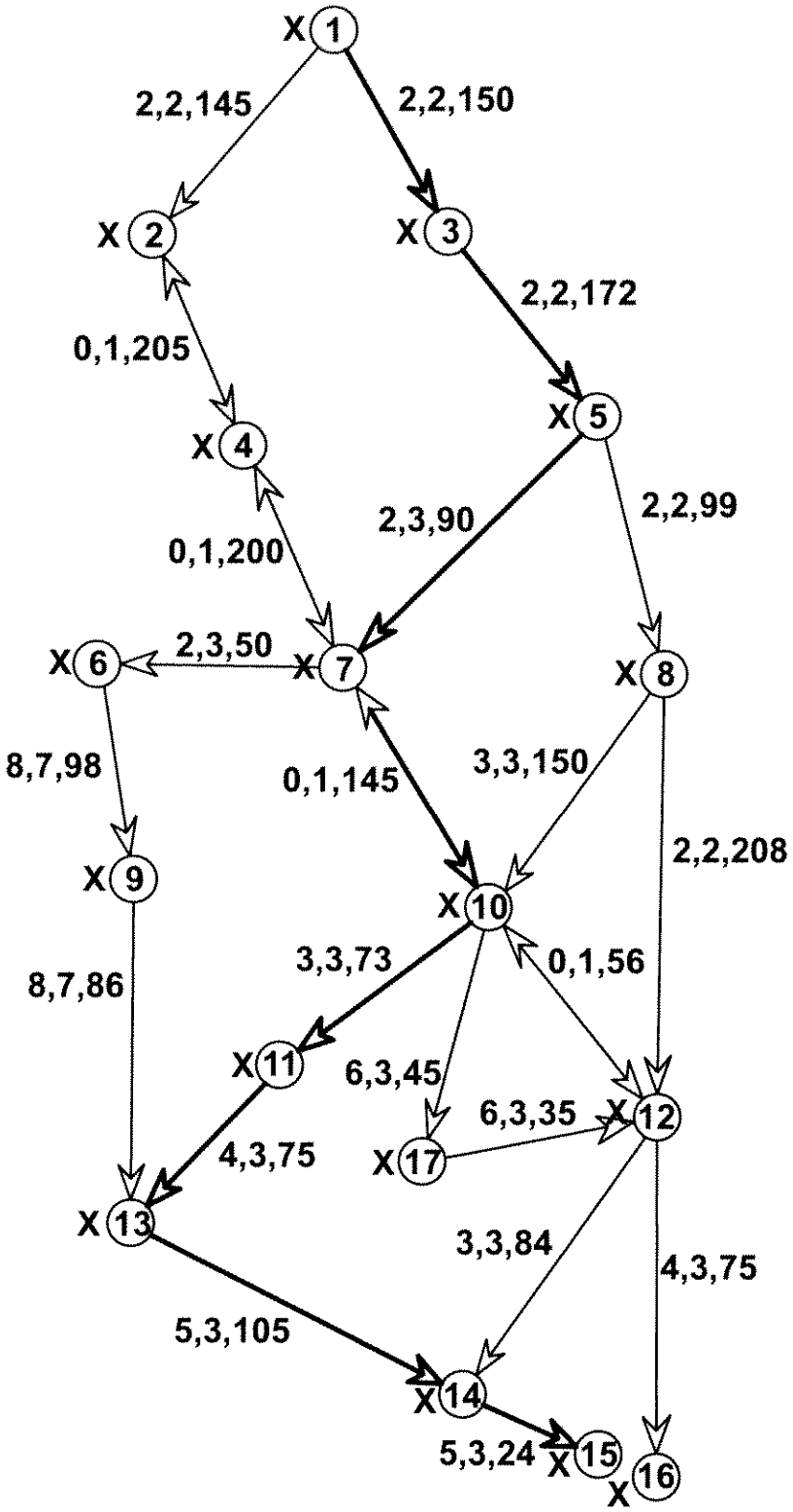

X 1
2,2,145
2,2,150
X 2
X 3
2,2,172
0,1,205
X 5
X 4
2,3,90
2,2,99
0,1,200
2,3,50
X 6
X 7
X 8
8,7,98
0,1,145
3,3,150
2,2,208
X 9
X 10
3,3,73
0,1,56
8,7,86
X 11
6,3,45
6,3,35
X 12
4,3,75
X 17
X 13
3,3,84
4,3,75
5,3,105
X 14
5,3,24
X 15
X 16

Fig. 10

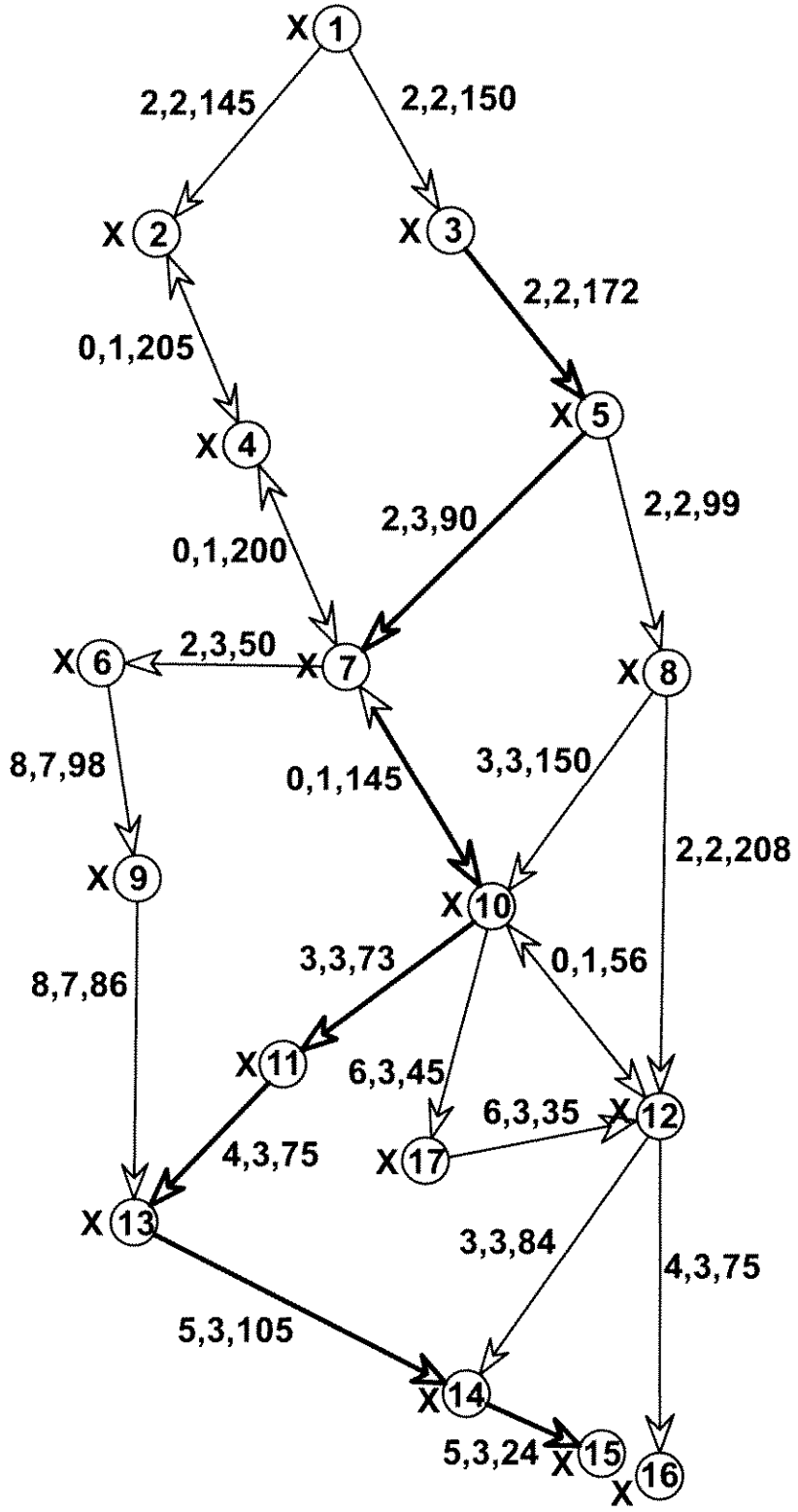
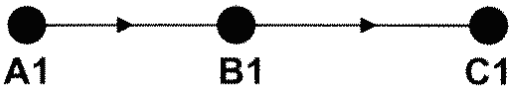
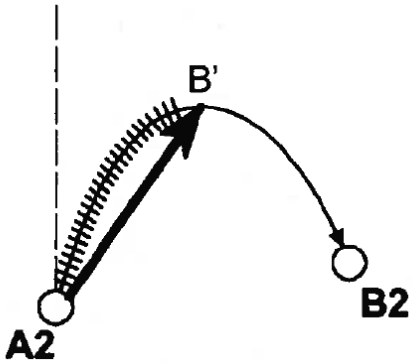

X 1
2,2,145
2,2,150
X 2
X 3
2,2,172
0,1,205
X 5
X 4
2,3,90
2,2,99
0,1,200
2,3,50
X 6
X 7
X 8
8,7,98
0,1,145
3,3,150
2,2,208
X 9
X 10
3,3,73
0,1,56
8,7,86
X 11
6,3,45
6,3,35
X 12
4,3,75
X 17
X 13
3,3,84
4,3,75
5,3,105
X 14
5,3,24
X 15
X 16

Fig. 11



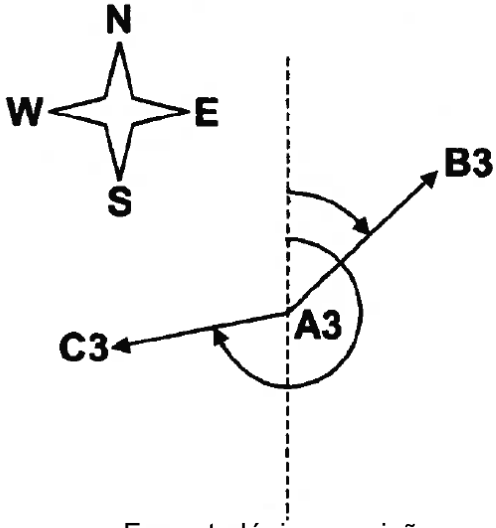
Conexão de LRPS

Fig. 12



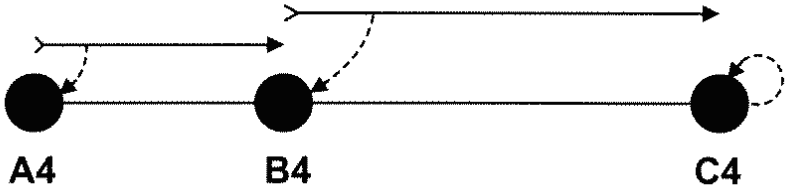
Formato lógico: ponto de posição

Fig. 13



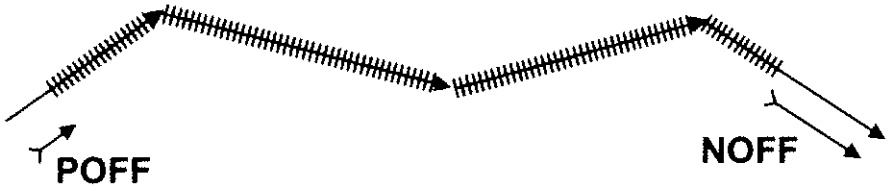
Formato lógico: posição

Fig. 14



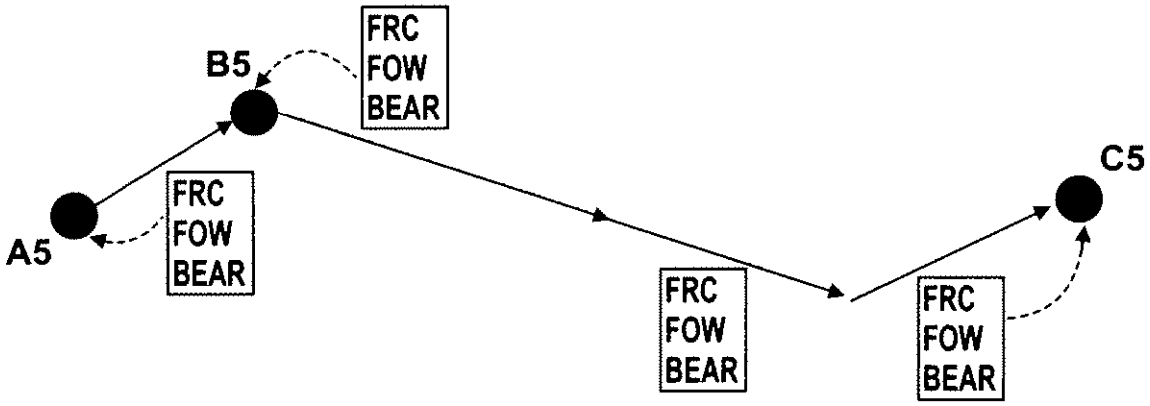
Formato lógico: distância até ponto seguinte

Fig. 15



Formato lógico: deslocamento positivo e negativo

Fig. 16



Relação : atributos – LRP

Fig. 17

para evitar

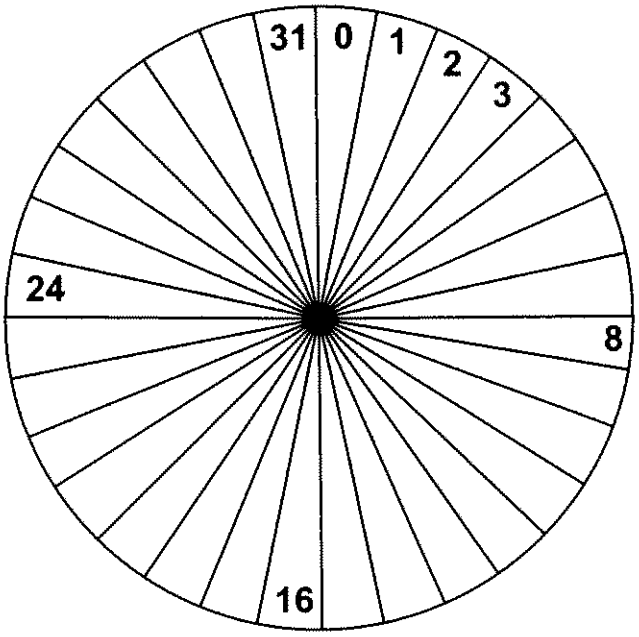
Evitar nós (1)

Fig. 18

para evitar

evitar nós (2)

Fig. 19



Formato físico: setores de posição

Fig. 20