

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7076665号  
(P7076665)

(45)発行日 令和4年5月27日(2022.5.27)

(24)登録日 令和4年5月19日(2022.5.19)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 1 C 21/30 (2006.01) G 0 1 C 21/30

請求項の数 12 (全19頁)

(21)出願番号	特願2022-508570(P2022-508570)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和2年3月24日(2020.3.24)	(74)代理人	100088672 弁理士 吉竹 英俊
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/013078	(74)代理人	100088845 弁理士 有田 貴弘
(87)国際公開番号	WO2021/192054	(72)発明者	大黒 健太郎 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87)国際公開日	令和3年9月30日(2021.9.30)	(72)発明者	大田 優子 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	令和4年2月9日(2022.2.9)	審査官	武内 俊之
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マップマッチング装置およびマップマッチング方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

複数のリンクの端点の座標であるリンク端点座標と各前記リンクの接続関係とを含む地図情報を取得する地図情報取得部と、

予め定められた経路における移動体の移動情報を取得する移動情報取得部と、

前記地図情報取得部が取得した前記地図情報と、前記移動情報取得部が取得した前記移動情報とに基づいて、前記経路に対応する前記リンクの列であるリンク列を特定するマッチング部と、

を備え、

前記マッチング部は、前記接続関係と前記移動情報とに基づく道路ネットワークである物理ネットワークを生成し、当該物理ネットワークを複数複製して階層状に構成した階層型論理ネットワークを生成し、前記階層型論理ネットワークにおいてコストが最小である前記リンク列を特定する、マップマッチング装置。

## 【請求項2】

前記マッチング部は、前記経路の一部の区間が前記地図情報に含まれていないとき、前記一部の区間に対応する前記リンク列を特定しない、請求項1に記載のマップマッチング装置。

## 【請求項3】

前記移動情報は、前記経路における位置の座標点列を含み、

前記階層型論理ネットワークにおける階層数は、前記経路を前記座標点列で分割した分割

区間の数以上であり、  
前記階層型論理ネットワークにおける開始リンクは、前記座標点列のうちの最初の座標点に対応する階層内であり、かつ前記最初の座標点に最も近い論理リンクであり、  
前記階層型論理ネットワークにおける終了リンクは、前記座標点列のうちの最後の座標点に対応する階層内であり、かつ前記最後の座標点に最も近い論理リンクである、請求項 1 に記載のマップマッチング装置。

【請求項 4】

前記マッチング部は、前記最初の座標点を中心とした予め定められた半径内に存在する論理リンクを前記開始リンクと判定し、前記最後の座標点を中心とした予め定められた半径内に存在する論理リンクを前記終了リンクと判定する、請求項 3 に記載のマップマッチング装置。

10

【請求項 5】

前記開始リンクおよび前記終了リンクは、前記予め定められた半径内に存在する論理リンクに加え、当該論理リンクから予め定められた距離だけ前記接続関係に基づいて前後に接続された論理リンクを含む、請求項 4 に記載のマップマッチング装置。

【請求項 6】

前記階層型論理ネットワークにおける各階層は、各前記分割区間に対応し、  
前記マッチング部は、前記座標点列のうちの各前記階層に対応する座標と、前記物理ネットワークにおける前記リンク端点座標との距離に基づいて、前記階層型論理ネットワークにおける各前記階層間を移動するコストを決定する、請求項 3 に記載のマップマッチング装置。

20

【請求項 7】

前記移動情報は、道路の分岐点における前記移動体の進行方向を含み、  
前記階層型論理ネットワークにおける各階層は、各前記分割区間に対応し、  
前記マッチング部は、各前記階層の前記分岐点における前記移動体の進行方向と、前記物理ネットワークにおける前記リンクの分岐の有無および分岐後の進行方向のうちの少なくとも 1 つに基づいて、前記階層型論理ネットワークにおける各階層内の論理リンクのコストを決定する、請求項 3 に記載のマップマッチング装置。

【請求項 8】

前記移動情報は、前記経路における道路属性を含み、  
前記階層型論理ネットワークにおける各階層は、前記経路を前記道路属性で分割した分割区間に対応し、  
前記マッチング部は、各前記階層に対応する前記移動情報に基づく前記道路属性と、前記物理ネットワークにおける前記地図情報に含まれる道路属性とに基づいて、前記階層型論理ネットワークにおける各階層内の論理リンクのコストを決定する、請求項 3 に記載のマップマッチング装置。

30

【請求項 9】

前記道路属性は、道路種別、リンク種別、車線数、道路幅員、制限速度、通行料の有無、リンク番号、道路名称、国道番号、および都道府県道番号のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 8 に記載のマップマッチング装置。

40

【請求項 10】

前記経路は、前記移動体が今後走行する経路である、請求項 1 に記載のマップマッチング装置。

【請求項 11】

前記経路は、前記移動体が過去に走行した経路である、請求項 1 に記載のマップマッチング装置。

【請求項 12】

複数のリンクの端点の座標であるリンク端点座標と各前記リンクの接続関係とを含む地図情報を取得し、

予め定められた経路における移動体の移動情報を取得し、

50

取得した前記地図情報と、取得した前記移動情報とに基づいて、前記経路に対応する前記リンクの列であるリンク列を特定し、

前記リンク列を特定することは、前記接続関係と前記移動情報とに基づく道路ネットワークである物理ネットワークを生成し、当該物理ネットワークを複数複製して階層状に構成した階層型論理ネットワークを生成し、前記階層型論理ネットワークにおいてコストが最小の経路を前記リンク列として特定することを含む、マップマッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、異なる地図間において、変換前の移動体の移動経路を変換後の地図上で表現するマップマッチング装置およびマップマッチング方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

自動運転システムにおいて、高精度ロケータは、車両が進むべきまたは進む予定である道路レベルで表現された経路およびその周辺に対して、高精度地図に含まれる車線レベルの高精度な形状情報（緯度経度および曲率など）、道路属性（道路種別など）、リンク属性（加減速車線、ランプ車線、および分岐車線など）、制限速度、および車線変更の可否などの情報を、車両の高精度な位置情報とともに車両に提供する。車両が備えるECU（Electronic Control Unit）は、高精度ロケータから提供された情報と、車両が備えるセンサを用いて検出した周辺情報とに基づいて、車両の走行を制御する車両制御情報を演算する。なお、高精度ロケータは、車両が備えるIVI（In-Vehicle Infotainment）から、車両が進むべきまたは進む予定である道路レベルで表現された経路を取得する。IVIとしては、例えば、ナビゲーションシステムが挙げられる。

20

【0003】

IVIが使用する地図と高精度ロケータが使用する高精度地図とは、一般的に地図サプライヤが異なることが想定されるが、仮に同一の地図サプライヤであったとしても、各地図の整備基準およびデジタイズ方式が異なるため、両地図がリンク単位で紐づけられていることはない。従って、高精度ロケータでは、IVIで使用された地図に基づく経路を、自身が保持する高精度地図上で表現するためにコンバートする作業が必要となる。コンバートの際、両地図で共通して使用可能な情報としては、例えば、緯度経度情報、および一部の属性情報が挙げられる。一部の属性情報としては、例えば、インフラリンク番号（VICS（Vehicle Information and Communication System、登録商標）リンク番号およびTMC（Traffic Message Channel）リンク番号など）、道路種別、リンク種別、リンク方位、分岐方向、車線数、道路幅員、道路名称、国道番号、および都道府県番号などが挙げられる。ただし、このような共通して使用可能な情報についても、両地図間において位置などの誤差、および種別などの差異が含まれることが想定されるため、「入力された経路と完全に一致する高精度地図上の経路を特定する」のではなく、「入力された経路に最も近い高精度地図上の経路を探索する」問題を解決する必要がある。

30

【0004】

上記の「入力された経路に最も近い高精度地図上の経路を探索する」問題は、より一般化された問題としてとらえると、オフラインマップマッチング問題（以下、単に「オフラインマップマッチング」という）とみなすことができる。ここで、オフラインマップマッチングとは、いわゆる「マップマッチング」のオフライン版（後処理版）のことをいう。

40

【0005】

マップマッチングとは、一般的に、ロケータが移動体の走行中に衛星測位または慣性航法によって演算した緯度経度等の情報に基づいて、地図上の走行リンクを特定する処理のことをいう。このような処理はリアルタイム性が求められるため、ロケータでは、逐次入力される緯度経度等の情報に基づいて、その時点で最も確からしいと考えられる走行リンクを特定する処理を行うことが一般的である。

【0006】

50

一方、オフラインマップマッチングでは、走行開始から走行終了までの経路全体に含まれる複数の緯度経度等の情報が一括してロケータに入力される。オフラインマップマッチングでは、経路全体の整合性と走行リンク列の連続性に基づいて最も確からしいと考えられる走行リンクを特定する処理を行うため、一般的なマップマッチングで生じるマッチング飛びおよび誤マッチングといった問題を抑制することができる。従って、オフラインマップマッチングは、一般的なマップマッチングよりも正確に最も確からしいと考えられる走行リンクを特定することが、原理的には可能になると期待されている。

【0007】

従来、異なる地図情報についてコンバートすることを目的とした技術としてOpenLRなどがある。OpenLRについては、例えば、特許文献1および非特許文献1に開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】特許第5587306号公報

【非特許文献】

【0009】

【文献】TomTom社、「OpenLR White Paper」、1.5 revision 2

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

OpenLRでは、エンコード側が、デコード側が正しくデコードすることが期待されるように、エンコード側が有する地図を用いてデータをエンコードする。デコード側では、デコード側が有する地図を用いて受信したデータをデコードする。具体的には、エンコード処理では、正しく経路がデコードできるような位置参照点(Location Reference Point: LRP)を特定し、位置参照点と当該位置参照点に関連する属性情報とをデコード側に送信する。

【0011】

しかし、OpenLRは、デコード処理において、位置参照点に接続するリンクの中で、入力された経路情報における位置参照点およびその属性情報に最も適合するリンクを特定し、当該リンクを通ることを絶対条件として位置参照点の間で最短経路探索を行うアルゴリズムである。従って、位置参照点およびその属性情報に最も適合するリンクの特定に誤りがあった場合は、変換後の地図上で正しい経路を示すことができないという問題がある。これはすなわち、経路全体をみて入力された経路情報のマッチングの程度を評価するのではなく、経路における局所的な評価関数を用いて経由リンクを特定することによる弊害であると理解される。このことは、異なる地図間において経路情報の変換率を向上させるうえで、OpenLRのアルゴリズムにおける本質的な問題である。

30

【0012】

自動運転に関するアプリケーションにおいて、異なる地図間における経路情報の変換の失敗は、自動運転の誤動作につながり得る重大な問題である。つまり、現時点における技術的な制限事項に基づいて、現状の地理的および環境的に制限された条件で動作すべき自動運転を、このように制限された条件以外で自動運転を許容してしまうという重大な誤動作を引き起こすことになる。その観点では、できる限り正しく経路変換を実行することが、安全かつ信頼できる自動運転システムを実現するための必須条件となっている。

40

【0013】

また、OpenLRにおいて、エンコード側では、規格で指定されたエンコード処理を行う必要がある。従って、標準的な前方経路出力形式であるADASIS(Advanced Driver Assistance Systems Interface Specification) - V2などのフォーマットで経路情報をデコード側に送信する場合、デコード側では受信した経路情報に対してそのままデコ

50

ード処理を適用することができないという問題がある。

【0014】

このように、従来では、異なる地図間において変換前の経路を変換後の地図上に正確にマッチングさせることができないという問題があり、改善の余地があった。

【0015】

本開示は、このような問題を解決するためになされたものであり、異なる地図間において変換前の経路を変換後の地図上に正確にマッチングさせることが可能なマップマッチング装置およびマップマッチング方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記の課題を解決するために、本開示によるマップマッチング装置は、複数のリンクの端点の座標であるリンク端点座標と各リンクの接続関係とを含む地図情報を取得する地図情報取得部と、予め定められた経路における移動体の移動情報を取得する移動情報取得部と、地図情報取得部が取得した地図情報と、移動情報取得部が取得した移動情報とに基づいて、経路に対応するリンクの列であるリンク列を特定するマッチング部とを備え、マッチング部は、接続関係と移動情報とに基づく道路ネットワークである物理ネットワークを生成し、当該物理ネットワークを複数複製して階層状に構成した階層型論理ネットワークを生成し、階層型論理ネットワークにおいてコストが最小である前記リンク列を特定する。

【発明の効果】

【0017】

本開示によると、マップマッチング装置は、マッチング部は、接続関係と移動情報とに基づく道路ネットワークである物理ネットワークを生成し、当該物理ネットワークを複数複製して階層状に構成した階層型論理ネットワークを生成し、階層型論理ネットワークにおいてコストが最小である前記リンク列を特定するため、異なる地図間において変換前の経路を変換後の地図上に正確にマッチングさせることが可能となる。

【0018】

本開示の目的、特徴、態様、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施の形態1によるマップマッチング装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図2】実施の形態1によるマップマッチング装置の適用例を示すブロック図である。

【図3】実施の形態1によるマップマッチング装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図4】実施の形態1によるマップマッチング装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図5】実施の形態1による移動情報の一例を示す図である。

【図6】実施の形態1による階層リストの一例を示す図である。

【図7】実施の形態1による物理ネットワークの一例を示す図である。

【図8】実施の形態1による移動情報および物理ネットワークを示す図である。

【図9】実施の形態1による階層型論理ネットワークにおける各階層間の接続関係の一例を示す図である。

【図10】実施の形態1による階層型論理ネットワークにおけるコストの一例を示す図である。

【図11】実施の形態1による階層型論理ネットワークにおける経路探索の結果の一例を示す図である。

【図12】実施の形態1による物理ネットワークにおける経路探索の結果の一例を示す図である。

【図13】実施の形態2によるマップマッチング装置の適用例を示すブロック図である。

【図14】実施の形態によるマップマッチング装置のハードウェア構成の一例を示すプロ

10

20

30

40

50

ック図である。

【図 15】実施の形態によるマップマッチング装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

<実施の形態 1>

<構成>

図 1 は、実施の形態 1 によるマップマッチング装置 1 の構成の一例を示すブロック図である。マップマッチング装置 1 は、上述で説明したオフラインマップマッチングを行う。図 1 に示すように、マップマッチング装置 1 は、地図情報取得部 2 と、移動情報取得部 3 と、マッチング部 4 とを備えている。

10

【0021】

地図情報取得部 2 は、各リンクの端点の座標であるリンク端点座標と各リンクの接続関係とを含む地図情報を取得する。移動情報取得部 3 は、予め定められた経路における移動体の移動情報を取得する。以下では、移動体は車両であるものとして説明する。

【0022】

マッチング部 4 は、地図情報取得部 2 が取得した地図情報と、移動情報取得部 3 が取得した移動情報とに基づいて、経路に対応するリンクの列であるリンク列を特定する。具体的には、マッチング部 4 は、移動情報と地図情報に含まれるリンクの接続関係とに基づいて道路ネットワークである物理ネットワークを生成し、当該物理ネットワークを複数複製して階層状に重ねた階層型論理ネットワークを生成し、階層型論理ネットワークにおいてコストが最小であるリンク列を特定する。

20

【0023】

図 2 は、図 1 に示すマップマッチング装置 1 の適用例を示すブロック図であり、自動運転システムの構成の一例を示している。図 2 に示す自動運転システムにおいて、マップマッチング装置 1 は、IVI 9 から取得した移動体の経路を高精度地図上で特定して ECU 13 に送信する。ECU 13 は、高精度地図上で特定された経路に従って、移動体を自動運転する制御を行う。以下、自動運転システムの各構成要素について説明する。なお、自動運転システムは、ADAS (Advanced Driver Assistance System) に含まれる機能である。

30

【0024】

高精度ロケータ 5 は、マップマッチング装置 1 と、受信部 6 と、高精度地図 DB (database) 7 と、送信部 8 とを備えている。

【0025】

マップマッチング装置 1 は、地図情報取得部 2 と、移動情報取得部 3 と、マッチング部 4 とを備えている。地図情報取得部 2、移動情報取得部 3、およびマッチング部 4 の各機能は、上述の通りである。

【0026】

地図情報取得部 2 は、高精度地図 DB (database) 7 から高精度地図である地図情報を取得する。具体的には、地図情報取得部 2 は、高精度地図 DB 7 から必要な情報を取得するための API (Application Programming Interface) 群である。

40

【0027】

移動情報取得部 3 は、受信部 6 がIVI 9 から受信した移動情報を取得する。移動情報は、移動体が走行する予定の経路における位置の座標点列を含む。また、移動情報は、経路に関する属性情報を含んでもよい。移動体が走行する予定の経路としては、例えば、案内中の経路、または経路案内中でない場合は今後走行することが予測される経路が挙げられる。

【0028】

マッチング部 4 は、地図情報取得部 2 が取得した地図情報と、移動情報取得部 3 が取得した移動情報とに基づいて、経路に対応するリンクの列であるリンク列を特定する。なお、

50

マッチング部 4 は、移動情報に含まれる経路の一部の区間に対応する地図情報が高精度地図 DB 7 に記憶されていない場合、当該一部の区間に対応するリンク列を特定しない。

【 0 0 2 9 】

受信部 6 は、I V I 9 から、移動体が走行する予定の経路における移動情報を受信する。高精度地図 DB 7 は、高精度地図をデータベースとして記憶している。具体的には、高精度地図 DB 7 は、車線レベルの詳細形状情報、車線間の接続関係を示す情報、および車線変更可否情報などを記憶している。

【 0 0 3 0 】

送信部 8 は、マッチング部 4 が特定したリンク列に対して、E C U 1 3 による制御に必要な道路情報（位置、形状、および属性など）、および移動体の位置情報などを付加して E C U 1 3 に送信する。移動体の位置情報は、高精度ロケータ 5 が備える図示しない高精度測位部が測位した位置情報を用いてもよく、受信部 6 が受信した移動情報に基づいて高精度ロケータ 5 が移動体の位置を推測してもよい。

10

【 0 0 3 1 】

I V I 9 は、I V I 用地図 DB ( database ) 1 0 と、経路探索部 1 1 と、送信部 1 2 とを備えている。I V I 9 は、例えば、ナビゲーションシステムである。

【 0 0 3 2 】

I V I 用地図 DB 1 0 は、ナビゲーションシステムで用いられる通常地図をデータベースとして記憶している。通常地図は、車線レベルの詳細形状を含まず、道路レベルの概略形状のみを含んでいる。この概略形状は、高精度地図と比較すると精度が低い。一般的に、道路レベルの概略形状は、1 0 m 程度の誤差を含む可能性があるといわれている。また、通常地図と高精度地図との整備仕様の違いによって、通常地図における分岐点の緯度経度なども高精度地図とは異なる可能性がある。さらに、通常地図は、必ずしも高精度地図と同期して新規に開通した道路を含んでいるとは限らず、両地図の内容に差異があることが想定される。

20

【 0 0 3 3 】

経路探索部 1 1 は、I V I 用地図 DB 1 0 に記憶されている通常地図に基づいて、最短経路問題として、道路レベルでの目的地までの経路を決定する。すなわち、経路探索部 1 1 は、移動体が今後走行する経路を決定する。

【 0 0 3 4 】

送信部 1 2 は、経路探索部 1 1 が探索した経路における移動体の移動情報を高精度ロケータ 5 に送信する。また、目的地が設定されていない場合、送信部 1 2 は、移動体が今後走行すると予測される経路を高精度ロケータ 5 に送信する。このような経路の予測は、経路探索部 1 1 が行ってもよい。なお、送信部 1 2 と高精度ロケータ 5 の受信部 6 との通信には、標準的な規格である A D A S I S - V 2 などを用いてもよい。

30

【 0 0 3 5 】

E C U 1 3 は、受信部 1 4 と、認知部 1 5 と、判断部 1 6 と、制御部 1 7 とを備えている。E C U 1 3 は、移動体を自動運転する制御を行う。

【 0 0 3 6 】

受信部 1 4 は、高精度ロケータ 5 から、高精度地図上で特定されたリンク列などの情報を受信する。認知部 1 5 は、移動体に設けられたセンサから受け取った情報に基づいて、自動運転に必要な移動体の状態および移動体周辺の状況などを認知する。判断部 1 6 は、認知部 1 5 による認知結果、および受信部 1 4 が受信した情報に基づいて、移動体の動きをどのように制御すべきであるのかを判断する。制御部 1 7 は、判断部 1 6 による判断結果、および受信部 1 4 が受信した情報に基づいて、移動体の動きを制御する。

40

【 0 0 3 7 】

< 動作 >

図 3 は、マップマッチング装置 1 の動作の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 1 において、地図情報取得部 2 は、高精度地図 DB 7 から高精度な地図情報

50

を取得する。ステップ S 1 2 において、移動情報取得部 3 は、受信部 6 が I V I 9 から受信した移動情報を取得する。ステップ S 1 3 において、マッチング部 4 は、マップマッチング処理を行う。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、図 3 のステップ S 1 3 におけるマップマッチング処理の詳細を示すフローチャートである。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 2 1 において、マッチング部 4 は、移動情報取得部 3 が取得した移動情報に含まれている座標点列および属性情報に基づいて階層リストを生成する。以下では、移動情報取得部 3 が図 5 に示す移動情報を取得した場合について説明する。

10

【 0 0 4 1 】

図 5 において、「点 0 , 1 , 2 , 3 」は、移動体が走行する予定の経路における複数の位置の座標点列を示している。なお、「点 0 , 1 , 2 , 3 」を総称して「ウェイポイント」ともいう。「 V I C S = 1 0 0 , 1 0 3 , 1 0 5 , 1 0 6 , 1 0 8 」は、 V I C S 番号を示しており、各点 0 , 1 , 2 , 3 に接続されているリンクのリンク属性を示している。「 O f f s e t = 0 , 5 0 0 , 9 0 0 , 1 2 0 0 , 1 5 0 0 」は、点 0 からの距離を示している。また、点 2 と点 3 との間に存在する番号なしの点は、リンク属性が変化する点を示しており、「属性変化点」ともいう。

【 0 0 4 2 】

マッチング部 4 は、図 5 に示す移動情報に基づいて、図 6 に示すような階層リストを生成する。階層リストは、移動情報が O f f s e t 順に並べられ、ウェイポイントおよび属性変化点を区切りとした階層を示している。

20

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 2 において、マッチング部 4 は、移動情報と高精度地図とに基づいて物理ネットワークを生成する。物理ネットワークとは、高精度地図上で移動体が走行する予定の経路を探索する際に対象となる、高精度地図における道路ネットワークのことをいう。なお、物理ネットワークを構成するリンクおよびノードのことを、それぞれ「物理リンク」および「物理ノード」という。物理ネットワークは、物理リンクおよび物理ノードに関する情報として、リンク形状、リンク属性、リンク番号、および後述するコストの計算に必要なパラメータなどを有している。後述する非実在の仮想的な「論理ネットワーク」、「論理リンク」、および「論理ノード」との対比を明確にするために、ここでは「物理」という用語を用いている。

30

【 0 0 4 4 】

具体的には、マッチング部 4 は、ウェイポイントまたは属性変化点付近に存在する物理リンクを検索する。そして、マッチング部 4 は、検索した物理リンクから、次のウェイポイントまたは属性変化点まで物理リンクを展開する。マッチング部 4 は、このような手順を全てのウェイポイントおよび属性変化点について行うことによって、図 7 に示すような物理ネットワークを生成する。

【 0 0 4 5 】

図 8 は、図 5 に示す移動情報および図 7 に示す物理ネットワークを一緒に示した図である。マッチング部 4 は、ウェイポイントである点 0 付近に存在する物理リンク A B および物理リンク H I を検索する。ここで、「物理リンク A B 」は、物理ノード A と物理ノード B とを接続するリンクであることを示しており、他の物理リンクも同様である。

40

【 0 0 4 6 】

そして、マッチング部 4 は、次のウェイポイントである点 1 まで、物理リンク A B および物理リンク H I のそれぞれを展開する。図 8 の例では、物理リンク A B から物理リンク B C および物理リンク B J が展開され、物理リンク H I から物理リンク I O が展開されている。マッチング部 4 は、このような手順を全てのウェイポイントおよび属性変化点について行うことによって物理ネットワークを生成する。

【 0 0 4 7 】

50

ステップ S 2 3 において、マッチング部 4 は、階層型論理ネットワークを生成し、階層間の接続関係を設定する。具体的には、マッチング部 4 は、ステップ S 2 1 で生成した階層リストに示された階層数と同じ数だけ、ステップ S 2 2 で生成した物理ネットワークを複製する。このように、物理ネットワークを複数複製して階層状に構成したネットワークのことを、上述の「物理ネットワーク」との対比を明確にするために、「階層型論理ネットワーク」という（後述する図 9 を参照）。

#### 【 0 0 4 8 】

ここで、階層型論理ネットワークを構成するリンクおよびノードのことを、上述の「物理リンク」および「物理ノード」との対比を明確にするために、それぞれ「論理リンク」および「論理ノード」という。階層型論理ネットワークは物理ネットワークを複製したものであるため、リンク属性が同一である物理リンクと論理リンクとはそれぞれ対応し、位置の座標が同一である物理ノードおよび論理ノードはそれぞれ対応している。階層型論理ネットワークにおいて、階層  $k$ （始点側から順に階層 0、1、・・・とする。以下同様。）かつ物理ノード  $X$  の論理ノードは、「物理的な移動体の位置は、物理ノード  $X$  の位置であり、かつ各ウェイポイントの通過状態は、ウェイポイント  $k$  まで通過済みで、ウェイポイント  $k + 1$  以降は未通過である状態」を表している。従って、物理ノード  $X$  であり、かつ階層  $k$  から階層  $k + 1$  への論理ノードの移動は、「ウェイポイント  $k$  を通過したと判断する。」ことに対応する。ここで、移動体の移動履歴に基づく経路の再現性という観点において、仮に物理ノード  $X$  の位置がウェイポイント  $k$  から大きく離れていた場合は、経路の再現性が低いと判定し、そのような経路に対しては大きなペナルティを課す。一方、物理ノード  $X$  の位置がウェイポイント  $k$  から近い場合は、経路の再現性が高いと判定し、そのような経路に対しては小さなペナルティを課す。

#### 【 0 0 4 9 】

階層型論理ネットワークにおける開始リンクは、最初のウェイポイントに対応する階層内であり、かつ最初のウェイポイントに最も近い論理リンクである。階層型論理ネットワークにおける終了リンクは、最後のウェイポイントに対応する階層内であり、かつ最後のウェイポイントに最も近い論理リンクである。具体的に、マッチング部 4 は、最初のウェイポイントを中心とした予め定められた半径内に存在する論理リンクを開始リンクと判定し、最後のウェイポイントを中心とした予め定められた半径内に存在する論理リンクを終了リンクと判定する。なお、開始リンクおよび終了リンクは、予め定められた半径内に存在する論理リンクに加え、当該論理リンクから予め定められた距離だけリンクの接続関係に基づいて前後に接続された論理リンクを含むようにしてもよい。

#### 【 0 0 5 0 】

なお、上記では、階層型論理ネットワークにおける階層数が、I V I 9 の経路探索部 1 1 が探索した経路を、ウェイポイントおよび属性変化点で分割した分割区間の数に対応する場合について説明したが、これに限るものではない。例えば、階層型論理ネットワークにおける階層数は、I V I 9 の経路探索部 1 1 が探索した経路を、移動情報に含まれる道路属性で分割した分割区間の数に対応してもよい。道路属性としては、例えば、道路種別、リンク種別、車線数、道路幅員、制限速度、通行料の有無、リンク番号、道路名称、国道番号、および都道府県道番号などが挙げられる。上記のように、階層の切り替わりを属性変化点に対応させた場合には、階層型論理ネットワークにおいて階層  $k$  かつ物理リンク  $Y$  の論理ノードは、「物理的な移動体の位置は物理リンク  $Y$  の位置であり、かつ移動体の移動履歴における道路属性が  $k$  番目の区間に滞在している状態」を表している。従って、物理リンク  $Y$  であり、かつ階層  $k$  から階層  $k + 1$  への論理ノードの移動は、「移動体の移動履歴における  $k$  番目および  $k + 1$  番目の属性変化点を通過したと判断する。」ことに対応する。ここで、移動体の移動履歴に基づく経路の再現性という観点において、仮に物理リンク  $Y$  のリンク属性が移動体の移動履歴の  $k$  番目の道路属性と一致しない場合（大きく離れていた場合）は、経路の再現性が低いと判定し、そのような経路に対しては大きなペナルティを課す。一方、物理リンク  $Y$  のリンク属性が移動体の移動履歴の  $k$  番目の道路属性と一致する場合（近い場合）は、経路の再現性が高いと判定し、そのような経路に対し

10

20

30

40

50

ては小さなペナルティを課す。なお、階層型論理ネットワークにおける階層を、移動体の移動履歴の各ウェイポイントと各道路属性との両方に対応付けてもよい。

【 0 0 5 1 】

次に、マッチング部 4 は、階層型論理ネットワークの階層間の適切な箇所に、階層間リンクを設定する。具体的には、マッチング部 4 は、隣接する各階層における同一の論理ノードを接続する論理リンクを階層間リンクとして設定する。

【 0 0 5 2 】

図 9 は、階層型論理ネットワークにおける各階層間の接続関係の一例を示す図である。図 9 において、各階層において同一の論理ノードを接続している論理リンクが階層間リンクである。階層型論理ネットワークにおける各階層の境界は、ウェイポイントまたは属性変化点に対応する。図 9 の例では、階層 0 と階層 1 との境界はウェイポイント 1 に対応し、階層 2 と階層 3 との境界は属性変化点に対応する。階層間リンクは、下記 ( A ) および ( B ) に示す考え方で設定する。

【 0 0 5 3 】

( A ) 階層間の境界がウェイポイントに対応する場合、マッチング部 4 は、ウェイポイントから予め定められた距離以内に存在するなどの条件を満たして対応関係にあるとみなせる論理ノードに対してのみ、階層間リンクを設定する。

【 0 0 5 4 】

( B ) 階層間の境界が属性変化点に対応する場合、マッチング部 4 は、全ての論理ノードに対して階層間リンクを無条件で設定する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 2 4 において、マッチング部 4 は、階層型論理ネットワークにおけるコストを設定する。具体的には、マッチング部 4 は、ステップ S 2 3 で設定した階層間リンクと、各階層における論理リンク ( 以下、「階層内リンク」ともいう ) に対してコストを設定する。コストの設定値は、移動体の移動履歴に一致する経路、または移動体の移動履歴から近い経路が選択される場合には小さくなるように設計する。また、コストの設定値は、移動体の移動履歴に一致しない経路、または移動体の移動履歴から遠い経路が選択される場合には大きくなるように設計する。実施の形態 1 では、ウェイポイントの座標および移動履歴の属性情報に基づいて、上記の「一致」もしくは「不一致」、または「近い」もしくは「遠い」を定量的に判定し、その結果に基づいてコストを設定する。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 は、階層型論理ネットワークにおけるコストの一例を示す図である。コストは、下記 ( C )、( D )、および ( E ) に示す考え方で設定する。

【 0 0 5 7 】

( C ) 層間内リンクのコストについて、マッチング部 4 は、各階層に対応する移動情報に含まれるリンク属性と、論理リンクに対応する物理リンクのリンク属性との一致度に応じてコストを設定する。一致度が大きければコストを小さくし、一致度が小さければコストを大きくする。

【 0 0 5 8 】

例えば、図 1 0 において階層 0 に着目すると、階層 0 に対応する移動情報に含まれるリンク属性 ( 点 0 と点 1 とを接続するリンクのリンク属性 ) は「 V I C S = 1 0 0 」である。そして、階層型論理ネットワークにおける論理リンク A B に対応する物理リンク A B のリンク属性が「 V I C S = 1 0 0 」である場合、マッチング部 4 は、論理リンク A B のコストを「 0 」に設定する。また、マッチング部 4 は、論理リンク A B 以外の論理リンクのコストを「 1 0 0 」に設定する。ここで、「論理リンク A B」は、論理ノード A と論理ノード B とを接続するリンクであることを示しており、他の論理リンクも同様である。

【 0 0 5 9 】

なお、上記では、リンク属性の一致度に応じてコストを設定する場合について説明したが、これに限るものではない。例えば、マッチング部 4 は、各階層の分岐点における移動体の進行方向と、論理リンクに対応する物理リンクの分岐の有無および分岐後の進行方向の

10

20

30

40

50

うちの少なくとも1つに基づいて、各階層内の論理リンクのコストを設定してもよい。この場合、移動体の進行方向は、移動情報に含まれる。

【0060】

(D)階層間の境界がウェイポイントに対応する場合における階層間リンクのコストについて、マッチング部4は、各ウェイポイントの座標と、論理リンクに対応する物理リンクの座標との一致度に応じてコストを設定する。両座標の距離が近ければ一致度が大きいと判断してコストを小さくし、両座標の距離が遠ければ一致度が小さいと判断してコストを大きくする。両座標の距離は、ウェイポイントの座標から物理リンクに対して下した垂線の距離であってもよい。なお、ウェイポイントの座標から物理リンクに対して垂線が下せない場合は、ウェイポイントの座標から物理リンクの近い方の端点までの直線距離としてもよい。

10

【0061】

なお、上記では、ウェイポイントの座標と物理リンクの座標との一致度に応じてコストを設定する場合について説明したが、これに限るものではない。例えば、マッチング部4は、ウェイポイントの座標と物理ノードの座標との一致度に応じてコストを設定してもよい。

【0062】

(E)階層間の境界が属性変化点に対応する場合における階層間リンクのコストについて、マッチング部4は、全てのコストを「0」に設定する。

【0063】

ステップS25において、マッチング部4は、階層型論理ネットワークにおいて経路探索を行う。具体的には、マッチング部4は、ダイクストラ法などを適用して、ステップS24で設定したコストにおいて最小コストとなる経路を探索する。この際、物理ネットワークを意識することなく、階層型論理ネットワークにおいてコストが最小となることだけを意識して経路探索を行う。

20

【0064】

図11は、階層型論理ネットワークにおける経路探索の結果を示す図である。図11に示すように、マッチング部4は、階層型論理ネットワークにおいて最小コストとなる経路を探索する。当該経路探索の結果を物理ネットワークに反映させた結果を図12に示す。図12に示すように、物理ノードA、物理ノードB、物理ノードC、物理ノードD、物理ノードE、および物理ノードFを接続した複数のリンクで構成される経路が、移動情報に含まれる座標点列で構成される経路(すなわち、IVI9の経路探索部11で探索または推測された経路)との一致度が最も高い経路となる。

30

【0065】

<効果>

以上のことから、実施の形態1によれば、上記(C)~(E)に基づいて設定したコストの総和が最小となる論理ネットワーク上の最小コスト経路、すなわち移動体の移動情報に最も近いことが期待される経路が算出される。その結果、高精度地図ではない地図を用いて求められた経路を高精度地図上で正確にマッチングさせることが可能となる。

【0066】

具体的には、移動体が今後走行するまたは走行すると予測される経路に含まれる座標点列と、高精度地図とに基づいて階層型論理ネットワークを生成し、当該階層論理型ネットワークを用いて高精度地図上における経路を求める。これにより、与えられた座標点列に対する物理ノードの状態を、「階層」という形で最短経路問題に適用することが可能となる。

40

【0067】

階層型論理ネットワークでは、階層間における同一の論理ノードを接続する階層間リンクを設定し、当該階層間リンクにコストを設定している。これにより、座標点列と物理リンクとの位置関係に応じてコストを設定することが可能となる。

【0068】

階層型論理ネットワークにおいて、階層間リンクのコストを用いて最短経路探索を行い、高精度地図上における経路を求める。これにより、経路全体のコストが最小となる経路を

50

求めることができる。

【 0 0 6 9 】

階層型論理ネットワークにおける経路探索では、複数のパラメータのコストを用いて最短経路探索を行ってもよい。複数のパラメータには、リンク番号以外のリンク属性を用いてもよく、それぞれに重み付けを行ってもよい。これにより、複数のパラメータを考慮した経路を求めることができる。

【 0 0 7 0 】

< 実施の形態 2 >

実施の形態 1 では、移動体が今後走行する経路を高精度地図上にマッチングさせる場合について説明した。実施の形態 2 では、移動体が過去に走行した経路を地図上にマッチングさせる場合について説明する。

【 0 0 7 1 】

図 1 3 は、実施の形態 2 によるマップマッチング装置 1 の適用例を示すブロック図であり、サーバ 1 8 と情報機器 2 4 とからなるシステムの構成の一例を示している。

【 0 0 7 2 】

情報機器 2 4 は、プローブデータを出力する車載機であり、ジャイロセンサ 2 5 と、GPS (Global Positioning System) 受信機 2 6 と、測位部 2 7 と、送信部 2 8 とを備えている。情報機器 2 4 は、移動体に設けられている。

【 0 0 7 3 】

ジャイロセンサ 2 5 は、走行時における移動体の角速度を検出する。GPS 受信機 2 6 は、GPS 衛星から受信した信号に基づいて、移動体の位置を算出する。

【 0 0 7 4 】

測位部 2 7 は、ジャイロセンサ 2 5 が検出した角速度と、GPS 受信機 2 6 が算出した移動体の位置とに基づいて、トンネル内など GPS 受信機 2 6 が信号を受信することができない場所での移動体の位置を算出する。GPS 受信機 2 6 が信号を受信することができる場所では、GPS 受信機が算出した位置をそのまま用いてもよく、GPS 受信機 2 6 が受信した信号と、ジャイロセンサ 2 5 が検出した角速度とに基づいて移動体の位置を算出してもよい。

【 0 0 7 5 】

送信部 2 8 は、測位部 2 7 が算出した移動体の位置情報、および付加的なイベント情報を、移動情報 (プローブデータ) としてインターネットを介してサーバ 1 8 に送信する。イベント情報としては、例えば、移動体に設けられた図示しないセンサから取得した移動体周辺の情報、および移動体の運転者の状態などが挙げられる。

【 0 0 7 6 】

サーバ 1 8 は、情報機器 2 4 から受信した移動情報 (プローブデータ) を解析するプローブデータ解析サーバであり、マップマッチング装置 1 と、受信部 1 9 と、イベント情報記憶部 2 0 と、地図 DB 2 1 と、マッチング履歴記憶部 2 2 と、統計処理部 2 3 とを備えている。以下では、地図 DB 2 1 は、上述の通常地図を記憶している場合について説明するが、上述の高精度地図を記憶していてもよい。

【 0 0 7 7 】

受信部 1 9 は、インターネットを介して、情報機器 2 4 から移動体の移動情報を受信する。受信部 1 9 が受信した移動情報のうち、イベント情報はイベント情報記憶部 2 0 に記録され、移動体の位置情報は移動情報取得部 3 が取得して保持する。なお、情報機器 2 4 を設けた移動体が複数存在する場合、受信部 1 9 は、各情報機器 2 4 から移動情報を受信する。

【 0 0 7 8 】

マップマッチング装置 1 は、図 2 に示すマップマッチング装置 1 と同様、地図情報取得部 2 と、移動情報取得部 3 と、マッチング部 4 とを備えている。なお、地図情報取得部 2 およびマッチング部 4 については、実施の形態 1 で説明した構成および動作と同じであるため、ここでは詳細な説明を省略する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 9 】

移動情報取得部 3 は、受信部 1 9 が受信した移動情報のうち、移動体の位置情報を取得して時系列で保持する。また、移動情報取得部 3 は、複数の移動体の位置情報を取得した場合は、移動体ごとに位置情報を時系列で保持する。このように、移動情報取得部 3 は、移動体の過去に走行した経路における位置の座標点列を取得する。

## 【 0 0 8 0 】

イベント情報記憶部 2 0 は、受信部 1 9 が受信した移動情報のうち、イベント情報を時系列で記憶する。受信部 1 9 が複数の移動体の移動情報を受診した場合、イベント情報記憶部 2 0 には移動体ごとに移動情報が記憶される。

## 【 0 0 8 1 】

マッチング履歴記憶部 2 2 は、マップマッチング装置 1 のマッチング部 4 が特定した、地図上において移動体が移動した経路に含まれるリンク列を記憶する。マッチング部 4 が複数の移動体についてリンク列を特定した場合、マッチング履歴記憶部 2 2 には移動体ごとにリンク列が記憶される。

## 【 0 0 8 2 】

統計処理部 2 3 は、マッチング履歴記憶部 2 2 に記憶されたリンク列と、イベント情報記憶部 2 0 に記憶されたイベント情報とを共通の時刻（タイムスタンプ）に基づいて紐づけ、イベント情報に含まれるイベントが、地図上のどのリンク上で発生したイベントであるのかを正確に特定する。すなわち、統計処理部 2 3 は、地図上におけるイベント発生時の移動体の位置を正確に特定する。

## 【 0 0 8 3 】

以上のことから、実施の形態 2 によれば、マップマッチング装置 1 が実施の形態 1 と同様の動作を行うことによって、移動体が過去に走行した経路を地図上で正確にマッチングさせることが可能となる。

## 【 0 0 8 4 】

< ハードウェア構成 >

各実施の形態 1 , 2 で説明したマップマッチング装置 1 における地図情報取得部 2 、移動情報取得部 3 、およびマッチング部 4 の各機能は、処理回路により実現される。すなわち、マップマッチング装置 1 は、地図情報を取得し、移動体の移動情報を取得し、地図情報および移動情報に基づいて地図上において経路に対応するリンク列を特定するための処理回路を備える。処理回路は、専用のハードウェアであってもよく、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサ（CPU（Central Processing Unit）、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP（Digital Signal Processor）ともいう）であってもよい。

## 【 0 0 8 5 】

処理回路が専用のハードウェアである場合、図 1 4 に示すように、処理回路 2 9 は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）、FPGA（Field Programmable Gate Array）、またはこれらを組み合わせたものが該当する。地図情報取得部 2 、移動情報取得部 3 、およびマッチング部 4 の各機能をそれぞれ処理回路 2 9 で実現してもよく、各機能をまとめて 1 つの処理回路 2 9 で表現してもよい。

## 【 0 0 8 6 】

処理回路 2 9 が図 1 5 に示すプロセッサ 3 0 である場合、地図情報取得部 2 、移動情報取得部 3 、およびマッチング部 4 の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリ 3 1 に格納される。プロセッサ 3 0 は、メモリ 3 1 に記録されたプログラムを読み出して実行することにより、各機能を実現する。すなわち、マップマッチング装置 1 は、地図情報を取得するステップ、移動体の移動情報を取得するステップ、地図情報および移動情報に基づいて地図上において経路に対応するリンク列を特定するステップが結果的に実行されることになるプログラムを格納するた

10

20

30

40

50

めのメモリ 31 を備える。また、これらのプログラムは、地図情報取得部 2、移動情報取得部 3、およびマッチング部 4 の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。ここで、メモリとは、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) E EPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 等の不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、DVD (Digital Versatile Disc) 等、または、今後使用されるあらゆる記憶媒体であってもよい。

【0087】

なお、地図情報取得部 2、移動情報取得部 3、およびマッチング部 4 の各機能について、一部の機能を専用のハードウェアで実現し、他の機能をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。

10

【0088】

このように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。

【0089】

<システム構成>

以上で説明したマップマッチング装置は、実施の形態 1 で説明したような高精度ロケータに適用したり、実施の形態 2 で説明したようなプローブデータ解析サーバに適用したりすることができるが、これに限るものではない。マップマッチング装置は、例えば、車載用ナビゲーション装置、すなわちカーナビゲーション装置、または、車両に搭載可能な PND (Portable Navigation Device) にも適用することができ、これらを適宜に組み合わせるシステムとして構築することができる。この場合、マップマッチング装置の各機能あるいは各構成要素は、上記システムを構築する各機能に分散して配置される。

20

【0090】

また、上記の実施の形態におけるソフトウェアを、例えばサーバに組み込んでもよい。このソフトウェアをサーバが実行することにより実現されるマップマッチング方法は、複数のリンクの端点の座標であるリンク端点座標と各リンクの接続関係とを含む地図情報を取得し、予め定められた経路における移動体の移動情報を取得し、取得した地図情報と、取得した移動情報とに基づいて、経路に対応するリンクの列であるリンク列を特定し、リンク列を特定することは、接続情報と移動情報とに基づく道路ネットワークである物理ネットワークを生成し、当該物理ネットワークを複数複製して階層状に構成した階層型論理ネットワークを生成し、階層型論理ネットワークにおいてコストが最小の経路をリンク列として特定することを含む。

30

【0091】

このように、上記の実施の形態における動作を実行するソフトウェアをサーバに組み込んで動作させることによって、上記の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0092】

なお、本開示の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

40

【0093】

本開示は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての態様において、例示であって、限定的なものではない。例示されていない無数の変形例が想定され得るものと解される。

【符号の説明】

【0094】

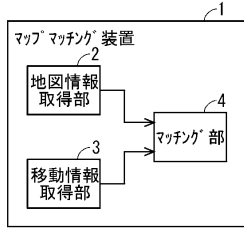
1 マップマッチング装置、2 地図情報取得部、3 移動情報取得部、4 マッチング部、5 高精度ロケータ、6 受信部、7 高精度地図 DB、8 送信部、9 I V I、10 I V I 用地図 DB、11 経路探索部、12 送信部、13 ECU、14 受信部、15 認知部、16 判断部、17 制御部、18 サーバ、19 受信部、20 イベント情報記憶部、21 地図 DB、22 マッチング履歴記憶部、23 統計処理部、24 情報機

50

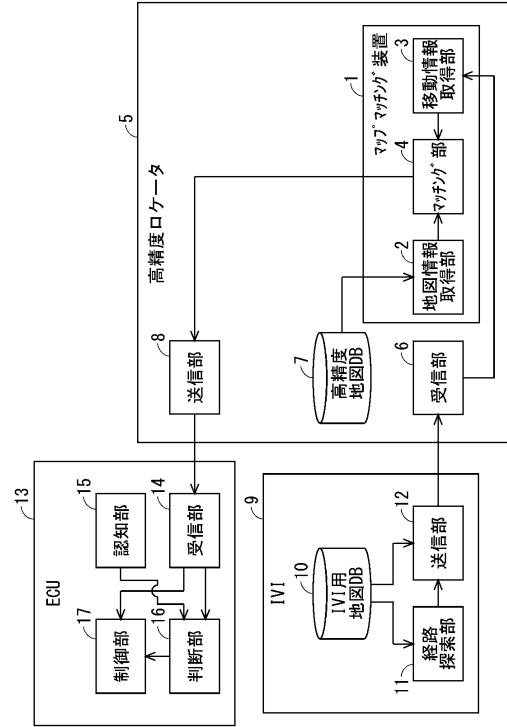
器、25 ジャイロセンサ、26 GPS受信機、27 測位部、28 送信部、29 処理回路、30 プロセッサ、31 メモリ。

【図面】

【図1】



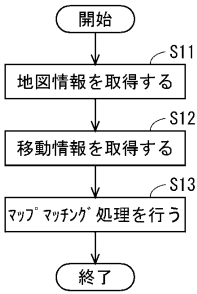
【図2】



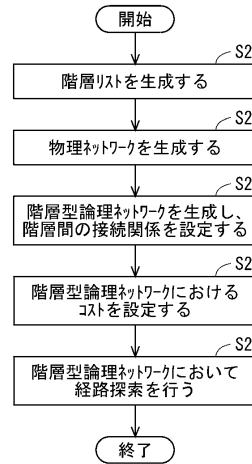
10

20

【図3】



【図4】

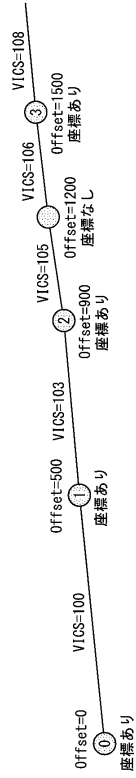


30

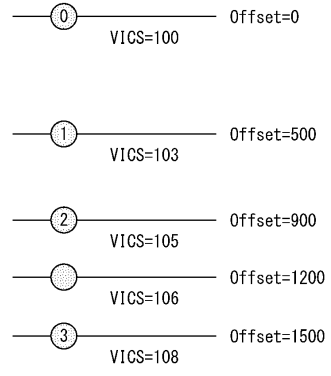
40

50

【 図 5 】



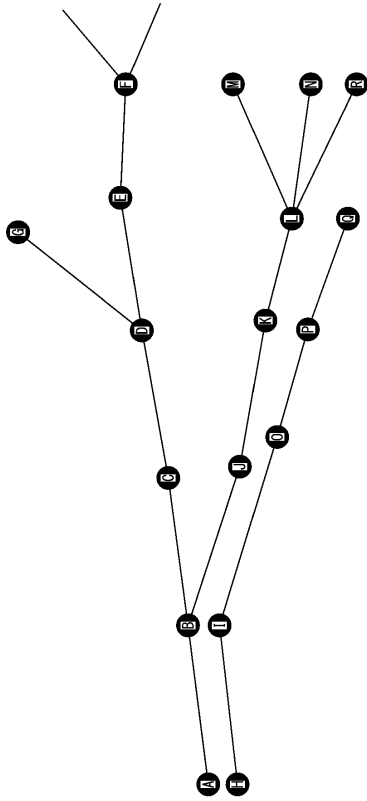
【 図 6 】



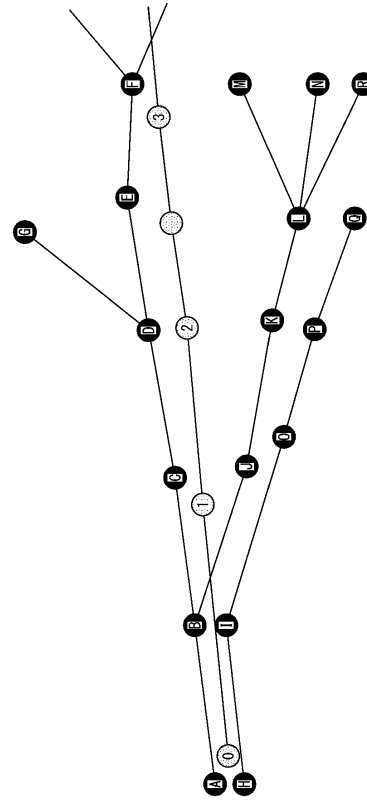
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

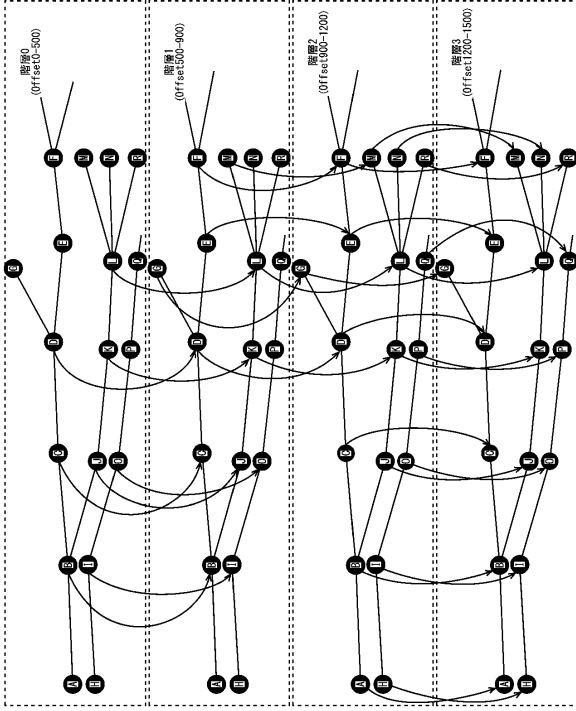


30

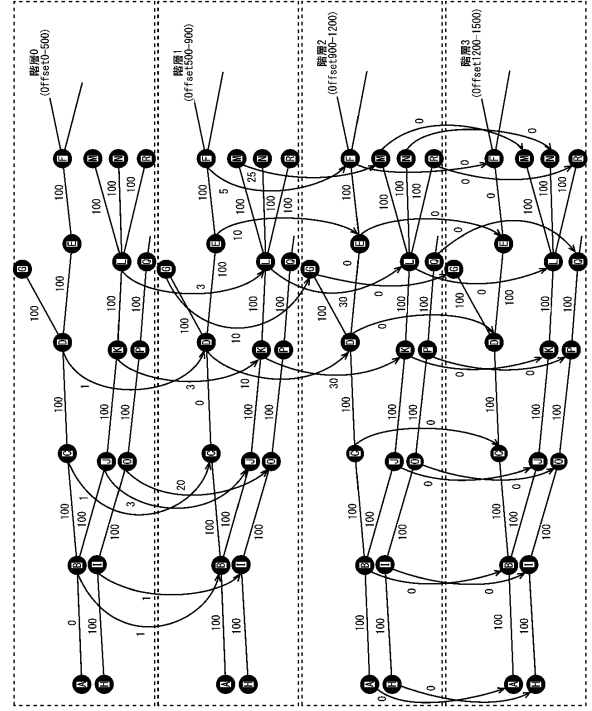
40

50

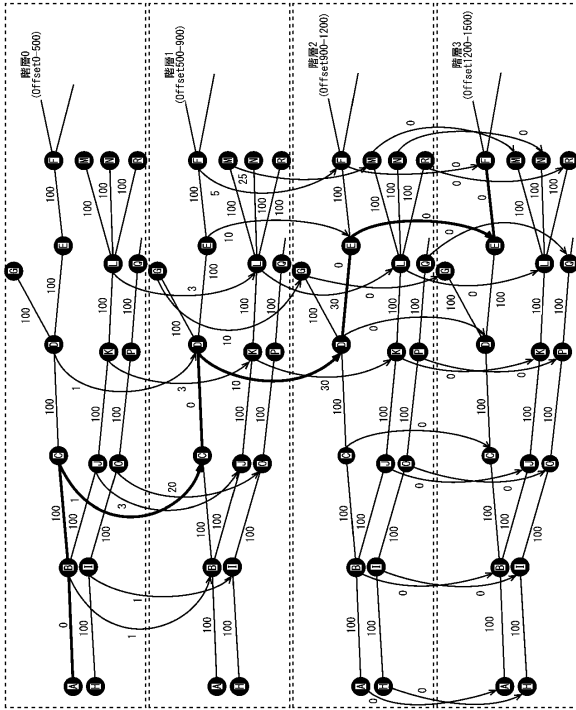
【図 9】



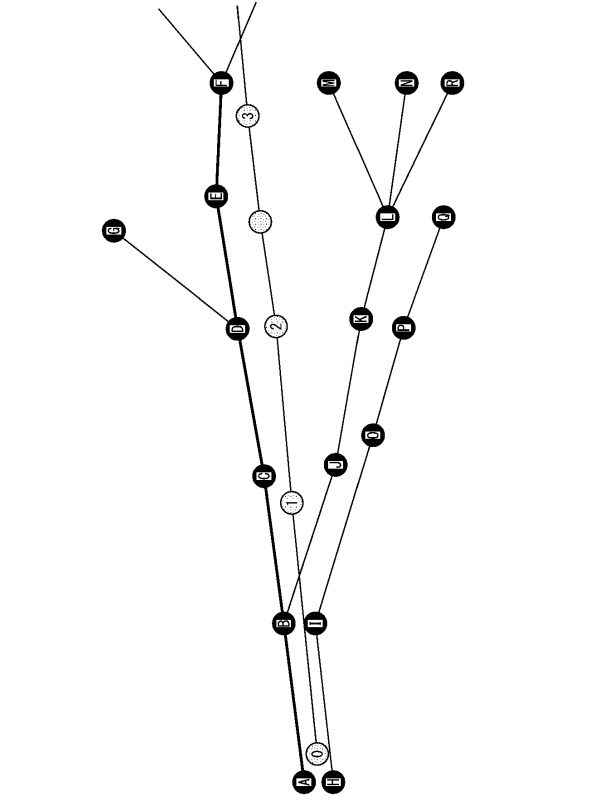
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

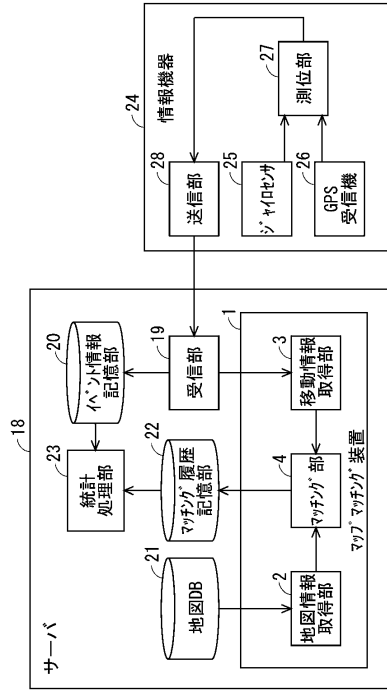
20

30

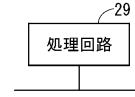
40

50

【図 13】



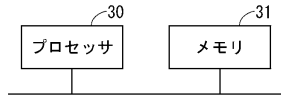
【図 14】



10

20

【図 15】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 2 5 5 3 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 3 5 4 3 9 5 ( J P , A )  
特許第 5 5 8 7 3 0 6 ( J P , B 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)  
G 0 1 C 2 1 / 3 0