

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6307270号
(P6307270)

(45) 発行日 平成30年4月4日 (2018.4.4)

(24) 登録日 平成30年3月16日 (2018.3.16)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 C 21/34 (2006.01)

GO 1 C 21/26 (2006.01)

GO 1 C 21/34

GO 1 C 21/26

P

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-269905 (P2013-269905)	(73) 特許権者	597151563
(22) 出願日	平成25年12月26日 (2013.12.26)		株式会社ゼンリン
(65) 公開番号	特開2015-125065 (P2015-125065A)		福岡県北九州市小倉北区室町1丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年7月6日 (2015.7.6)	(72) 発明者	末益 彩音
審査請求日	平成28年6月24日 (2016.6.24)		福岡県北九州市小倉北区室町1丁目1番1号 株式会社ゼンリン内
		(72) 発明者	有田 知子
			福岡県北九州市小倉北区室町1丁目1番1号 株式会社ゼンリン内
		審査官	田中 純一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 経路探索装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

出発地点から目的地点までの経路を探索する経路探索装置であって、
道路をノード及び通行の難易度を示すコストに関するコスト情報が付与されているリンクで表現した道路ネットワークデータが記憶された道路ネットワークデータ記憶部と、
前記出発地点から前記目的地点までの経路であって、該経路を構成する複数の前記リンクのコストを累計して求めた累計コストが最小となる最適経路を求める第一段階経路探索部と、
許容コストを設定する許容コスト設定部と、
前記最適経路を構成するリンクの少なくとも一部が包含され、かつ、前記第一段階経路探索部において経路探索処理対象となったリンクの総数よりも少ないリンク本数のリンクを包含する所定領域を選択する領域選択部と、
前記道路ネットワークデータを構成するノード及びリンクのうち前記所定領域に存在する道路に対応しないノード及びリンクを、前記出発地点から目的地点までの経路であって最適経路以外の経路の候補として探索する対象から省き、前記所定領域の内部に存在する道路に対応する前記ノード及びリンクを用いて前記所定領域の内部における経路を探索することにより、前記最適経路のほかに、前記所定領域の少なくとも一部を介した前記出発地点から目的地点までの経路であって該経路を構成する複数のリンクの累計コストと前記最適経路の累計コストとの乖離が前記許容コスト以下となる経路を求める第二段階経路探索部と

を備える経路探索装置。

【請求項 2】

前記リンクには、道路の種別を表わす道路種別属性情報が付与されており、

前記領域選択部は、前記最適経路を構成する少なくとも 1 つのリンクと、該リンクにノードを介して直接的又は間接的に接続されており前記道路種別属性情報が特定の種別である複数のリンクとを外周辺とする領域を前記所定領域として選択する請求項 1 に記載の経路探索装置。

【請求項 3】

前記リンクには、該リンクに対応する道路が歩道である場合において、該リンクが歩道であることを示す情報としての歩道属性情報が付与されており、

前記領域選択部は、前記最適経路を構成する少なくとも 1 つのリンクと、該リンクにノードを介して直接的又は間接的に接続されており前記歩道属性情報が付与されている複数のリンクとを外周辺とする領域を前記所定領域として選択する請求項 1 に記載の経路探索装置。

【請求項 4】

前記リンクには、道路の種別を表わす道路種別属性情報が付与されており、

前記第一段階経路探索部は、特定の前記道路種別属性情報が付与されたリンクのみを用いて前記最適経路を求める請求項 1 に記載の経路探索装置。

【請求項 5】

前記領域選択部は、前記所定領域を、該所定領域の外周辺を構成するリンクの合計コストが所定値以下となるように選択する請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の経路探索装置。

【請求項 6】

前記所定値は、前記許容コストの値である請求項 5 に記載の経路探索装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、経路探索装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年では、現在位置（出発地点）から目的地点までの経路を探索する経路探索装置として、自動車に搭載されたカーナビゲーションシステム、スマートフォンを含む携帯電話機、携帯ゲーム機、PND（Personal Navigation Device）、PDA（Personal Digital Assistant）等が知られている。経路探索装置の中には、現在位置から目的地点までの経路として、利用者に複数の経路を提示するものもある。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、現在位置から目的地点まで最短時間で到着する最適経路を探索するのに加え、到着するまでに利用者が許容できる時間や距離に基づいて許容量を設定し、最適経路のリンクコストの累計値に許容量を加算したリンクコストの累計値の範囲で最適経路とは異なる景観の良い経路を探索する技術が開示されている。また、特許文献 2 には、自動車が探索された経路を走行しているときに、予め設定された経路途中の交差点等の分岐点に近づくと、分岐点から目的地点までのサブルートを新たに探索して利用者に提示する技術が開示されている。また、特許文献 3 には、現在位置や目的地点といった特徴地点周辺を探索エリアとして、利用者が利用したいガソリンスタンド等の施設を探索する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 185453 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 304890 号公報

【特許文献 3】特開 2000 - 234937 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記従来の技術では、特定の条件の下、最適経路に加えてサブルートが新たに探索されて利用者に提示されるが、特定の条件で探索されたサブルートは、最適経路と大きく異なるリンクを通過する場合があります、最適経路と並列で利用者に提示されるのが適当ではない場合があった。また、歩行者や自転車のように、経路を通過しているときにＵターンや道を横切るといった進行方向を変更する自由度が高い利用者の場合には、最適経路と並列で特定の条件で探索されたサブルートが提示されることがさらに適当ではない場合があり、最適経路と類似する複数の経路を提示して利用者の利便性を高めたいという課題があった。

10

【0006】

また、移動中の経路において、特定の分岐点に近づいてから他の経路を再度探索すると、経路探索装置の処理負担が重くなってしまうという課題があった。また、分岐点ごとに経路を再探索して、新たに提示されたサブルートを利用者が選択してしまうと、サブルートを選択することの積み重ねによって、最適経路との乖離が大きくなってしまうという課題があった。その上、経路探索において用いられることのあるダイクストラ法のアルゴリズムでは経路探索の起点とネットワークとしてつながりのある道路の全てについて探索を行なうこととなるため、経路探索処理の負荷が重くなるという難点がある。

20

【0007】

このため、特許文献１に記載の技術のように最適経路をダイクストラ法で求めた後でリンクコストを変動させる処理を行なう場合はもちろん、特許文献３に記載の技術のように経路上の特徴点を基準に探索のエリアを設定する場合においても、経路探索のアルゴリズムとしてダイクストラ法を用いる以上は、経路探索装置の処理負担が重くなってしまうという課題があった。

本発明は、上記の課題を解決することのできる経路探索装置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】

【0008】

本発明は、上記課題の少なくとも１つを解決するためになされたものであり、以下の形態として実現可能である。

30

【0009】

本発明の一形態によれば、出発地点から目的地点までの経路を探索する経路探索装置が提供される。この経路探索装置は、道路をノード及び通行の難易度を示すコストに関するコスト情報が付与されているリンクで表現した道路ネットワークデータが記憶された道路ネットワークデータ記憶部と、前記出発地点から前記目的地点までの経路であって、該経路を構成する複数の前記リンクのコストを累計して求めた累計コストが最小となる最適経路を求める第一段階経路探索部と、許容コストを設定する許容コスト設定部と、前記最適経路を構成するリンクの少なくとも一部が包含される所定領域を選択する領域選択部と、前記最適経路となる道路に対応したノード及びリンク並びに前記所定領域の内部に存在する道路に対応する前記ノード及びリンクを用いて、前記最適経路のほかに、前記出発地点から目的地点までの経路であって該経路を構成する複数のリンクの累計コストと前記最適経路の累計コストとの乖離が前記許容コスト以下となる経路を求める第二段階経路探索部とを備える。

40

【0010】

上記形態の経路探索装置において、前記リンクには、道路の種別を表わす道路種別属性情報が付与されており、前記領域選択部は、前記最適経路を構成する少なくとも１つのリンクと、該リンクにノードを介して直接的又は間接的に接続されており前記道路種別属性情報が特定の種別である複数のリンクとを外周辺とする領域を前記所定領域として選択するものとしてもよい。

50

【 0 0 1 1 】

上記形態の経路探索装置において、前記リンクには、該リンクに対応する道路が歩道である場合において、該リンクが歩道であることを示す情報としての歩道属性情報が付与されており、前記領域選択部は、前記最適経路を構成する少なくとも1つのリンクと、該リンクにノードを介して直接的又は間接的に接続されており前記歩道属性情報が付与されている複数のリンクとを外周辺とする領域を前記所定領域として選択するものとしてもよい。

【 0 0 1 2 】

上記形態の経路探索装置において、前記領域選択部は、前記所定領域を、該所定領域の外周辺を構成するリンクの合計コストが所定値以下となるように選択するものとしてもよい。

10

上記形態の経路探索装置において、さらに、前記所定値は、前記許容コストの値としてもよい。

【 0 0 1 3 】

なお、上述した特徴は、本発明の特徴のすべてを列挙したものではなく、これらを要部とする構成（または方法）もまた発明となり得る。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、利用者にとっての利便性を高めるための、最適経路とは異なる経路の探索を、従来技術に比べ少ない負荷で行なうことができる。これにより、目的地点に到着するまでの時間にゆとりのある状況で経路探索要求を行なうユーザに対し複数の経路候補を提示することが容易になる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図1】経路案内システムの構成図。

【図2】経路探索処理全体のフローチャート。

【図3】第一段階経路探索処理のフローチャート。

【図4】所定領域選択処理のフローチャート。

【図5】設定される所定領域の一例を示す説明図。

【図6】各リンクのコストを示す説明図。

30

【図7】第二段階経路探索処理のフローチャート。

【図8】探索された最適経路と類似経路との関係を示す説明図。

【図9】探索された最適経路及び類似経路と準類似経路との関係を示す説明図。

【図10】3次メッシュを用いた所定領域の選択処理を示す説明図。

【図11】所定領域の選択処理を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明を具体化した実施例について説明する。

図1に示すように、本実施例における経路案内システムは、経路探索装置としてのサーバ10と、複数の携帯端末20とで構成される。サーバ10と携帯端末20とは、インターネット回線30及び基地局40を介して通信可能に接続されている。

40

【 0 0 1 7 】

サーバ10は、道路ネットワークデータ記憶部としてのハードディスク11、第一段階経路探索部12、許容コスト設定部13、領域選択部14、第二段階経路探索部15、サーバ送受信部16を備える。第一段階経路探索部12、許容コスト設定部13、領域選択部14、第二段階経路探索部15は、サーバ10に備えられた図示しないCPUがメモリに展開されたソフトウェアを実行することにより実現される。

【 0 0 1 8 】

ハードディスク11には、道路ネットワークデータが記憶されている。道路ネットワークは、主に交差点を表現したノードと、道路や歩道を表現したリンクとを含んで構成され

50

ている。リンクには、当該リンクに対応する道路を通行する際の難易度を示すコストに関するコスト情報が付与されている。また、リンクには、道路の種別を表わす道路種別属性情報も付与されている。道路種別属性情報を参照することによって、当該リンクに対応する道路が国道であるか、県道であるか、市道であるか等を識別することができる。さらに、ハードディスク 11 には、携帯端末 20 で経路案内時に表示される地図に関する地図情報も記憶されている。

【0019】

第一段階経路探索部 12 は、出発地点から目的地点まで最適に通行することのできる最適経路を求める機能を有する。ここで、最適経路とは、最短の時間で到達できる経路や最短の距離で到達できる経路、渋滞を極力回避した経路、降雨時にできるだけ濡れることなく通行できる経路など、ユーザの要望に応じた各種経路である。この最適経路は、周知のダイクストラ法で求められる。具体的には、リンクに付与されているコストを累計した場合において、その累計コストが最小となる経路が最適経路として採用される。

10

【0020】

許容コスト設定部 13 は、許容コストを設定する機能を有する。許容コストとは、最適経路の累計コストと最適経路に共通する部分を有する類似経路の累計コストとの乖離許容幅を定める値である。すなわち、許容コストは、最適経路に含まれる各ノードにリンクを通じて接続する直近のノードが最適経路に含まれない場合において当該直近のノードを経由する最適経路以外の経路を最適経路に類似する類似経路として設定することの可否を定める値である。なお、類似経路には、最適経路に類似した経路のほか、最適経路とは出発地点及び目的地点と同じであって当該最適経路の累計コストよりも許容コスト分だけ高いコスト以内で通行できる経路も含まれる。

20

【0021】

領域選択部 14 は、第一段階経路探索部 12 で求められた最適経路を構成するリンクの少なくとも一部が包含される領域を所定領域として選択する機能を有する。所定領域を選択する処理については後ほど詳述する。

【0022】

第二段階経路探索部 15 は、最適経路とは異なる複数の類似経路を探索する機能を有する。ここで、類似経路は、最適経路における累計コストと許容コストとを合計したコスト内で上述した所定領域内に存在する道路を通行する経路である。この類似経路は、最適経路となる道路に対応したノード及びリンク並びに所定領域の内部に存在する道路に対応するノード及びリンクを用いて探索される。このとき、所定領域の外に存在する道路に対応するノード及びリンクは探索の対象に含まれない。したがって、類似経路を探索する際に探索枝が四方八方に延びることによる経路探索処理の負荷を軽減することができる。

30

【0023】

サーバ送受信部 16 は、携帯端末 20 から送信される各種データを受信するとともに、携帯端末 20 に各種データを送信する機能を有する。

携帯端末 20 は、GPS 受信部 21、表示部 22、目的地点設定部 23、端末送受信部 24 を備える。

【0024】

40

GPS 受信部 21 は、GPS (Global Positioning System / 全地球測位システム) を構成する人工衛星を用いて測定した携帯端末 20 の現在位置 (緯度、経度) を特定する位置情報を電波によって受信する。

表示部 22 は、経路案内時における現在位置付近の地図等を表示する。表示部 22 は、液晶ディスプレイとこれを駆動する駆動回路とを備えている。なお、表示部 22 としては、液晶ディスプレイに限らず、有機 EL ディスプレイなど、種々の表示デバイスを採用することが可能である。

目的地点設定部 23 は、テンキーやカーソルキーやタッチパネルなどから構成される入力デバイスであって、利用者による目的地点の設定入力を受け付ける。

【0025】

50

端末送受信部 24 は、位置情報及び目的地点設定部 23 により設定された目的地点情報等をサーバ 10 に送信するとともに、サーバ送受信部 16 から送信された各種データを受信する機能を有する。具体的には、出発地点としての現在位置及び目的地点に関する位置情報等をサーバ 10 に送信する。また、端末送受信部 24 は、サーバ 10 から経路案内に用いられる地図情報や経路データ等を受信する。

【0026】

次に、本実施例における経路案内システムを用いて経路を探索する方法について説明する。

図 2 に示すように、まず、携帯端末 20 は、GPS 受信部 21 により、当該携帯端末 20 の現在位置（緯度、経度）に関する情報を、出発地点を特定する情報として取得する（ステップ S11）。

10

【0027】

続いて、携帯端末 20 は目的地点設定部 23 により利用者による目的地点の入力を受け付ける。携帯端末 20 は、出発地点と目的地点とが特定された後、端末送受信部 24 により、出発地点及び目的地点の情報とともに、経路探索要求を、インターネット回線 30 を介してサーバ 10 に送信する（ステップ S12）。

【0028】

サーバ 10 のサーバ送受信部 16 は、携帯端末 20 から送信された出発地点及び目的地点の情報及び経路探索要求を受信する（ステップ S20）。

【0029】

20

次に、第一段階経路探索部 12 は、出発地点から目的地点までの最適経路を求める（ステップ S30）。続いて、領域選択部 14 は、求められた最適経路を構成するリンクデータ及びノードデータを用いて、所定領域の選択を行なう（ステップ S40）。そして、第二段階経路探索部 15 は、最適経路を構成するリンクデータ及びノードデータ並びに所定領域の範囲内に存在する道路を表わすリンクデータ及びノードデータを用いて、最適経路とは異なる複数の類似経路を求める（ステップ S50）。

【0030】

なお、第一段階経路探索処理（ステップ S30）、所定領域選択処理（ステップ S40）、第二段階経路探索処理（ステップ S50）の詳細については後述する。

サーバ送受信部 16 は、経路データ（最適経路及び複数の類似経路）とハードディスク 11 から読み出された経路探索結果に関連する地図情報とをあわせて、インターネット回線 30 を介して携帯端末 20 に送信する（ステップ S60）。

30

【0031】

携帯端末 20 は、端末送受信部 24 により、経路データと経路に関連する地図情報とを受信する（ステップ S13）。

最後に、携帯端末 20 は、表示部 22 により、サーバ 10 から得た経路探索結果を地図情報とあわせて携帯端末の利用者に提示することで目的地点までの経路案内を実行する（ステップ S14）。

【0032】

（1）第一段階経路探索処理（図 2：ステップ S30）

40

第一段階経路探索部 12 は、ハードディスク 11 に記憶されている道路ネットワークに基づき、出発地点から目的地点までの最適経路をダイクストラ法により求める。

図 3 に示すように、まず、第一段階経路探索部 12 は、携帯端末 20 から受信した出発地点及び目的地点の情報により、出発地点と目的地点とを設定する（ステップ S301）。具体的には、第一段階経路探索部 12 は、出発地点の座標情報（緯度、経度）に最も近いリンクまたはノードを出発地点として決定する。目的地点についても同様である。本実施例では、出発地点及び目的地点が何れもノードであるとして説明する。

【0033】

第一段階経路探索処理において、通常のダイクストラ法を用いて最適経路を探索する場合、あらゆるリンクに探索枝が延びるため探索処理負荷が大きくなる場合もある。そこで

50

本実施例では、探索負荷を軽減するために探索枝が延びるリンクを制限する。具体的には、幅員が一定幅以上である道路に対応するリンクのみを用いて最適経路の探索を行う。一例としては、道路レベルが県道以上である道路に対応するリンクのみを用いる。また、リンクに属性情報として付与されている幅員情報から、一定幅以上の道路のみを用いてもよい。

なお、出発地点及び目的地点付近については県道以上の道路でない場合もある。したがって、出発地点及び目的地点付近についてはすべてのリンクを用いるようにしてよい。

【 0 0 3 4 】

次に、第一段階経路探索部 1 2 は、出発地点であるノードにリンクを介して直接接続されるノードをすべて候補ノードに設定する（ステップ S 3 0 2 ）。

10

続いて、第一段階経路探索部 1 2 は、設定された候補ノードのうち、当該候補ノードに至るまでの累計コストが最小となる候補ノードを確定ノードに決定する（ステップ S 3 0 3 ）。

【 0 0 3 5 】

ここで、第一段階経路探索部 1 2 は、確定ノードが目的地点に対応するノードであるかを判断する（ステップ S 3 0 4 ）。

確定ノードが目的地点に対応するノードでないと判断された場合（ステップ S 3 0 4 : N O ）, 第一段階経路探索部 1 2 は、新たな候補ノードを設定する（ステップ S 3 0 5 ）。

具体的には、第一段階経路探索部 1 2 は、確定ノードにリンクを介して接続される全てのノードを新たな候補ノードに設定する。そして、新たに設定された候補ノードに対して、第一段階経路探索部 1 2 は、確定ノードの決定処理を実行する（ステップ S 3 0 3 ）。

20

【 0 0 3 6 】

一方、確定ノードが目的地点に対応するノードであると判断された場合（ステップ S 3 0 4 : Y E S ）, 第一段階経路探索部 1 2 は、出発地点から目的地点までの複数のリンク及びノードのコストを累計した値が最小となる経路を最適経路として決定する（ステップ S 3 0 6 ）。

そして、第一段階経路探索部 1 2 は第一段階経路探索処理を終了する。

【 0 0 3 7 】

（ 2 ）所定領域選択処理（図 2 : ステップ S 4 0 ）

以下では、リンクに、道路の種別を表わす道路種別属性情報が付与されている場合を例に説明する。一例として、リンクに対応する道路が国道の場合に道路種別属性情報は道路レベル 1、都道府県道の場合に道路種別属性情報は道路レベル 2、一般道の場合に道路種別属性情報は道路レベル 3 とする。また、第一段階経路探索部 1 2 における経路探索によって求められた最適経路は、道路種別が都道府県道（道路レベル 2 ）であることを示す道路属性情報が付与されたリンクで構成されている場合を例に説明する。

30

【 0 0 3 8 】

図 4 に示すように、許容コスト設定部 1 3 は、許容コストの設定を行なう（ステップ S 4 0 1 ）。

許容コストの意義は次のとおりである。図 5 において、最適経路 O C （リンク L 1 7 , L 1 5 , L 1 4 , L 1 3 , L 6 , L 1 ）は、出発地点 S T から目的地点 G L までの経路のうち、リンクコスト（図 6 参照）の累計値が最小となる経路である。この最適経路 O C とは異なる別の経路（類似経路）を選び出す場合、リンクコストの累計値が最小であるという制約条件を取り払うことになる。許容コストとは、この制約条件を取り払った場合において経路を探索する領域が際限なく広がることを制限するための条件となるものである。以下では、所定領域選択処理において許容コスト設定部 1 3 が許容コストを 3 と設定した場合を例に説明する。

40

【 0 0 3 9 】

なお、許容コストの値を大きくすれば、出発地点から目的地点までの経路を探索する際に探索枝が延びる範囲（所定領域）は広くなり得る。その結果として、大回りして目的地点に到着するといった経路が探索される場合もある。それでも許容コストの値を大きくする例としては、目的地点に到着しなければならない時間に余裕があり、寄り道しながら散策したい場合などがあげられる。

50

【 0 0 4 0 】

次に、領域選択部 1 4 は、最適経路 O C を構成するリンクの中から、所定領域選択処理において所定領域 P D を選択する際の基準となるリンク（以下、「領域選択基準リンク」という）を設定する（ステップ S 4 0 2）。この領域選択基準リンクは、所定領域 P D を選択する際に当該所定領域 P D を規定する外周の一部を構成する。したがって、領域選択基準リンクは最適経路 O C 上の連続する複数のリンクであってもよい。領域選択基準リンクを領域選択の際の基準とすることで、求められた所定領域 P D の範囲においてある地点からいったんは最適経路 O C とは異なる経路を通る経路（いわば迂回経路）を採用したとしても、当該迂回経路は目的地点 G L 寄りの別の地点で最適経路 O C に帰着することになる。

10

【 0 0 4 1 】

ここで、領域選択基準リンクの設定方法の一例を、図 5 を用いて説明する。

なお、図 5 において、リンク L 1 ~ L 6 , L 8 , L 1 2 ~ L 1 7 に対応する道路が県道で、それ以外のリンクに対応する道路が市道であるとして以下では説明する。

領域選択部 1 4 は、最適経路 O C に含まれるノード（ノード N 1 , N 7 ~ N 1 0）のうち、道路レベルが高い道路（例えば県道以上の道路）であってかつ最適経路 O C に含まれない道路に接続しているノード（ノード N 1 , N 9）を抽出する。そして、領域選択部 1 4 は抽出されたノードが複数の場合、最も出発地点 S T 側に位置するノード（ノード N 9）及び最も目的地点 G L 側に位置するノード（ノード N 1）の間に存在するリンク（リンク L 6 , L 1 3 , L 1 4）を領域選択基準リンクとして設定する。

20

【 0 0 4 2 】

領域選択基準リンクの設定方法は、これに限られることはなく、他の方法を採用してもよい。例えば、最適経路 O C において、右左折する地点（ノード N 7 やノード N 1 0）の前後のリンク（リンク L 6 , L 1 3 及びリンク L 1 5 , L 1 7）を領域選択基準リンクとして設定してもよい。また、最適経路 O C において、直進する経路に対応するリンク（リンク L 1 3 ~ L 1 5）を領域選択基準リンクとして設定してもよい。

以下では、連続するリンク列（リンク L 6 , L 1 3 , L 1 4）を領域選択基準リンクとして説明する。

【 0 0 4 3 】

次に、領域選択部 1 4 は、領域選択基準リンクの進入側（出発地点 S T に近い方の端部）に接続しているノード N 9（進入側ノード）から最適経路 O C には属さない他のリンク及びノードを経由し、領域選択基準リンクの退出側（目的地点 G L に近い方の端部）に接続しているノード N 1（退出側ノード）を終点とする道路レベルが高い道路（図 5 では県道）からなるリンクのつながりを探す。図 6 の例では、リンク列 L 1 2 , L 8 , L 3 , L 2 が抽出される。

30

なお、以下では、領域選択基準リンクの退出側ノード N 1 を、「回帰ノード」ともいう。

【 0 0 4 4 】

そして、領域選択部 1 4 は、上記の抽出結果のうち、進入側ノード N 9 から発し回帰ノード N 1 に帰着するリンクの合計コストが、進入側ノード N 9 から回帰ノード N 1 までの、最適経路における合計コストに許容コストを加算した値以下という条件を満たす経路（迂回経路）が存在する否かを判別する（ステップ S 4 0 3）。

40

具体的には、図 6 に示すように、侵入側ノード N 9 から回帰ノード N 1 までの最適経路上のコストは 4 2 である。また、許容コストは 3 であることから、領域選択部 1 4 は、侵入側ノード N 9 から回帰ノード N 1 まで合計コスト 4 5 以内でたどり着けるリンクのつながりを探すことになる。図 6 の例では、リンク L 1 2 , L 8 , L 3 , L 2 をたどる経路が合計コスト 4 4 であるため、条件を満たす。

なお、コストはノードに対しても付与されている場合もあるが、ここではリンクのコストのみを考慮して処理を実行することとする。当然、ノードのコストを考慮した処理であってもよい。

50

【 0 0 4 5 】

判別の結果、上記条件を満たす経路が存在するという判別結果が得られなかった場合（ステップ S 4 0 3：N O）とは、許容コストの制限範囲内で、進入側ノード N 9 から回帰ノード N 1 に帰着するリンクのつながりを求めることができなかった場合である。この場合、以降に詳述する第二段階経路探索部 1 5 の処理によって、所定領域の範囲内で、最適経路を構成するノードから発する迂回経路を求めようとしても、許容コストの制約条件を満たして最適経路に回帰できるルートを求めることができない可能性もある。そこで、領域選択部 1 4 は、領域処理が完了しているのか否かを判断する（ステップ S 4 0 6）。領域選択部 1 4 は、領域処理が完了していないと判断した場合には、新たに他の領域選択基準リンクを設定するところから処理を繰り返す（ステップ S 4 0 2）。 10

【 0 0 4 6 】

一方、領域選択部 1 4 は、上記条件を満たす経路が 1 つ以上存在するという判別結果が得られた場合（ステップ S 4 0 3：Y E S）、次の処理を実行する。

【 0 0 4 7 】

領域選択部 1 4 は、進入側ノード N 9 を発して、最適経路 O C には属さないノードを経由し、回帰ノード N 1 を終点とする複数のリンクのつながりを求める。その上で、領域選択部 1 4 は、領域選択基準リンク（リンク L 6，L 1 3，L 1 4）と、得られたリンクコストの累計値が最も大きい値をとりつつ許容コスト内におさまるリンク列（リンク L 1 2，L 8，L 3，L 2）とで規定される領域を所定領域 P D に設定する（ステップ S 4 0 4）。 20

【 0 0 4 8 】

領域選択部 1 4 は、所定領域 O C が予め決められている数（例えば 2）だけ選択されたか否かを判断する（ステップ S 4 0 5）。なお、所定領域 O C の数は、あらかじめユーザにより設定されているものとする。

領域選択部 1 4 は、所定領域 O C が予め決められている数だけ選択されていると判断した場合には（ステップ S 4 0 5：Y E S）、領域選択処理を終了する。

一方、所定領域 O C が予め決められている数だけ選択されていないと判断した場合には（ステップ S 4 0 5：N O）、領域選択部 1 4 は、領域選択処理が完了条件を満たすか否かを判断する（ステップ S 4 0 6）。領域選択部 1 4 は、完了条件を満たしていないと判断した場合には、領域選択処理（ステップ S 4 0 2～S 4 0 4）を繰り返す。一方、領域選択処理が完了条件を満たすと判断した場合には、領域選択部 1 4 は、処理を終了する。 30

ここで、領域選択処理の完了条件としては、領域選択部 1 4 によって、最適経路 O C を構成するノードのうち、進入側ノードあるいは回帰ノードとして設定可能なすべてのノードについて、迂回経路の有無に関するすべての確認処理が実行された場合等があげられる。

【 0 0 4 9 】

（ 3 ）第二段階経路探索処理（図 2：ステップ S 5 0）

第二段階経路探索部 1 5 が探索する類似経路の探索範囲は、最適経路に対応するリンクデータ及びノードデータ、並びに領域選択部 1 4 により選択された所定領域内に存在するリンクデータ及びノードデータに制限される。そのため、第二段階経路探索部 1 5 における探索時の処理負荷が軽減される。 40

【 0 0 5 0 】

図 7 に示すように、まず、第二段階経路探索部 1 5 は、領域選択処理の結果得られた所定領域内に存在する道路を表わすリンクデータ及びノードデータ、並びに最適経路に対応するリンクデータ及びノードデータをハードディスク 1 1 から読み出す（ステップ S 5 0 1）。なお、読み出されたリンクデータ及びノードデータは、図示しない D R A M 等のメモリに記憶される。

【 0 0 5 1 】

次に、第二段階経路探索部 1 5 は、最適経路に含まれるノードである各最適ノードを起点として、領域選択部 1 4 で設定を受けた所定領域に含まれるとして抽出されたリンクデ 50

ータ及びノードデータのみを用いて、確定ラベルと負けラベルとの差（以下、「経路別コスト差」ともいう。）が許容コスト以下である非最小コスト経路があるか否かを判定する（ステップS502）。ここで、確定ラベルとは出発地点からあるノードまでの最小コスト経路のコスト累計値である。また、負けラベルとは出発地点からあるノードまでの非最小コスト経路のコスト累計値である。

【0052】

図8の例において、経路探索時にノードN5に到達する際の確定ラベルはリンクL17、L15、L12、L10のコストを加算した44となる。一方、負けラベルはリンクL17、L15、L14、L11のコストを加算した45となる。すなわち、ノードN5には確定ラベルとして44が、負けラベルとして45が付与されることになる。このように、第二段階経路探索部15は通常のダイクストラ法で算出する確定ラベルに加えて負けラベルについても算出する。

10

【0053】

経路別コスト差が許容コスト以下である非最小コスト経路を有する最適ノードがないと判定された場合（ステップS502：NO）、第二段階経路探索部15は、類似経路がないと決定して、第二段階経路探索を終了する。一方、ある最適ノードにおいて、経路別コスト差が許容コスト以下である非最小コスト経路があると判定された場合（ステップS502：YES）、第二段階経路探索部15は、当該最適ノードにおける類似経路を探索する。

【0054】

20

第二段階経路探索部15は、経路別コスト差が3以下である非最小コスト経路を探索すると、図8に示すように、最適経路OCに含まれる最適ノードのうち、ノードN1、N8、N9とにおいて、経路別コスト差が3以下である非最小コスト経路を抽出する。ノードN1において経路別コスト差が2である非最小コスト経路は、出発地点STからノードN9までは最適経路と同じ経路を通過し、ノードN9からリンクL12、ノードN6、リンクL8、ノードN3、リンクL3、ノードN2、リンクL2を通過してノードN1へと到達し、ノードN1から目的地GLまでは最適経路と同じ経路を通過する経路（以下、「第1経路」ともいう）である。

【0055】

なお、ノードN9において経路別コスト差が1である非最小コスト経路としては、出発地点STからリンクL8を通過してノードN9へと入り、ノードN9から最適経路と同じ経路を通過する経路（以下、「第2経路」ともいう）がある。しかしながら、リンクL18は、所定領域PD内に存在するリンク、最適経路を構成するリンクのいずれのリンクにも該当しない。したがって、第2経路について第二段階経路探索部15が探索の対象とすることはない。結果として、第二段階経路探索部15は、第1経路を類似経路RCとして決定する（ステップS503）。

30

【0056】

次に、第二段階経路探索部15は、最適経路には含まれずに類似経路にのみ含まれる各準最適ノードにおいて、経路別コスト差が最適経路と類似経路とにおけるコスト累計値の差を許容コストから差し引いた値（以下、「差分許容コスト」ともいう）以下である非最小コスト経路があるか否かを判定する（ステップS504）。準最適ノードにおいて、経路別コスト差が差分許容コスト以下である非最小コスト経路がないと判定された場合（ステップS504：NO）、第二段階経路探索部15は、第二段階経路探索を終了する。ある準最適ノードにおいて、経路別コスト差が差分許容コスト以下である非最小コスト経路があると判定された場合（ステップS504：YES）、第二段階経路探索部15は、当該準最適ノードにおいて準類似経路を探索する。

40

【0057】

図9に示すように、第二段階経路探索部15は、第1経路における準最適ノードであるノードN2、N3、N6において、経路別コスト差が差分許容コスト以下である非最小コスト経路を抽出する。ノードN6において経路別コスト差がゼロである非最小コスト経路

50

は、出発地点 S T から ノード N 6 までは第 1 経路と同じ経路を通過し、ノード N 6 からリンク L 10、ノード N 5、リンク L 7、ノード N 2 へと到達し、ノード N 2 からは第 1 経路と同じ経路を通過する経路（以下、「第 1 準経路」ともいう）である。

【 0 0 5 8 】

第二段階経路探索部 1 5 は、第 1 準経路 S R C を準類似経路として決定する（図 7 のステップ S 5 0 5 ）。

【 0 0 5 9 】

次に、第二段階経路探索部 1 5 は、準類似経路を類似経路として設定し（ステップ S 5 0 6 ）、新たに設定された類似経路における準最適ノードにおいて、準類似経路存在判定処理（ステップ S 5 0 4 ）を準類似経路がないと判定されるまで繰り返す。経路別コスト差が差分許容コスト以下である非最小コスト経路を有する準最適ノードがないと判定されると（ステップ S 5 0 4 : N O ）、第二段階経路探索部 1 5 は、準類似経路がないと決定して、類似経路探索処理を終了する。

【 0 0 6 0 】

< 実施例の効果 >

以上説明した本実施例によれば、経路探索装置が最適経路とは別の類似経路を探索する処理において、最適経路並びに所定範囲内のリンク及びノードのみを用いて類似経路を探索するため、ダイクストラ法に基礎を置く経路探索法を用いたとしても、探索枝が四方八方に延びることを抑止できる。このため、経路探索装置がアルゴリズムとしてダイクストラ法を用いたとしてもその処理負荷が過重になることなく、経路探索結果を複数提示することが可能になる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施例では、探索範囲を規定する所定領域を求めるために、道路種別が都道府県道を表わすリンクを外周とする領域を選択する処理を行なう。これにより、所定領域の選択処理において、都道府県道に比べ多数存在する一般道を表わすリンクを処理の対象とせず、効率的に所定領域を選択することが可能になる。

【 0 0 6 2 】

また、本実施例では、所定領域選択の指標として許容コストを用いることによって、最適経路上のノードから類似経路を求めることのできる蓋然性のあるリンク及びノードのみを対象とした類似経路探索の処理を可能としている。さらに、本実施例では、所定領域の候補が複数存在する場合において、出発地点から目的地点の方向に沿った領域候補を所定領域に設定するという処理基準を適用することで、最適経路からの迂回経路をなるべく多く含むようにして類似経路を探索することを可能にしている。

【 0 0 6 3 】

< 変形例 1 >

上記実施例において、領域選択部 1 4 は、進入側ノードから発し回帰ノードに帰着するリンクのつながりのリンクコストの累計値と最適経路における進入側ノードから回帰ノードまでのリンクコストの累計値との乖離が、許容コスト以下となっているリンクのつながりが存在するか否かを判別する。

しかしながら、所定領域を選択する手法は、道路ネットワークデータを利用する手法に限られない。他の例として、道路を表現した道路ポリゴンや河川などの水系を表現した河川ポリゴン等の地図表示のための情報を利用する手法が挙げられる。領域選択部 1 4 は、最適経路を構成するリンクに対応する道路ポリゴン及び他の道路ポリゴンや河川ポリゴン等で規定される閉じた領域を所定領域として設定してもよい。

【 0 0 6 4 】

< 変形例 2 >

上記実施例において、領域選択部 1 4 は、進入側ノードから発し回帰ノードに帰着するリンクのつながりであって、最適経路から乖離した部分のリンクコストの累計値が許容コスト以下となっているリンクのつながりが存在するかを判別する。

ここで、最適経路に含まれる領域選択基準リンクと同じ道路属性情報（例えば県道）を

有するリンクのみを用いた場合、進入側ノードから回帰ノードに帰着するリンクのつながりが得られない場合がありうる。具体的には、最適経路の付近に県道以上の大きな道路が存在していない場合などである。こうした場合においては、道路レベルの低い（例えば市道）道路に対応するリンクを利用して所定領域を選択してもよい。

【 0 0 6 5 】

< 変形例 3 >

領域選択部 1 4 は、所定領域を他の方法によって選択してもよい。

例えば、図 1 0 に示すように、領域選択部 1 4 は、3 次メッシュ（T M 1 ~ 4）の区画を所定領域として選択する。なお、メッシュとは、地図を緯度・経度に基づいて網の目状に区画する方法である。2 次メッシュとは、緯度差 5 分、経度差 7 分 3 0 秒で、一辺の長さが約 1 0 k m のメッシュデータである。3 次メッシュとは、2 次メッシュを緯度方向及び経度方向に 1 0 等分してできる区域であり、緯度差 3 0 秒、経度差 4 5 秒で、一辺の長さが約 1 k m の矩形形状の領域である。

【 0 0 6 6 】

3 次メッシュを選択する方法としては、様々な方法がある。具体的には以下のような 3 次メッシュを選択対象とすることが考えられる。

- ・出発地点 S T に対応するノードが含まれる 3 次メッシュ（T M 4）
- ・目的地点 G L に対応するノードが含まれる 3 次メッシュ（T M 1）
- ・出発地点 S T と目的地点 G L との中間地点に対応するリンクまたはノードが含まれる 3 次メッシュ
- ・最適経路 O C を構成するリンク、ノードを含むすべての 3 次元メッシュ（T M 1 , T M 2 , T M 4）
- ・最適経路 O C を構成するリンク、ノードを最も多く含む 3 次元メッシュ（T M 1）
- ・出発地点 S T から目的地点 G L に仮想直線を引いた場合における、当該仮想直線が通過する 3 次メッシュ

【 0 0 6 7 】

< 変形例 4 >

所定領域選択処理において、最適経路を構成する特定のノードに対応する交差点から脇道に逸れて再び当該交差点に帰る経路が選択されるようにしてもよい。具体的には、領域選択部 1 4 は、領域選択基準リンクの代わりに、最適経路を構成する何れかのノードを領域選択基準ノードとして設定する。そして、領域選択部 1 4 は、当該領域選択基準ノードから出発して許容コスト以内で戻る経路が含まれ得る領域を選択する。図 1 1 の場合、例えば、最適経路 O C を構成するノード N 7 からリンク L 2 0 , ノード N 1 1 , リンク L 2 1 , ノード N 1 2 , リンク L 2 2 を経由して再びノード N 7 へと戻る経路で規定される領域が選択されることになる。

【 0 0 6 8 】

< 変形例 5 >

上記実施例において、所定領域選択処理において所定領域を選び取る基準となる領域基準リンクとして歩道属性情報が付与されたリンクを用いてもよい。

道路ネットワークデータには、リンクに対応する道路に歩道がある場合に、歩道があることを示す情報としての歩道属性情報が付与されている。領域選択部 1 4 は、最適経路を構成する少なくとも 1 つのリンクと、そのリンクにノードを介して直接的又は間接的に接続されており歩道属性情報が付与されている複数のリンクとを外周辺とする領域を所定領域として選択する。具体的には、領域選択部 1 4 は、最適経路に含まれており歩道属性情報が付与されたリンクを、領域選択基準リンクとして設定する。そして、領域選択部 1 4 は、当該領域選択基準リンクに接続している進入側ノードから最適経路には属さない他のリンク及びノードを経由し、回帰ノードに至る経路で規定される領域を所定領域として選択する。

その前提として、第一段階経路探索部 1 2 は、歩道属性情報が付与された道路を表わすリンクを用いて最適経路を探索する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

< 変形例 6 >

上記実施例において、第一段階経路探索部 1 2 は、出発地点から目的地点までのリンクコストの累計値が最小となる経路のみを最適経路として決定した。しかし、第一段階経路探索部 1 2 によって決定される最適経路は複数であってもよい。例えば、リンクコストの累計値が同一である経路が複数ある場合には、当該複数の経路を最適経路としてもよい。また、リンクコストの累計値が最小ではないが、最小の累計値との乖離が一定の許容限度を超えない経路もまた最適経路に含めてもよい。

【 符号の説明 】

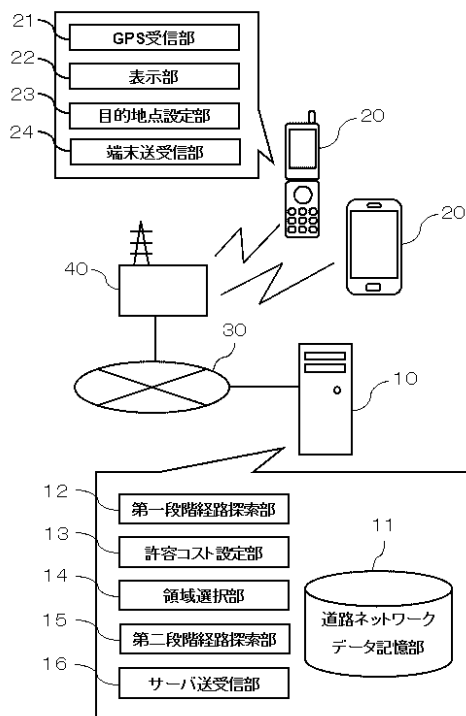
【 0 0 7 0 】

- 1 0 ... 経路探索装置としてのサーバ、
- 1 1 ... 道路ネットワークデータ記憶部としてのハードディスク、
- 1 2 ... 第一段階経路探索部、
- 1 3 ... 許容コスト設定部、
- 1 4 ... 領域選択部、
- 1 5 ... 第二段階経路探索部、
- S T ... 出発地点、
- G L ... 目的地点。

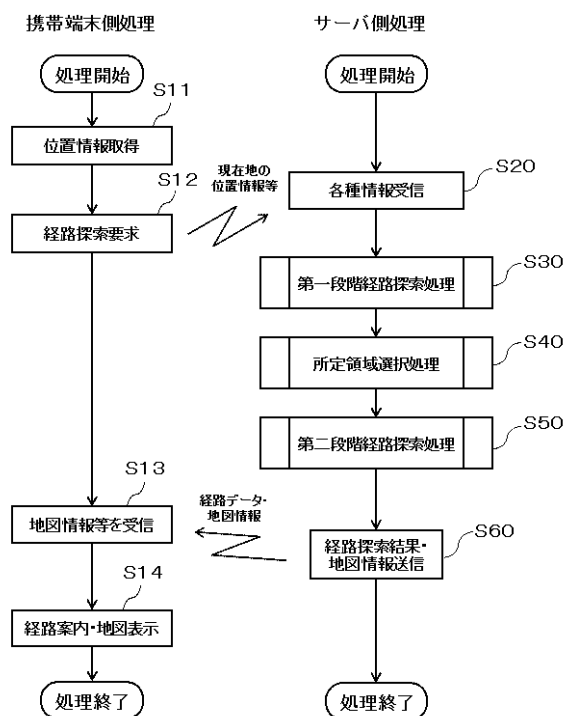
10

20

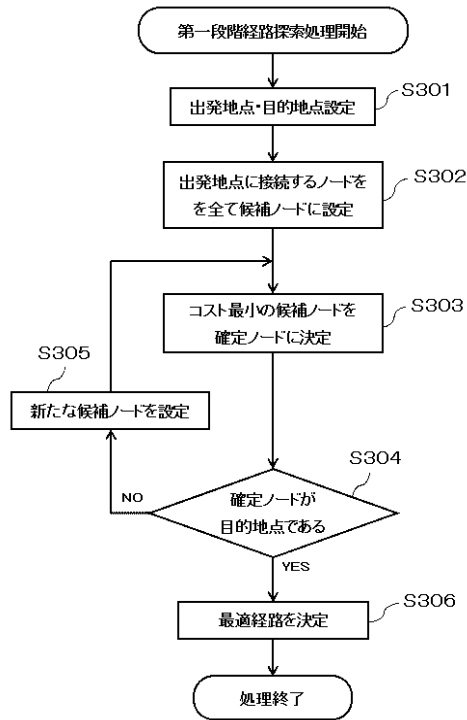
【 図 1 】



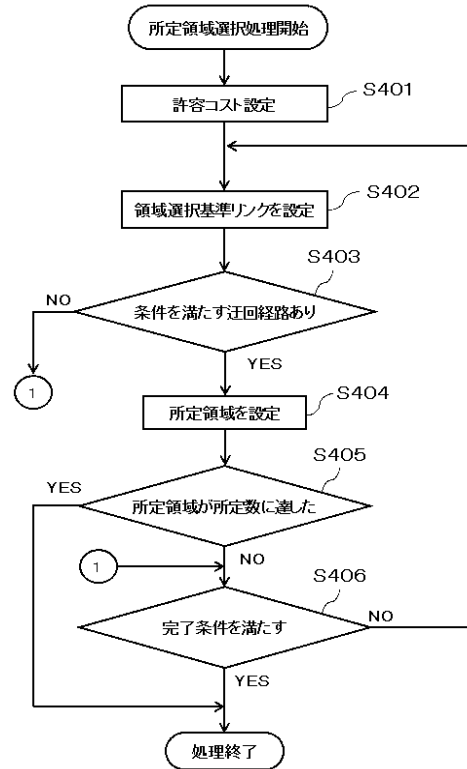
【 図 2 】



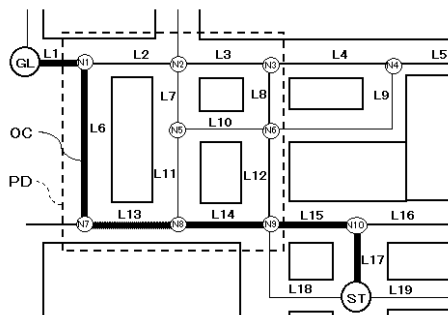
【図 3】



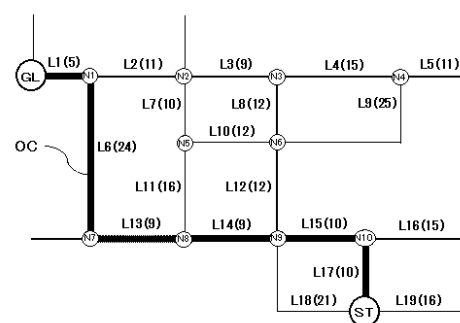
【図 4】



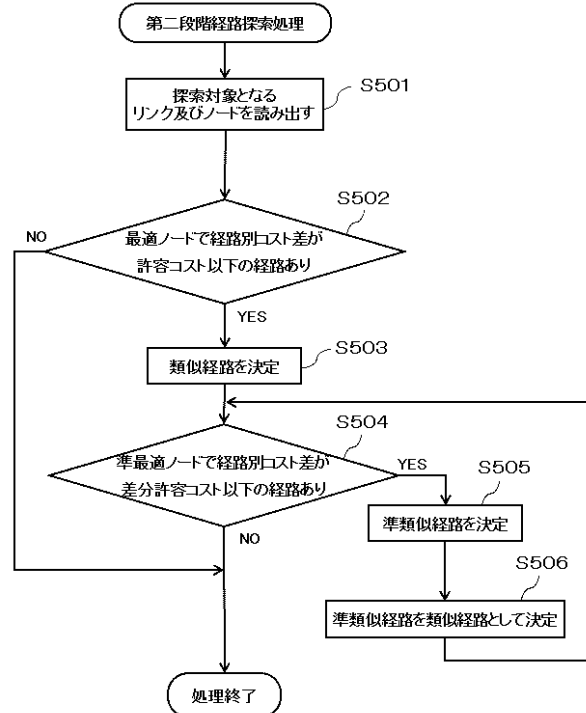
【図 5】



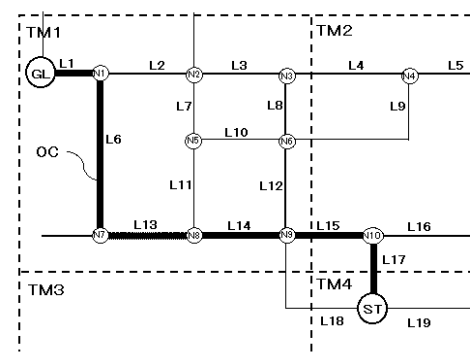
【図 6】



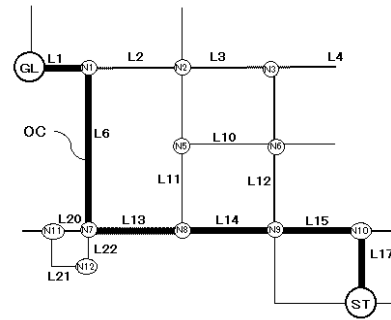
【図 7】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-181570(JP,A)
特開平08-334373(JP,A)
特開2002-277270(JP,A)
特開2002-139336(JP,A)
特開2010-256350(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0125229(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C	21/00	-	21/36
G01C	23/00	-	25/00