

明 細 書

発明の名称：

マップマッチング装置、マップマッチングシステム、マップマッチング方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、マップマッチング装置、マップマッチングシステム、マップマッチング方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 例えば車両に搭載された車載器では、GNSS (Global Navigation Satellite System)、各種センサ等を利用して移動体の位置測定点（測位点）を取得するとともに、複数のリンク（道路）が結合されて構成されたマップ上における、当該位置測定点の位置を決定する。このとき、位置測定点に含まれる誤差、実際の道路とリンクとの形状（距離、幅、角度等）の誤差により、車両がある道路に位置するときに取得された位置測定点と、当該道路に対応するリンク上の位置とが一致しない場合がある。

このため、従来の車載器では、一定の周期毎（例えば1秒毎）に位置測定点を取得し、時系列に連続する複数の位置測定点を結んで得られる移動体の移動軌跡がリンクの形状に沿うように各位置測定点を補正するマップマッチングという処理を行っている（例えば特許文献1）。これにより、車載器は、位置測定点の誤差、マップの誤差等を除去して、車両のマップ上における位置を決定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2009/060776号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、例えば、サーバがネットワークを介して複数の車載器から位置測定点を収集し、マップマッチング処理を行うシステムでは、ネットワークの状態に応じて位置測定点の収集間隔が不定期となること、車載器とサーバとの間の通信量を低減するために位置測定点の収集間隔が長く設定されること等が考えられる。このような場合、サーバがある位置測定点を取得してから、次の位置測定点を取得するまでの間に、車両が複数のリンクを移動してしまうことがある。サーバは、ある位置測定点と次の位置測定点との間を結ぶ複数のリンクのうち、車両が何れのリンクを通して移動したかを知ることができないため、ある位置測定点から車両が到達し得ないほど道のりが離れたリンクであっても、次の位置測定点に最も距離が近いリンクであると判断された場合は、当該リンク上の位置を車両の位置として決定することとなる。このように、サーバによるマップマッチング処理では、車両のマップ上における位置を正しく決定できない場合がある。

[0005] 本発明は、位置測定点の収集間隔が長い場合であっても、マップ上における移動体の位置を決定することが可能となるマップマッチング装置、マップマッチングシステム、マップマッチング方法及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様によれば、マップマッチング装置(20)は、移動体の位置測定点に基づいて、複数のリンクが結合されて構成されたマップ上における前記移動体の位置を決定する。マップマッチング装置は、前記位置測定点に基づいて一つ又は複数の候補地点を前記リンク上に抽出する候補地点抽出部(201)と、一の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第1候補地点のうちの一つと、他の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第2候補地点のうちの一つと、を結ぶ前記リンクの移動コストを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に決定する移動コスト決定部(202)と、前記移動コストに基づいて、前記移動体が前記第1候補地点のうちの一つから前記第2候補地点のうちの一つまで移動可能であるか否かを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組

み合わせ別に判定する移動可否判定部（２０４）と、前記移動可否判定部が移動可能であると判定した前記組み合わせに含まれる前記候補地点のうち何れか一つを、前記マップ上における前記移動体の位置として決定するマッチング地点決定部（２０６）と、を備える。

このようにすることで、一の位置測定点と他の位置測定点との道のりが離れており、一の位置測定点と他の位置測定点とを結ぶリンクの組み合わせが複数ある場合であっても、移動可否判定部が移動コストに基づいて各リンクの組み合わせが移動可能であるか否かを判定することにより、現実に移動可能な候補地点のみをマップ上における移動体の位置として決定することができる。従って、マップマッチング装置は、位置測定点の収集間隔が長い場合であっても、マップ上における移動体の位置を決定することが可能となる。

[0007] 本発明の第２の態様によれば、前記移動コスト決定部は、一のリンケージと他のリンケージとを結ぶ前記リンクの前記移動コストを前記リンケージの組み合わせ別に予め記録した移動コストテーブルに基づいて、前記第１候補地点と前記第２候補地点との組み合わせ別に移動コストを決定する。

このようにすることで、リンケージ間の移動コストは予め移動コストテーブルに記録されているため、移動コスト決定部が移動コストを決定する処理を短縮化することができる。また、移動コスト決定部は、候補経路が複数ある場合であっても、移動コストテーブルに基づいて、各候補経路の移動コストを決定する処理を簡素化（高速化）することができる。

[0008] 本発明の第３の態様によれば、前記位置測定点における前記移動体の速度を取得し、当該速度に基づいて、一の前記位置測定点が測定された時間と、他の前記位置測定点が測定された時間との間に前記移動体が移動可能な移動可能距離を推定する移動可能距離推定部（２０３）を更に備える。前記移動可否判定部は、前記移動可能距離よりも前記移動コストが小さい場合、前記移動体が前記第１候補地点のうちの一つから前記第２候補地点のうちの一つまで移動可能であると判定する。

このようにすることで、移動可否判定部は、一の位置測定点が測定された

時間から他の位置測定点が測定された時間までの間に移動体が移動可能な距離を推定することにより、移動可否判定部における移動可否の判定の精度を向上させることができる。

[0009] 本発明の第4の態様によれば、前記位置測定点と、当該位置測定点に関連する前記候補地点との距離に基づいて、前記候補地点別のスコアを算出するスコア算出部（205）を更に備える。前記マッチング地点決定部は、前記スコアに基づいて、前記移動可否判定部が移動可能であると判定した組み合わせに含まれる前記候補地点のうち何れか一つを、前記マップ上における前記移動体の位置として決定する。

このようにすることで、移動可能であると判定された候補地点の組み合わせが複数ある場合、当該組み合わせに含まれる候補地点のスコアに基づいて、マップ上における移動体の位置を決定することができる。

[0010] 本発明の第5の態様によれば、マップマッチングシステムは、移動体の位置を位置測定点として測定するクライアントと、前記クライアントが測定した前記位置測定点を収集する位置測定点収集部と、上述の何れか一の態様に記載のマップマッチング装置と、を備える。

[0011] 本発明の第6の態様によれば、マップマッチング方法は、移動体の位置測定点に基づいて、複数のリンクが結合されて構成されたマップ上における前記移動体の位置を決定する。マップマッチング方法は、前記位置測定点に基づいて一つ又は複数の候補地点を前記リンク上に抽出する候補地点抽出ステップと、一の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第1候補地点のうちの一つと、他の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第2候補地点のうちの一つと、を結ぶ前記リンクの移動コストを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に決定する移動コスト決定ステップと、前記移動コストに基づいて、前記移動体が前記第1候補地点のうちの一つから前記第2候補地点のうちの一つまで移動可能であるか否かを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に判定する移動可否判定ステップと、前記移動可否判定ステップにおいて移動可能

であると判定された前記組み合わせに含まれる前記候補地点のうち何れか一つを、前記マップ上における前記移動体の位置として決定するマッチング地点決定ステップと、を有する。

- [0012] 本発明の第7の態様によれば、プログラムは、移動体の位置測定点に基づいて、複数のリンクが結合されて構成されたマップ上における前記移動体の位置を決定するマップマッチング装置のコンピュータを機能させる。プログラムは、前記コンピュータを、前記位置測定点に基づいて一つ又は複数の候補地点を前記リンク上に抽出する候補地点抽出部、一の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第1候補地点のうちの一つと、他の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第2候補地点のうちの一つと、を結ぶ前記リンクの移動コストを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に決定する移動コスト決定部、前記移動コストに基づいて、前記移動体が前記第1候補地点のうちの一つから前記第2候補地点のうちの一つまで移動可能であるか否かを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に判定する移動可否判定部、前記移動可否判定部が移動可能であると判定した前記組み合わせに含まれる前記候補地点のうち何れか一つを、前記マップ上における前記移動体の位置として決定するマッチング地点決定部、として機能させる。

発明の効果

- [0013] 上述のマップマッチング装置、マップマッチングシステム、マップマッチング方法及びプログラムによれば、位置測定点の収集間隔が長い場合であっても、マップ上における移動体の位置を決定することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の第1の実施形態に係るマップマッチングシステムの全体構成を示す図である。
- [図2]本発明の第1の実施形態に係る位置測定点収集部が収集した位置測定点の例を示す図である。
- [図3]本発明の第1の実施形態に係るマップマッチング装置の機能構成を示す

図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係るマップマッチング装置の処理フローを示す図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係るマップマッチング装置の機能を説明するための図である。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る移動コストテーブルの例を示す図である。

[図7]本発明の第1の実施形態に係る移動コスト決定部の処理を説明するための図である。

[図8]本発明の第1の実施形態に係る移動可能距離推定部の処理を説明するための第1の図である。

[図9]本発明の第1の実施形態に係る移動可能距離推定部の処理を説明するための第2の図である。

[図10]本発明の第1の実施形態に係るマップマッチング装置のハードウェア構成の例を示す図である。

[図11]本発明の第2の実施形態に係るマップマッチング装置の処理フローを示す図である。

[図12]本発明の第2の実施形態に係るマップマッチング装置の機能を説明するための図である。

[図13]本発明の第2の実施形態に係る移動コスト決定部の処理を説明するための図である。

[図14]本発明の第2の実施形態に係るスコア算出部の処理を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0015] <第1の実施形態>

以下、第1の実施形態に係るマップマッチングシステム1について、図1～図10を参照して説明する。

[0016] (マップマッチングシステムの全体構成)

まず、マップマッチングシステムの全体構成について、図1～図2を参照して説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係るマップマッチングシステムの全体構成を示す図である。

図1に示すように、マップマッチングシステム1は、位置測定点収集部10と、マップマッチング装置20と、マッチングデータ記録部30と、を備える。

位置測定点収集部10は、車両、歩行者等の移動体の位置を示す位置測定点を収集するためのサーバである。位置測定点収集部10は、車両に搭載された車載器、歩行者が携帯する携帯端末等の複数のクライアントA（A1、A2、…）から送信された位置測定点を、インターネット等のネットワークNWを介して収集する。

本実施形態において、クライアントAは、クライアントAを有する移動体の位置を測定する毎に、当該位置を示す位置測定点を記録している。また、クライアントAは、所定の時間（例えば1分）が経過したとき、及び、所定のイベント（例えばクライアントAの起動及び終了、移動体の発進及び停止等）が発生したときに測定した位置測定点を、位置測定点収集部10へ送信する。

[0017] 図2は、本発明の第1の実施形態に係る位置測定点収集部が収集した位置測定点の例を示す図である。

図2に示すように、位置測定点収集部10は、複数のクライアントAから受信した位置測定点を収集して蓄積する。

位置測定点には、クライアントAを特定可能な機器IDと、移動体の位置を示す位置情報（緯度、経度）と、位置測定点を測定した測定日時と、位置測定点を測定した時点における移動体の速度（km/h）及び移動方向（方位）とが含まれている。なお、位置測定点には、緯度、経度の他に、高度が含まれていてもよい。また、移動体の移動方向には、方位の他に、坂道等を走行していることを示す重力方向における傾きが含まれていてもよい。

[0018] マップマッチング装置 20 は、位置測定点収集部 10 が収集した位置測定点のそれぞれに基づいてマップマッチング処理を行うことにより、複数のリンク（道路）が結合されて構成されたマップ上におけるクライアント A（クライアント A を有する移動体）の位置（以下、マッチング地点）を決定する。

マップマッチング装置 20 がマッチング地点を決定する処理の詳細については、後述する。

[0019] マッチングデータ記録部 30 は、マップマッチング装置 20 が決定した各移動体のマッチング地点を、位置測定点と関連付けて記録するデータベースである。

[0020] 本実施形態において、位置測定点収集部 10 と、マップマッチング装置 20 と、マッチングデータ記録部 30 とは、ネットワーク NW を介して接続されている。なお、位置測定点収集部 10 と、マップマッチング装置 20 と、マッチングデータ記録部 30 とは、LAN（Local Area Network）等のネットワーク LN を介して接続されていてもよい。

[0021] （マップマッチング装置の機能構成）

次に、マップマッチング装置 20 の機能構成について、図 3 を参照して説明する。

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係るマップマッチング装置の機能構成を示す図である。

図 3 に示すように、マップマッチング装置 20 は、候補地点抽出部 201 と、移動コスト決定部 202 と、移動可能距離推定部 203 と、移動可否判定部 204 と、スコア算出部 205 と、マッチング地点決定部 206 と、記録媒体 207 と、運行管理部 208 と、を備えている。

[0022] 候補地点抽出部 201 は、位置測定点収集部 10 が収集した位置測定点に基づいて、一つ又は複数の候補地点をリンク上に抽出する。

具体的には、候補地点抽出部 201 は、記録媒体 207 に予め記録された、複数のリンク及びリンク同士を接続するリンケージから構成されるマップ

(図5)と、位置測定点の位置情報とに基づいて、当該位置測定点から所定距離(例えば10m)以内に位置する一つ又は複数のリンクを選択する。マップの詳細は後述する。

そして、候補地点抽出部201は、選択したリンク上の位置であって、位置測定点から最も近い位置を候補地点として抽出する。候補地点抽出部201は、複数のリンクを選択した場合、リンク別に候補地点を抽出する。

[0023] 移動コスト決定部202は、一の位置測定点に基づいて抽出された候補地点(第1候補地点)と、他の位置測定点に基づいて抽出された候補地点(第2候補地点)とを結ぶリンクの組み合わせ別に移動コストを決定する。本実施形態において、移動コストとは、一のリンクと他のリンクとを結ぶ一つ又は複数のリンクの長さ(距離)の合計を、リンクの組み合わせ別に示すものである。本実施形態では、リンクの組み合わせ別に予め移動コストが設定された移動コストテーブル(図6)が記録媒体207に記録されている。移動コストテーブルの詳細は後述する。移動コスト決定部202は、記録媒体207に記録された移動コストテーブルを参照して、リンクの組み合わせ別の移動コストを決定する。

なお、以降の説明では、第1候補地点と第2候補地点とを結ぶリンクの組み合わせを、候補経路とも表記する。

[0024] 移動可能距離推定部203は、一の位置測定点を測定した時点(測定日時)における移動体の速度と、他の位置測定点を測定した時点(測定日時)における移動体の速度と、に基づいて、一の位置測定点を測定した時点から他の位置測定点を測定した時点までの間に当該移動体が移動可能な移動可能距離を推定する。

[0025] 移動可否判定部204は、移動コスト決定部202が決定したリンクの組み合わせ(候補経路)別の移動コストに基づいて、移動体が各候補経路を移動可能であるか否かを判定する。

具体的には、移動可否判定部204は、移動可能距離推定部203が推定した移動体の移動可能距離と、各候補経路の移動コストとを比較する。移動

可否判定部 204 は、移動可能距離よりも候補経路の移動コストが小さい場合、当該候補経路は移動可能であると判定する。一方、移動可否判定部 204 は、移動可能距離よりも候補経路の移動コストが大きい場合、当該候補経路は移動不可能であると判定する。

[0026] スコア算出部 205 は、位置測定点と、当該位置測定点に関連する候補地点との距離に基づいて、候補地点別のスコアを算出する。

本実施形態では、位置測定点と候補地点との距離に所定の係数を乗じた値を、候補地点のスコアとする。また、位置測定点と候補地点との距離が近いほど、スコアの値が小さくなる。

[0027] マッチング地点決定部 206 は、移動可否判定部 204 が移動可能であると判定したリンクの組み合わせ（候補経路）に含まれる候補地点のうち、スコアの値が最も小さい候補地点を、マッチング地点として決定する。

また、マッチング地点決定部 206 は、決定したマッチング地点と、位置測定点とを関連付けたマッチングデータを、マッチングデータ記録部 30 に記録する。

[0028] 記録媒体 207 には、マップ（図 5）と、セグメント別の移動コストテーブル（図 6）とが予め記録されている。

[0029] 運行管理部 208 は、マッチングデータ記録部 30 に記録されたマッチングデータに基づいて、機器 ID から特定されるクライアント A（又はクライアント A を有する移動体）の運行管理を行う。

例えば、運送業者のトラック等に車載器が搭載されており、当該車載器が機器 ID から特定されるクライアント A であるとする。運行管理部 208 は、ある機器 ID に紐付くマッチングデータに基づいて、当該機器 ID から特定されるクライアント A（又はクライアント A を搭載したトラック）の移動ルート、移動距離、移動時間等の運転分析を行う。また、運行管理部 208 は、マッチングデータに基づいて、ある機器 ID に紐付くマッチング地点が、機器 ID 別（トラック別）に指定された移動ルート、目的地、中継地等から所定距離（例えば 5 km）以上離れているか否かを判断するようにしても

よい。この場合、運行管理部208は、当該機器IDに紐付くマッチング地点が指定された移動ルート等から所定距離以上離れていると判断した場合、移動ルートから逸れていることを示すアラート情報をマップマッチング装置の表示部（不図示）に表示するようにしてもよいし、ネットワークNWを通じてクライアントAにアラート情報を出力する命令を送信するようにしてもよい。なお、運行管理部208は、クライアントAの最新の（測定日時が最も新しい）マッチング地点から、目的地、中継地等への新たな移動ルートを生成して、当該新たな移動ルートをアラート情報に含めてもよい。

[0030] （マップマッチング装置の処理フロー）

以下、マップマッチング装置20の処理フローについて、図4～図9を参照して説明する。

[0031] 図4は、本発明の第1の実施形態に係るマップマッチング装置の処理フローを示す図である。

図4に示すように、まず、マップマッチング装置20の候補地点抽出部201は、位置測定点収集部10から、マップマッチング処理の対象となる位置測定点を選択する（ステップS100）。

本実施形態では、候補地点抽出部201は、ある機器IDを有する複数の位置測定点のうち、測定日時が古い位置測定点 P_i をマップマッチング処理の対象として選択する。また、位置測定点 P_i よりも古い測定日時を有する位置測定点（例えば位置測定点 P_i の一つ前の位置測定点 P_{i-1} ）は、過去に行われたマップマッチング処理により、マッチング地点が特定されており、マッチングデータ記録部30に記録されているものとする。

以下の例では、候補地点抽出部201が、図2の位置測定点のうち、マップマッチング処理の対象となる位置測定点 P_i として、機器ID「00000001」を有する位置測定点 P_2 を選択した場合について説明する。また、位置測定点 P_2 の一つ前の位置測定点であって、位置測定点 P_2 と同一の機器IDを有する位置測定点 P_{i-1} 、即ち、位置測定点 P_1 は、過去に行われたマップマッチング処理により、候補地点 x_1 がマッチング地点として

決定されているものとする。

[0032] 次に、候補地点抽出部201は、ステップS100において選択した位置測定点 P_i （位置測定点 P_2 ）の候補地点を抽出する（ステップS101）。

図5は、本発明の第1の実施形態に係るマップマッチング装置の機能を説明するための図である。

本実施形態では、図5に示すように、複数のリンク及びリンク同士を接続するリンケージから構成されるマップが、予め記録媒体207に記録されている。また、マップには、リンクの長さ（距離）を示す情報と、各リンクの属性情報とが記録されている。リンクの属性情報には、例えば、一方通行であること及び通行可能な方向を示す情報、自動車専用道路又は歩行者専用道路であることを示す情報、リンクの制限速度を示す情報等が含まれている。

位置測定点 P_2 の候補地点を抽出する場合、まず、候補地点抽出部201は、位置測定点 P_2 から所定距離（例えば10m）以内に位置するリンクとして、リンクD-F、リンクB-F及びリンクD-Gの三つのリンクを選択する。

そして、候補地点抽出部201は、選択したリンク上の位置であって、位置測定点 P_2 から最も近い位置を候補地点として抽出する。具体的には、候補地点抽出部201は、図5に示すように、リンクD-F上の候補地点として「x2a」を抽出し、リンクB-F上の候補地点として「x2b」を抽出し、リンクD-G上の候補地点として「x2c」を抽出する。

[0033] 次に、移動コスト決定部202は、一つ前の位置測定点 P_{i-1} の候補地点をマッチングデータ記録部30から読み出す。そして、移動コスト決定部202は、位置測定点 P_i に基づいて抽出された候補地点と、一つ前の位置測定点 P_{i-1} の候補地点とを結ぶリンクの移動コストを、候補地点の組み合わせ（候補経路）別に決定する（ステップS102）。

具体的には、移動コスト決定部202は、まず、一つ前の位置測定点 P_1 の候補地点x1をマッチングデータ記録部30から読み出す。そして、移動

コスト決定部 202 は、位置測定点 P 2 の候補地点 x 2 a 及び位置測定点 P 1 の候補地点 x 1 を結ぶ候補経路 R 1 と、位置測定点 P 2 の候補地点 x 2 b 及び位置測定点 P 1 の候補地点 x 1 を結ぶ候補経路 R 2 と、位置測定点 P 2 の候補地点 x 2 c 及び位置測定点 P 1 の候補地点 x 1 を結ぶ候補経路 R 3 と、の移動コストをそれぞれ決定する。

本実施形態では、移動コスト決定部 202 は、記録媒体 207 に予め格納されている移動コストテーブル（図 6）に基づいて、各候補経路の移動コストを決定する。

[0034] 図 6 は、本発明の第 1 の実施形態に係る移動コストテーブルの例を示す図である。

本実施形態では、一のリンケージから他のリンケージに移動する際の移動コスト（最小移動コスト）が記録された移動コストテーブルが、セグメント別に予め作成され、記録媒体 207 に格納されている。

セグメントとは、マップをあるリンケージ（始点リンケージ）から所定距離（例えば 1 km）の範囲毎に分割したものである。例えば、図 6 に示すように、セグメント 1 には始点リンケージ A から所定距離の範囲に位置するリンケージ A～G が含まれており、セグメント 1 内の各リンケージから他のリンケージへ移動する際の移動コストがそれぞれ記録されている。マップ上の全てのリンケージの組み合わせに対する移動コストを網羅すると、移動コストテーブルの容量が膨大となる。しかしながら、本実施形態では、セグメント別に移動コストテーブルが作成されているため、移動コストテーブルの容量を低減させることが可能である。

また、最小移動コストとは、あるリンケージから他のリンケージへ移動する際に通るリンクの組み合わせ（経路）が複数ある場合、各経路の移動コストのうち、最も小さい値（最も短い距離）を有する経路の移動コストを示す。図 5 の例では、リンケージ A からリンケージ F への経路は複数あるが、リンク A－D 及びリンク D－F を通る経路の移動コストが最も小さい場合、当該経路の移動コストが最小移動コストとして移動コストテーブルに記録され

ている。

[0035] 図7は、本発明の第1の実施形態に係る移動コスト決定部の処理を説明するための図である。

図4及び図7を参照し、移動コスト決定部202が候補経路別の移動コストを決定する処理の詳細を説明する。

例えば、位置測定点P1の候補地点x1と位置測定点P2の候補地点x2aとを結ぶ候補経路R1として、図7に示すように、経路R1a（候補地点x1～リンクE、リンクE-D、リンクE-D～候補地点x2a）と、経路R1b（候補地点x1～リンクC、リンクC-D、リンクC-D～候補地点x2a）と、経路R1c（候補地点x1～リンクE、リンクE-F、リンクE-F～候補地点x2a）と、経路R1d（候補地点x1～リンクC、リンクC-F、リンクC-F～候補地点x2a）の四つの経路があるとする。

移動コスト決定部202は、各経路R1a～R1dの移動コストを算出する。例えば、経路R1aの移動コストを算出する場合、移動コスト決定部202は、候補地点x1からリンクEまでの移動コスト（距離）と、リンクE-Dから候補地点x2aまでの移動コスト（距離）とをマップに基づいて算出するとともに、移動コストテーブルからリンクE-Dの移動コストを取得する。そして、移動コスト決定部202は、候補地点x1からリンクEまでの移動コスト（1.7m）と、リンクE-Dの移動コスト（2.2m）と、リンクE-Dから候補地点x2aまでの移動コスト（5.3m）とを合計して、経路R1aの移動コスト（2.9m）を求める。

移動コスト決定部202は、同様に、経路R1b～R1dの移動コストを求める。なお、図5に示すように、リンクD-Fの属性情報として、リンクDからリンクFへの通行のみが許可された一方通行であることを示す情報が含まれている場合、移動コスト決定部202は、リンクFから候補地点x2aへの移動は一方通行を逆行するため不可能であると判断する。このため、移動コスト決定部202は、リンクFから候補地点x2a

までの移動コストを「 ∞ m」とする。この結果、リンケージFから候補地点x2aまでの移動を含む経路R1c及び経路R1dの移動コストは「 ∞ m」となる。

移動コスト決定部202は、このように算出した経路R1a～R1dの移動コストのうち、最も小さい（最も距離が短い）値を有する移動コストを、候補地点x1から候補地点x2aまでの候補経路R1の移動コストとして決定する。図7の例では、経路R1aの移動コスト（29m）が最も小さい値であるため、移動コスト決定部202は、候補地点x1から候補地点x2aまでの候補経路R1の移動コストを「29m」と決定する。

移動コスト決定部202は、上述の処理を繰り返し、各候補経路R1～R3の移動コストを決定する。

[0036] 次に、移動可能距離推定部203は、位置測定点Piを測定した時点（位置測定点P2の測定日時）における移動体の速度と、一つ前の位置測定点Pi-1を測定した時点（位置測定点P1の測定日時）における移動体の速度と、に基づいて、位置測定点P1の測定日時t1（以下、時間t1）から位置測定点P2の測定日時t2（以下、時間t2）までの間に移動体（機器IDにより特定されるクライアントAを搭載した移動体）が移動可能な移動可能距離を推定する（ステップS103）。

[0037] 図8は、本発明の第1の実施形態に係る移動可能距離推定部の処理を説明するための第1の図である。

図8に示すように、移動体が時間t1において速度V1で走行しており、時間t2において速度V2で走行しているとする。この場合、移動可能距離推定部203は、移動体が速度V1から移動体の最高速度Vmaxまで加速し、最高速度Vmaxで走行を継続した後、速度V2まで減速したと仮定して、時間t1から時間t2までの間に移動体が移動可能な移動可能距離（最大移動可能距離）を推定する。

なお、本実施形態では、移動体の種類（車両、歩行者等）別に最高速度Vmax、加速性能及び減速性能が予め設定されている。また、移動可能距離

推定部203は、機器IDに基づいて移動体の種類を特定する。

図8の例では、移動可能距離推定部203は、時間 t_1 において速度 V_1 から加速を開始し、最高速度 V_{max} に到達するまでの移動体の速度 V の推移（加速度の傾き）を、移動体の加速性能に基づいて仮定する。また、移動可能距離推定部203は、時間 t_2 までに最高速度 V_{max} から速度 V_2 に到達するような移動体の速度 V の推移（減速度の傾き）を、移動体の減速性能に基づいて仮定する。移動可能距離推定部203は、このように仮定した時間 t_1 から時間 t_2 までの移動体の速度の推移に基づいて、当該移動体が移動可能な移動可能距離を推定する。図8に示すように、加速度の傾き、最高速度 V_{max} 、減速度の傾きの内側の面積 M_1 が、移動体の移動可能距離を示す。

[0038] 図9は、本発明の第1の実施形態に係る移動可能距離推定部の処理を説明するための第2の図である。

位置測定点P1の測定日時 t_1 から位置測定点P2の測定日時 t_2 までの時間が短い場合等、時間 t_1 から時間 t_2 までの間に移動体の最高速度 V_{max} に到達しない場合がある。この場合、移動可能距離推定部203は、移動体の加速性能に基づく加速度の傾きと、移動体の減速性能に基づく減速度の傾きとが交わるピーク速度 V_{peak} が、時間 t_1 から時間 t_2 の間における移動体のピーク速度であると仮定する。即ち、移動可能距離推定部203は、移動体が時間 t_1 において速度 V_1 から加速を開始し、ピーク速度 V_{peak} に到達するまで加速を継続すると仮定する。そして、移動可能距離推定部203は、ピーク速度 V_{peak} に到達した時点から減速を開始し、時間 t_2 において速度 V_2 に到達すると仮定する。移動可能距離推定部203は、このように求めた時間 t_1 から時間 t_2 までの移動体の速度の推移に基づいて、当該移動体が移動可能な移動可能距離を推定する。図9に示すように、加速度の傾き及び減速度の傾きの内側の面積 M_2 が、移動体の移動可能距離を示す。

[0039] 次に、移動可否判定部204は、移動コスト決定部202が決定した候補

経路別（候補経路 R 1 ～ R 3）の移動コストと、移動可能距離推定部 2 0 3 が推定した移動体の移動可能距離とに基づいて、移動体が各候補経路を移動可能であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 4）。

本実施形態における移動コストは、実際に移動体が移動した経路ではなく、候補経路別に想定される複数の経路のうち、最も移動コストが小さい（距離が短い）経路の移動コストを示している。また、本実施形態における移動可能距離は、実際に移動体が移動した距離ではなく、位置測定点 P_{i-1} の測定日時 t_{i-1} から位置測定点 P_i の測定日時 t_i までに、位置測定点 P_{i-1} 及び位置測定点 P_i における移動体の速度から考えられる速度のうち最も早い速度で移動体が移動した場合の、最大の移動距離を示している。即ち、本実施形態の移動可否判定部 2 0 4 は、移動体が、位置測定点 P_i と位置測定点 P_{i-1} との間を、最大の速度で、且つ、最短の経路を通して移動したと仮定した場合に、候補経路が移動可能であるか否かを判定するものである。

上述の例では、移動可否判定部 2 0 4 は、移動可能距離（例えば「37 m」）よりも候補経路 R 1 の移動コスト（例えば「29 m」）及び候補経路 R 3 の移動コスト（例えば「35 m」）が小さい場合、候補経路 R 1 及び候補経路 R 3 は移動可能であると判定する。一方、移動可否判定部 2 0 4 は、移動可能距離よりも候補経路 R 2 の移動コスト（例えば「39 m」）が大きい場合、候補経路 R 2 は移動不可能であると判定する。

[0040] 次に、スコア算出部 2 0 5 は、位置測定点 P 2 と、位置測定点 P 2 の候補地点 $x_{2a} \sim x_{2c}$ との距離に基づいて、候補地点別のスコアを算出する（ステップ S 1 0 5）。

なお、スコア算出部 2 0 5 は、移動可能であると判定された候補経路に含まれる候補地点のスコアのみを算出するようにしてもよい。

また、スコア算出部 2 0 5 は、位置測定点が測定された時点における移動方向と、当該位置測定点の候補地点が位置するリンクの延びる方向とに基づいて、スコアを増減させるようにしてもよい。例えば、位置測定点 P 2 が測

定された時点における移動方向が「南」（図２）である場合、スコア算出部２０５は、位置測定点Ｐ２における移動方向（南）と、候補地点×２ａが位置するリンクＤ－Ｆの延びる方向（東西）とが一致しないため、スコアを増加させる係数を乗じるようにしてもよい。一方、スコア算出部２０５は、位置測定点Ｐ２における移動方向（南）と、候補地点×２ｃが位置するリンクＤ－Ｇの延びる方向（南北）とが一致するため、スコアを変化させない、又は、スコアを減じる係数を乗じるようにしてもよい。

[0041] 次に、マッチング地点決定部２０６は、移動可否判定部２０４が移動可能であると判定した候補経路に含まれる候補地点のうち、スコアの値が最も小さい候補地点を、マッチング地点として決定する（ステップＳ１０６）。

例えば、移動可否判定部２０４が移動可能であると判定した候補経路Ｒ１に含まれる候補地点×２ａのスコアと、候補経路Ｒ３に含まれる候補地点×２ｃのスコアとを比較する。

例えば、位置測定点Ｐ２と候補地点×２ａとの距離に基づいて算出されたスコアが「０．３」であり、位置測定点Ｐ２と候補地点×２ｃとの距離に基づいて算出されたスコアが「０．５」であるとする。この場合、候補地点×２ｃのスコアよりも候補地点×２ａのスコアの方が小さいため、マッチング地点決定部２０６は、候補地点×２ａを位置測定点Ｐ２に対するマッチング地点として決定する。

[0042] 次に、マッチング地点決定部２０６は、決定したマッチング地点（候補地点×２ａ）を、位置測定点Ｐ２と関連づけて、マッチングデータ記録部３０に記録する（ステップＳ１０７）。

[0043] マップマッチング装置２０は、位置測定点Ｐ_i（位置測定点Ｐ２）のマップマッチング処理を完了すると、ステップＳ１００に戻り、次の位置測定点Ｐ_i＋１（位置測定点Ｐ３）を対象として、上述のマップマッチング処理を繰り返し行う。

[0044] （マップマッチング装置のハードウェア構成）

図１０は、本発明の第１の実施形態に係るマップマッチング装置のハード

ウェア構成の例を示す図である。

以下、本実施形態のマッピング装置20のハードウェア構成の例について、図10を参照して説明する。

[0045] コンピュータ900は、CPU901、主記憶装置902、補助記憶装置903、入出力インタフェース904、通信インタフェース905を備える。

上述のマッピング装置20は、コンピュータ900に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置903に記憶されている。CPU901は、プログラムを補助記憶装置903から読み出して主記憶装置902に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、CPU901は、プログラムに従って、記録媒体207に対応する記憶領域を主記憶装置902に確保する。また、CPU901は、プログラムに従って、処理中のデータを記憶する記憶領域を補助記憶装置903に確保する。なお、コンピュータ900は、入出力インタフェース904を介して、外部記憶装置910と接続されており、記録媒体207に対応する記憶領域は外部記憶装置910に確保されてもよい。また、コンピュータ900は、通信インタフェース905を介して、外部記憶装置920と接続されており、記録媒体207に対応する記憶領域は外部記憶装置920に確保されてもよい。

[0046] なお、少なくとも1つの実施形態において、補助記憶装置903は、一時的でない有形の媒体の一例である。一時的でない有形の媒体の他の例としては、入出力インタフェース904を介して接続される磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等が挙げられる。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ900に配信される場合、配信を受けたコンピュータ900が当該プログラムを主記憶装置902に展開し、上記処理を実行しても良い。

[0047] また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、当該プログラムは、前述した機能を補助記憶装置90

3に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

[0048] また、マップマッチング装置20は、1台のコンピュータ900で構成されていても良いし、通信可能に接続された複数のコンピュータで構成されていてもよい。

[0049] （作用効果）

以上のように、本実施形態に係るマップマッチング装置20は、位置測定点に基づいて一つ又は複数の候補地点をリンク上に抽出する候補地点抽出部201と、位置測定点P2に基づいて抽出された候補地点 $x2a \sim x2c$ （第1候補地点）のうちの一つと、位置測定点（一つ前の位置測定点）P1に基づいて抽出された候補地点 $x1$ （第2候補地点）と、を結ぶリンク（候補経路R1～R3）の移動コストを、候補地点 $x2a \sim x2c$ と候補地点 $x1$ との組み合わせ別に決定する移動コスト決定部202と、移動コストに基づいて、移動体が候補地点 $x2a \sim x2c$ のうちの一つから候補地点 $x1$ まで移動可能であるか否かを、候補経路別に判定する移動可否判定部204と、移動可否判定部204が移動可能であると判定した候補経路に含まれる候補地点 $x2a \sim x2c$ のうち何れか一つを、マップ上における移動体の位置（マッチング地点）として決定するマッチング地点決定部206と、を備える。

このようにすることで、位置測定点P2と位置測定点P1との道のりが離れており、位置測定点P1及びP2を結ぶ候補経路が複数ある場合であっても、移動可否判定部204が移動コストに基づいて各候補経路が移動可能であるか否かを判定することにより、移動可能な候補地点のみをマップ上における移動体の位置（マッチング地点）として決定することができる。従って、マップマッチング装置20は、位置測定点の収集間隔が長い場合であっても、マップ上における移動体の位置を決定することが可能となる。

[0050] また、移動コスト決定部202は、一のリンクと他のリンクとを結ぶ一つ又は複数のリンクの移動コストを、リンク別により予め記録した移

動コストテーブルに基づいて、候補経路別に移動コストを決定する。

このようにすることで、候補地点とリンク間距離以外の、リンク間の移動コストは予め移動コストテーブルに記録されているため、移動コスト決定部202が移動コストを決定する処理を短縮化することができる。

また、移動コスト決定部202は、候補経路が複数ある場合であっても、移動コストテーブルに基づいて、各候補経路の移動コストを容易に決定することができる。

[0051] また、マップマッチング装置20は、位置測定点P1、P2における移動体の速度を取得し、当該速度に基づいて、位置測定点P1が測定された時間と、位置測定点P2が測定された時間との間に移動体が移動可能な移動可能距離を推定する移動可能距離推定部203を更に備える。移動可否判定部204は、移動可能距離よりも候補経路の移動コストが小さい場合、移動体が当該候補経路を移動可能であると判定する。

このようにすることで、移動可否判定部204は、位置測定点P1が測定された時間から位置測定点P2が測定された時間までの間に移動体が移動可能な距離を推定することにより、移動可否判定部204における移動可否の判定の精度を向上させることができる。

[0052] また、マップマッチング装置20は、位置測定点P2と、当該位置測定点P2に関連する候補地点X2a～x2cとの距離に基づいて、候補地点別のスコアを算出するスコア算出部205を更に備える。マッチング地点決定部206は、スコアに基づいて、移動可否判定部204が移動可能であると判定した候補経路に含まれる候補地点のうち何れか一つを、マップ上における移動体の位置として決定する。

このようにすることで、移動可能であると判定された候補経路が複数ある場合、当該候補経路に含まれる候補地点のスコアに基づいて、マップ上における移動体の位置を決定することができる。

[0053] <第2の実施形態>

以下、第2の実施形態に係るマップマッチングシステム1について、図1

1～図14を参照して説明する。

第1の実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

なお、第1の実施形態では、位置測定点 P_i に対するマップマッチング処理を行いマッチング地点を決定した後に、次の位置測定点 P_{i+1} に対する新たなマップマッチング処理を行う態様について説明したが、本実施形態では、複数の位置測定点に対してマップマッチング処理を行う点で第1の実施形態と異なっている。

[0054] (マップマッチングシステムの処理フロー)

図11は、本発明の第2の実施形態に係るマップマッチング装置の処理フローを示す図である。

図11に示すように、まず、候補地点抽出部201は、位置測定点収集部10からマップマッチング処理の対象となる複数の位置測定点を取得する(ステップS200)。

本実施形態では、候補地点抽出部201は、ある機器IDを有する複数の位置測定点のうち、任意の期間内に測定された位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ をマップマッチング処理の対象として取得する。なお、他の実施形態においては、ある機器IDを有する複数の位置測定点のうち、所定の個数(n 個)をマップマッチング処理の対象として取得するようにしてもよい。

以下の例では、候補地点抽出部201が、マップマッチング処理の対象となる位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ として、機器ID「00000001」を有する位置測定点 $P_3 \sim P_5$ を選択した場合について説明する。

[0055] 次に、候補地点抽出部201は、位置測定点 $P_3 \sim P_5$ の候補地点を抽出する(S201)。

候補地点抽出部201が各位置測定点の候補地点を抽出する処理は、第1の実施形態と同様である。

図12は、本発明の第2の実施形態に係るマップマッチング装置の機能を説明するための図である。

ここでは、候補地点抽出部201は、図12に示すように、位置測定点P3の候補地点として「x3a」及び「x3b」を抽出し、位置測定点P4の候補地点として「x4a」及び「x4b」を抽出し、位置測定点P5の候補地点として「x5a」及び「x5b」を抽出したとする。

[0056] 次に、移動コスト決定部202は、位置測定点P_iに基づいて抽出された候補地点（第1候補地点）のうちの一つと、位置測定点P_iの一つ前の位置測定点P_{i-1}に基づいて抽出された候補地点（第2候補地点）のうちの一つと、を結ぶリンクの移動コストを、候補地点の組み合わせ（候補経路）別に決定する（ステップS202）。

図13は、本発明の第2の実施形態に係る移動コスト決定部の処理を説明するための図である。

具体的には、図13に示すように、移動コスト決定部202は、位置測定点P3の候補地点x3a～x3bと、一つ前の位置測定点P2の候補地点x2（不図示）とを結ぶ候補経路R21～R22の移動コストを、移動コストテーブル（図6）に基づいて、それぞれ決定する。なお、一つ前の位置測定点P2がステップS200において取得した複数の位置測定点に含まれていない場合、マッチングデータ記録部30から位置測定点P2に関連する候補地点の情報を読み出す。

また、移動コスト決定部202は、位置測定点P4の候補地点x4a～x4b及び一つ前の位置測定点P3の候補地点x3a～x3bを結ぶ候補経路R31～R34と、位置測定点P5の候補地点x5a～x5b及び一つ前の位置測定点P4の候補地点x4a～x4bを結ぶ候補経路R41～R44との移動コストも、同様に移動コストテーブルに基づいて、それぞれ決定する。

[0057] 次に、移動可能距離推定部203は、位置測定点P_iを測定した時点（位置測定点P_iの測定日時）における移動体の速度と、一つ前の位置測定点P_{i-1}を測定した時点（位置測定点P_{i-1}の測定日時）における移動体の速度と、に基づいて、位置測定点P_{i-1}の測定日時から位置測定点P_iの

測定日時までの間に移動体（機器 I D により特定されるクライアント A を搭載した移動体）が移動可能な移動可能距離（最大移動可能距離）を推定する（ステップ S 2 0 3）。

具体的には、移動可能距離推定部 2 0 3 は、まず、位置測定点 P 3 の測定日時と、一つ前の位置測定点 P 2 の測定日時との間に移動体が移動可能な移動可能距離を推定する。なお、一つ前の位置測定点 P 2 がステップ S 2 0 0 において取得した複数の位置測定点に含まれていない場合、マッチングデータ記録部 3 0 から位置測定点 P 2 に関連する測定日時及び速度の情報を読み出す。

また、移動可能距離推定部 2 0 3 は、位置測定点 P 4 の測定日時及び位置測定点 P 3 の測定日時との間に移動体が移動可能な移動可能距離と、位置測定点 P 5 の測定日時及び位置測定点 P 4 の測定日時との間に移動体が移動可能な移動可能距離とを、それぞれ推定する。移動可能距離推定部 2 0 3 が移動可能距離を推定する処理は、第 1 の実施形態と同様である。

[0058] 次に、移動可否判定部 2 0 4 は、移動コスト決定部 2 0 2 が決定した候補経路別の移動コストと、移動可能距離推定部 2 0 3 が推定した移動体の移動可能距離とに基づいて、移動体が各候補経路を移動可能であるか否かを判定する（ステップ S 2 0 4）。

具体的には、図 1 3 に示すように、移動可否判定部 2 0 4 は、候補経路 R 2 1 ～ R 2 2 のそれぞれの移動コストと、位置測定点 P 2 の測定日時から位置測定点 P 3 の測定日時までの間の移動体の移動可能距離（例えば「15 m」）とを比較して、移動可能距離よりも小さい移動コストを有する候補経路 R 2 1、R 2 2 は移動可能であると判定する。

同様に、移動可否判定部 2 0 4 は、候補経路 R 3 1 ～ R 3 4 のそれぞれの移動コストと、位置測定点 P 3 の測定日時から位置測定点 P 4 の測定日時までの間の移動体の移動可能距離（例えば「5.5 m」）とを比較して、移動可能距離よりも小さい移動コストを有する候補経路 R 3 1、R 3 2、R 3 3 は移動可能であると判定し、移動可能距離よりも大きい移動コストを有する

候補経路 R 3 4 は移動不可能であると判定する。また、移動可否判定部 2 0 4 は、候補経路 R 4 1 ~ R 4 4 のそれぞれの移動コストと、位置測定点 P 4 の測定日時から位置測定点 P 5 の測定日時までの間の移動体の移動可能距離（例えば「3 5 m」）とを比較して、移動可能距離よりも小さい移動コストを有する候補経路 R 4 2、R 4 4 は移動可能であると判定し、移動可能距離よりも大きい移動コストを有する候補経路 R 4 1、R 4 3 は移動不可能であると判定する。

[0059] 次に、スコア算出部 2 0 5 は、位置測定点 P i と、位置測定点 P i の候補地点との距離に基づいて、候補地点別のスコアを算出する（ステップ S 2 0 5）。

図 1 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係るスコア算出部の処理を説明するための図である。

具体的には、図 1 4 に示すように、スコア算出部 2 0 5 は、位置測定点 P 3 と、位置測定点 P 3 の候補地点 x 3 a ~ x 3 b との距離に基づいて、候補地点 x 3 a ~ x 3 b のスコアをそれぞれ算出する。また、スコア算出部 2 0 5 は、位置測定点 P 4 と、位置測定点 P 4 の候補地点 x 4 a ~ x 4 b との距離に基づいて、候補地点 x 4 a ~ x 4 b のスコアをそれぞれ算出する。更に、スコア算出部 2 0 5 は、位置測定点 P 5 と、位置測定点 P 5 の候補地点 x 5 a ~ x 5 b との距離に基づいて、候補地点 x 5 a ~ x 5 b のスコアをそれぞれ算出する。スコア算出部 2 0 5 がスコアを算出する処理は、第 1 の実施形態と同様である。

[0060] 次に、マッチング地点決定部 2 0 6 は、移動可否判定部 2 0 4 が移動可能であると判定した候補経路に基づいて、ステップ S 2 0 0 で取得した位置測定点 P i から位置測定点 P i + n に移動可能な候補経路の組み合わせを抽出する。即ち、マッチング地点決定部 2 0 6 は、ステップ S 2 0 0 で取得した位置測定点 P i ~ P i + n のそれぞれから一つずつ候補地点を選択して組み合わせた候補地点の組み合わせのうち、移動可否判定部 2 0 4 が移動可能であると判定した候補経路に全ての候補地点が含まれる組み合わせを抽出する

。また、マッチング地点決定部206は、スコア算出部205が算出した各候補地点のスコアに基づいて、候補地点のスコアの合計を、候補地点の組み合わせ（候補経路）別に求める。そして、マッチング地点決定部206は、スコアの合計が最も小さい組み合わせに含まれる候補地点を、各位置測定点に対するマッチング地点として決定する（ステップS206）。

具体的には、マッチング地点決定部206は、移動可否判定部204が移動可能であると判定した候補経路に基づいて、移動可能な候補地点の組み合わせ（候補経路）として、組み合わせC1（R21（x2～x3a）、R31（x3a～x4a）、R42（x4a～x5b））と、組み合わせC2（R21（x2～x3a）、R32（x3a～x4b）、R44（x4b～x5b））と、組み合わせC3（R22（x2～x3b）、R33（x3b～x4a）、R42（x4a～x5b））とを抽出する。

また、マッチング地点決定部206は、スコア算出部205が算出した各候補地点のスコア（図13）に基づいて、組み合わせC1のスコアの合計（「0.8」）と、組み合わせC2のスコアの合計（「0.7」）と、組み合わせC3のスコアの合計（「1.1」）とを求める。そして、マッチング地点決定部206は、スコアの合計が最も小さい組み合わせC2に含まれる候補地点x3a、x4b、x5bを、それぞれ、位置測定点P3、P4、P5のマッチング地点として決定する。

[0061] 次に、マッチング地点決定部206は、決定したマッチング地点（候補地点x3a、x4b、x5b）のそれぞれを、位置測定点P3、P4、P5と関連づけて、マッチングデータ記録部30に記録する（ステップS207）

。

[0062] マップマッチング装置20は、ステップS200において取得した位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ （位置測定点P3～P5）のマップマッチング処理を完了すると、ステップS200に戻り、次の位置測定点 P_{i+n+1} 以降を対象として、上述のマップマッチング処理を繰り返し行う。

[0063] （作用効果）

以上のように、本実施形態に係るマップマッチング装置20において、移動コスト決定部202は、一の位置測定点 P_i に基づいて抽出された候補地点（第1候補地点）のうちの一つと、他の位置測定点 P_{i-1} に基づいて抽出された候補地点（第2候補地点）のうちの一つと、を結ぶ候補経路の移動コストを、候補経路別に決定する。マッチング地点決定部206は、移動可否判定部204が移動可能であると判定した候補経路に基づいて、ステップS200で取得した位置測定点 P_i から位置測定点 P_{i+n} に移動可能な候補地点の組み合わせ（候補経路）を抽出する。また、マッチング地点決定部206は、スコア算出部205が算出した各候補地点のスコアに基づいて、候補地点のスコアの合計を、候補地点の組み合わせ（候補経路）別に求める。そして、マッチング地点決定部206は、スコアの合計が最も小さい組み合わせに含まれる候補地点を、各位置測定点に対するマッチング地点として決定する。

例えば、第1の実施形態のように、位置測定点別に、スコアが最も少ない候補地点をマッチング地点として決定する場合、位置測定点と、当該位置測定点の実際の道路上の位置との誤差が大きい場合、誤った候補地点をマッチング地点として決定してしまうことが考えられる。誤った候補地点に基づいて、次の位置測定点の候補地点を決定することにより、次の位置測定点以降のマッチング地点も誤って決定してしまう可能性がある。

しかしながら、本実施形態では、マッチング地点決定部206は、移動体が移動可能な位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ の候補地点の組み合わせうち、スコアの合計が最も小さい組み合わせを抽出して、各位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ に対するマッチング地点を決定するようにしている。このため、複数の位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ の中に、大きな誤差を有する位置測定点が含まれている場合であっても、候補地点の組み合わせ別のスコアの合計を参照して総合的に候補地点の妥当性を判定することができる。従って、マッチング地点決定部206が各位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ に対するマッチング地点を決定する精度を向上させることができる。

[0064] なお、上述の処理フローでは、移動コスト決定部202が、ステップS200において取得した位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ （位置測定点P3～P5）の全ての候補経路の移動コストを決定する処理（ステップS202）を行う態様について説明したが、これに限られることはない。

他の実施形態においては、移動コスト決定部202は、複数の位置測定点 $P_i \sim P_{i+n}$ のうちの一つの位置測定点 P_i （位置測定点P3）の候補経路の移動コストを決定すると、次のステップS203～S204に進むようにしてもよい。そして、ステップS204の処理が完了した際に、移動コストが決定されていない他の位置測定点 P_{i+1} がある場合は、再びステップS202に戻るようにしてもよい。

この場合、例えば、移動可否判定部204がステップS204において位置測定点P3の候補地点 x_{3b} を含む全ての候補経路が移動不可能であると判定した後、ステップS202へ戻って次の位置測定点P4に対する処理を行う場合、移動コスト決定部202は、位置測定点P4の候補経路R31～R33のうち、候補地点 x_{3b} を含む候補経路R33、R34を除外して、移動コストを決定する処理を行うようにしてもよい。

[0065] 以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない限り、これらに限定されることはなく、多少の設計変更等も可能である。

例えば、上述の実施形態において、移動コストテーブルは、始点リンケージから所定距離（例えば1 km）の範囲毎に分割したセグメント別に作成されている態様について説明したが、これに限られることはない。他の実施形態では、所定距離は、位置測定点の収集間隔（クライアントAが位置測定点収集部10へ位置測定点を送信する時間間隔）と、移動体別に予め設定された速度（例えば車両は120 km/h、歩行者は4 km/h等）とに基づいて、変更してもよい。この場合、例えば、所定距離は、ある位置測定点を送信されてから次の位置測定点を送信されるまでの間に、移動体が移動可能な距離よりも大きくなるように設定される。

[0066] また、上述の実施形態では、移動コストとは、一のリンケージと他のリンケージとを結ぶ一つ又は複数のリンクの長さ（距離）の合計を、リンケージの組み合わせ別に示す態様について説明したが、これに限られることはない。他の実施形態では、移動コストは、リンケージ間を結ぶ一つ又は複数のリンクを移動する際の所要時間であってもよい。また、移動コストは、各リンクの属性に応じて増減させてもよい。例えば、リンク間の移動に右左折を伴う場合は、直進する場合よりも移動コストを増加させてもよいし、リンクが坂道、カーブ等を含むことを示す属性を有している場合は、移動コストを増加させるようにしてもよい。更に、各リンクの制限速度を示す属性に応じて各リンクの移動コストを増減させるようにしてもよい。各リンクの移動コストを増減させる際には、属性に応じて所定の値を増減（ α m 増減、 α 秒増減等）させてもよいし、所定の係数を乗じてもよい。

産業上の利用可能性

[0067] 上述のマップマッチング装置、マップマッチングシステム、マップマッチング方法及びプログラムによれば、位置測定点の収集間隔が長い場合であっても、マップ上における移動体の位置を決定することが可能となる。

符号の説明

- [0068] 1 マップマッチングシステム
- 10 位置測定点収集部
- 20 マップマッチング装置
- 201 候補地点抽出部
- 202 移動コスト決定部
- 203 移動可能距離推定部
- 204 移動可否判定部
- 205 スコア算出部
- 206 マッチング地点決定部
- 207 記録媒体
- 208 運行管理部

30 マッチングデータ記録部

900 コンピュータ

901 CPU

902 主記憶装置

903 補助記憶装置

904 入出力インタフェース

905 通信インタフェース

910、920 外部記憶装置

請求の範囲

- [請求項1] 移動体の位置測定点に基づいて、複数のリンクが結合されて構成されたマップ上における前記移動体の位置を決定するマップマッチング装置であって、
- 前記位置測定点に基づいて一つ又は複数の候補地点を前記リンク上に抽出する候補地点抽出部と、
- 一の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第1候補地点のうちの一つと、他の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第2候補地点のうちの一つと、を結ぶ前記リンクの移動コストを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に決定する移動コスト決定部と、
- 前記移動コストに基づいて、前記移動体が前記第1候補地点のうちの一つから前記第2候補地点のうちの一つまで移動可能であるか否かを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に判定する移動可否判定部と、
- 前記移動可否判定部が移動可能であると判定した前記組み合わせに含まれる前記候補地点のうち何れか一つを、前記マップ上における前記移動体の位置として決定するマッチング地点決定部と、
- を備えるマップマッチング装置。
- [請求項2] 前記移動コスト決定部は、一のリンケージと他のリンケージとを結ぶ前記リンクの前記移動コストを前記リンケージの組み合わせ別に予め記録した移動コストテーブルに基づいて、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に移動コストを決定する、
- 請求項1に記載のマップマッチング装置。
- [請求項3] 前記位置測定点における前記移動体の速度を取得し、当該速度に基づいて、一の前記位置測定点が測定された時間と、他の前記位置測定点が測定された時間との間に前記移動体が移動可能な移動可能距離を推定する移動可能距離推定部を更に備え、

前記移動可否判定部は、前記移動可能距離よりも前記移動コストが小さい場合、前記移動体が前記第1候補地点のうちの一つから前記第2候補地点のうちの一つまで移動可能であると判定する、

請求項1又は2に記載のマップマッチング装置。

[請求項4]

前記位置測定点と、当該位置測定点に関連する前記候補地点との距離に基づいて、前記候補地点別のスコアを算出するスコア算出部を更に備え、

前記マッチング地点決定部は、前記スコアに基づいて、前記移動可否判定部が移動可能であると判定した組み合わせに含まれる前記候補地点のうち何れか一つを、前記マップ上における前記移動体の位置として決定する、

請求項1から3の何れか一項に記載のマップマッチング装置。

[請求項5]

移動体の位置を位置測定点として測定するクライアントと、

前記クライアントが測定した前記位置測定点を収集する位置測定点収集部と、

請求項1から4の何れか一項に記載のマップマッチング装置と、
を備えるマップマッチングシステム。

[請求項6]

移動体の位置測定点に基づいて、複数のリンクが結合されて構成されたマップ上における前記移動体の位置を決定するマップマッチング方法であって、

前記位置測定点に基づいて一つ又は複数の候補地点を前記リンク上に抽出する候補地点抽出ステップと、

一の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第1候補地点のうちの一つと、他の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第2候補地点のうちの一つと、を結ぶ前記リンクの移動コストを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に決定する移動コスト決定ステップと、

前記移動コストに基づいて、前記移動体が前記第1候補地点のうち

の一つから前記第2候補地点のうちの一つまで移動可能であるか否かを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に判定する移動可否判定ステップと、

前記移動可否判定ステップにおいて移動可能であると判定された前記組み合わせに含まれる前記候補地点のうち何れか一つを、前記マップ上における前記移動体の位置として決定するマッチング地点決定ステップと、

を有するマップマッチング装置。

[請求項7]

移動体の位置測定点に基づいて、複数のリンクが結合されて構成されたマップ上における前記移動体の位置を決定するマップマッチング装置のコンピュータを機能させるプログラムであって、

前記コンピュータを、

前記位置測定点に基づいて一つ又は複数の候補地点を前記リンク上に抽出する候補地点抽出部、

一の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第1候補地点のうちの一つと、他の前記位置測定点に基づいて抽出された前記候補地点である第2候補地点のうちの一つと、を結ぶ前記リンクの移動コストを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に決定する移動コスト決定部、

前記移動コストに基づいて、前記移動体が前記第1候補地点のうちの一つから前記第2候補地点のうちの一つまで移動可能であるか否かを、前記第1候補地点と前記第2候補地点との組み合わせ別に判定する移動可否判定部、

前記移動可否判定部が移動可能であると判定した前記組み合わせに含まれる前記候補地点のうち何れか一つを、前記マップ上における前記移動体の位置として決定するマッチング地点決定部、

として機能させるプログラム。