九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

Offline Map Matching Using Time-Expanded Graph for Low-Frequency GPS Data

田中, 智

https://hdl.handle.net/2324/4784416

出版情報：Kyushu University, 2021, 博士（数理学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

（様式３）

氏　　名　：田中　智

論 文 名　：**Offline Map Matching Using Time-Expanded Graph for Low-Frequency GPS Data**
(疎な GPS 測位情報に対する時間拡大グラフを用いたオフラインマップマッチング)

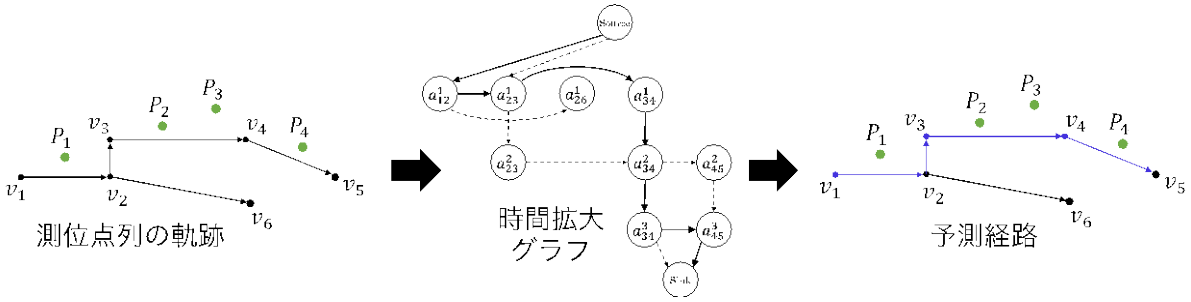
区　　分　：甲

論　文　内　容　の　要　旨

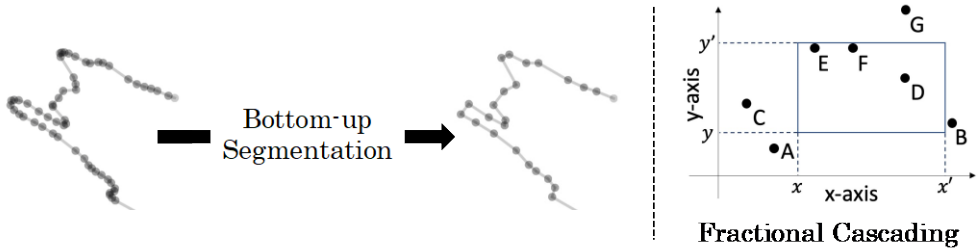
マップマッチングは離散的な測位情報から経路を復元する技術を指し、高度道路交通システムの基盤である。応用先としてはカーナビやダイナミックロードプライシング、道路計画などが挙げられる。車両 GPS はコストの観点から低性能なモデルが好まれるため、疎な測位情報に対するマップマッチング手法の開発が急務である。本稿では時間拡大グラフというアイデア提案することで、以下の 3 つを達成するマップマッチング手法を開発した。

1. 高速かつ高精度
   測位誤差や信号待ちによる一時停止に対しても頑強なモデルを構築した。
2. ハイパーパラメータがないモデル
   既存アルゴリズムでは、進行方向や測位点間の距離といった複数の要素を考慮するために、優先度を決めるパラメータが存在するが、提案手法ではそのようなパラメータが存在しないため、パラメータ調整用の事前学習等が必要ない。
3. 離散的な位置情報のみを入力とするモデル
   位置情報の他に速度や進行方向を入力するモデルも多いが、提案手法では位置情報のみを用いて高精度なモデルを構築した。

提案モデルでは測位点列に対応する時間拡大グラフを構築する。時間拡大グラフにはソース及びシンクと呼ばれるノードが存在し、ソースからシンクへのパスは予測経路の 1 候補を表す。パスの重みは測位情報を繋いだ折れ線と予測経路に囲まれた面積を近似する。提案手法では、時間拡大グラフ上の最短路を求めることで、面積が小さい予測経路を求める。



加えて、様々なマップマッチング手法に適用可能な 2 つの高速化手法を紹介する。Bottom-up segmentation を用いることで、道路の形状を保ちつつ余分なノードを削除する。フラクショナルカスケーディングは矩形領域に含まれるノードを高速に探索する手法であり、測位点の近傍の道路情報を取得する際に用いる。



オープンソースの測位データを用いた実験では、速度と精度の両面で提案手法が最新の既存手法を大幅に上回った。Bottom-up segmentation による道路の簡素化によって、精度は僅かに低下するものの 1.78 倍の高速化を達成した。フラクショナルカスケーディングによる近傍探索の速度は kd-tree のアルゴリズムと比較して 2.5 倍高速であった。付録では提案手法の理論的限界と複雑な計算を解決する改善モデルを提案した。改善モデルはより直感的で計算量も小さいが、本論文では理論的考察のみを扱い、数値実験及び結果の考察は今後の課題である。