

複数メッシュにまたがる周回道路データベース構築手法

伊藤 広記[†] 山本 大介[†] 高橋 直久[†]

[†]名古屋工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

1.はじめに

注目したい拡大領域 (Focus) と周辺領域 (Context) を同時に表示可能である Web マップシステム Emma [1] において注目領域を適切に内包する Focus を生成するためには、ユーザが複数ステップの操作を経て調整する必要がある。

注目領域を取り囲む周回道路を導出し、周回道路に内接する Focus を生成すること [2] により少ない操作回数によって表示することが可能であるが、その導出には時間を要する。

その問題解決のため、全ての周回道路を適切にデータベースに格納する手法と、それに基づく高速な周回道路導出手法を提案した [3]。しかし、以下のような問題が発生した。

問題 1 道路データは 2 次メッシュ (以下メッシュとする) ごとに格納されているため、そのメッシュごとに道路データを取得し、周回道路データベースを作成しているためメッシュ間において作成されうべき周回道路を作成することができない。

問題 2 周回道路探索アルゴリズムにおいて、本来探索されるべき周回道路を探索できない場合が存在する。

本稿では、これらの問題を解決する周回道路データベース構築手法を提案する。

また、本稿にて扱う道路データとは、リンク構造をしており、隣接する二つの交差点の Head ノードと Tail ノードを Tail ノードから Head ノードに向かう有向枝であり、メッシュごとにリンク ID, Head ノード ID, Tail ノード ID, 角度を持つ。また、両ノード ID から緯度経度座標を導出することが可能である。

今回、この道路データにメッシュ ID を付与したデータを道路データと呼ぶ。

2.提案システムの特徴

提案システムは、以下の特徴を持つ。

2.1. 複数メッシュ対応周回道路探索範囲選択機能

複数メッシュに対応した周回道路データベース

を作成するには、すべてのメッシュの道路データを取得し、周回道路を探索すれば解決できるかもしれない。しかし、それには大量のメモリを必要とする。

そこで、 $n \times m$ のメッシュの領域の周回道路データベースを作成するにあたり、まず、図 1 のように 2×2 の 4 つのメッシュに含まれる道路リンクを取得する。そして、2 次メッシュの経度緯度座標の大きさは一定であるのでメッシュが 4 分の 1 ずつ含む中央部に道路データが含まれる場合、周回道路の探索を行う。このような 4 メッシュを $n \times m$ 個の 2 次メッシュすべてに繰り返し適応することにより、少ないメモリ量にて、作成しうる周回道路をデータベースに格納することが可能になる。

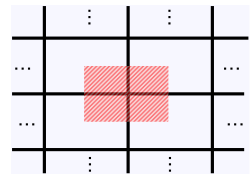


図 1 4 つのメッシュと探索範囲

2.2. すべての周回道路を探索する機能

従来の探索アルゴリズムでは、図 2 のような道路データの構造の場合、外周部から矢印の方向へ中央の部分への探索を進めるが、内部で一周し内部の道路を探索し終えた際、周回道路を探索できたと判定してしまう。そのため、内部をさらに取り囲む外側 (薄緑色の部分) を周回道路として探索することができないという問題が存在した。

この問題に対し、右回りの探索手法を、初期道路データを逆方向にたどり最左枝を選択し、以降は最左枝をたどっていく手法により解決できる。



図 2 周回道路を探索できない場合

2.3. 冗長な周回道路探索の防止機能

探索範囲に何も制限を設けない場合、周回道路を探索すると、取得したメッシュ範囲の一番外側をなぞるような周回道路を作成してしまう。この際に作成される周回道路は、意図する周回道路ではないため、誤りである。

そのため、4 つのメッシュの境界線に、探索しているリンクがたどり着いた時点で探索を中止することにより、メッシュ範囲をなぞるような周回道路の作成を防止することが可能になる。

A Loop-Road Database Building Method Supporting Multiple Meshes

Hiroki Ito[†], Daisuke Yamamoto[†], Naohisa Takahashi[†]

[†] Dept. of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

2.4. 周回道路データベース高速作成機能

従来手法において、すでにリンクをたどったかどうかを判定するには探索するリンクを1つたどるごとに毎回データベースにアクセスしなければならず、時間を要していた。そこで、リンクの向きとIDが一致した場合にて探索を終了し、登録するという手法を提案する。これにより、初期リンク選択時の1回のみデータベースアクセスとすることができ、高速に周回道路データベースを作成することが可能となる。

3. 提案システムの実現法

3.1. 複数メッシュの道路データから周回道路を探索する道路データを選択する機能の実現法

以下の手順を $(n-1) \times (m-1)$ 回繰り返すことにより、 $n \times m$ メッシュの周回道路を探索する道路データを選択することが可能となる。

STEP1 探索するメッシュの最南西メッシュを探索基準メッシュ M_d とする。

STEP2 M_d を含む 2×2 のメッシュ M_e の道路データ L を取得する。

STEP3 M_e の中心緯度経度座標を算出する。そして、座標から東西に $1/16$ ずつ、南北に $1/24$ ずつ広げた領域 A を導出する。

STEP4 L を1つ選択し l とする。 l のTailもしくはHeadノードのどちらかが領域 A 内に含まれていたとき、周回道路探索を行う。

両方含まれていないときは探索を行わない。

STEP5 すべての L に対しSTEP4を繰り返す。

STEP6 M_d を1メッシュ東にずらす。また、 M_d を基準とした 2×2 メッシュを新たに M_e とし、STEP2からSTEP5を繰り返す。

STEP7 STEP6を繰り返し、 n 番目のメッシュを含む M_e を探索し終えた場合、 M_d を1メッシュ北にずらし、 2×2 メッシュを新たに M_e とする。 M_e の道路データを取得しSTEP6を $m-1$ 回繰り返す。

3.2. 周回道路探索機能の実現法

以下の手順を道路データに対し右回り、左回りと2回行うことで、周回道路を探索することが可能となる。

STEP1 探索を行う道路データを L_0 とする。

左回りの探索を行う場合、 L_0 のHeadノードと一致するノードを持つ道路データ集合 L_0s を取得する。右回りの探索を行う場合、 L_0 のTailノードと一致するノードを持つ道路データ集合 L_0s を取得する。

STEP2 L_0 と L_0s の角度を比較し、左回りの場合、 L_0s の中のTailからHeadへの方向に対し最左枝を L_0s1 とし、右回りの場合、 L_0s の中のHeadからTailへの方向に対し最左枝を L_0s1 とし、周回道路候補集合 $Lstack$ にリンクIDとリンクの

向きを追加する。

STEP3 L_0 のHeadノードと L_0s1 のHeadノードが一致していた場合は L_0s1 のTailノード、 L_0 のHeadノードと L_0s1 のTailノードが一致していた場合は L_0s1 のHeadノードと一致するノードを持つ道路データ集合 $L1s$ を取得する。

STEP4 L_0s1 と $L1s$ の角度を比較し、 $L1s$ の中の最左枝を $L1s1$ とし、 $Lstack$ にリンクIDとリンクの向きを追加する。

STEP5 STEP3, STEP4を繰り返し、 $Lstack$ に含まれる L_0 とIDと向きが一致した場合、一致したものを除いた $Lstack$ を周回道路として出力、該当周りの探索を終了する。また、道路データのノードがメッシュの外側にたどり着いたときに失敗として該当回りの探索を終了する。

4. 検証実験

提案手法の有効性を示すために、周回道路データベースを作成し、以下の2点を検証した。

4.1. 周回道路の作成割合の検証

今回作成した周回道路を半透明にて塗りつぶすプログラムを作成し実行した。その結果、海岸線などの反対側の周回道路を持たないもの以外はすべて塗りつぶされており、全ての周回道路を作成できたと考えられる。

4.2. 周回道路データベース作成時間の比較

従来の判定手法および提案した判定手法に対し、それぞれ周回道路データベースを4パターン、[523666, 523667, 523556, 523557], [523656, 523657, 523646, 523647], [523665, 523666, 523655, 523656], [523655, 523656, 523645, 523646] 作成した。結果、平均時間は従来手法は4770秒、提案手法は4002秒となり、手法を変更することによる構築速度の高速化が機能したと考えられる。

5. おわりに

本稿では、複数メッシュにまたがる作成できるすべての周回道路のデータベース構築手法について述べた。また、検証実験を行い、メッシュをまたがる周回道路を作成できることを示した。今後の課題として、日本全国のメッシュに対し周回道路を作成できるかの検証を行う。

参考文献

- [1] Naohisa Takahashi: An Elastic Map System with Cognitive Map-based Operations, International Perspectives on Maps and the Internet, Springer-Verlag, pp. 73-87, Feb. 12, 2008.
- [2] 福原康平, 山本大介, 高橋直久: 周辺道路の検出による地図オブジェクトのメタデータ生成システム, 電子情報通信学会大会, March. 20, 2009
- [3] 伊藤広記, 山本大介, 高橋直久, 周回道路データベースの構築とそれに基づく高速な周回道路導出手法, 第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2011), B4-3(2011)