

サーバ・サイド仮想空間から生成された 3次元画像による歩行者経路案内システム

中津川 泰正 加藤 誠巳
(上智大学理工学部)

1. まえがき

近年、モバイル端末上で2次元の地図を表示させるための様々な研究がなされている[1]。また地図コンテンツを作成・提供している事業者によって高精度な3次元地図の作成が行われている。建物などをリアルに表現した3次元地図は歩行者経路案内に有効である。しかし、これらの高精度な3次元コンテンツは一般的にグラフィックス処理に優れたハイエンドマシン上で利用され、モバイル端末で利用することは難しい。

これらの問題点から、本稿ではモバイル端末上で3次元経路案内を行う手法に関して述べる。サーバ側の仮想空間から3次元地図画像を生成し、ワイヤフレームデータと共に、モバイル端末へ送信する。このワイヤフレームを用いてサーバ側の仮想空間の操作を行う。これにより、高精度な3次元地図コンテンツとモバイル端末というミスマッチを解消できると考える。また、少ない情報量で分かりやすい3次元地図画像を生成するための、最適視点位置決定方法に関して述べる。

2. システムの概要

本システムは、モバイル端末側のベクトル・マップ・フレームワークを実装したビュー・モジュール部分とサーバ側のアプリケーション・ロジック部分から構成される。全ての通信プロトコルはHTTPを用いている。

2.1 ベクトル・マップ・フレームワーク

ベクトル地図描画に必要な機能には以下のようなものが考えられる。「階層化されたデータのロード」・「階層構造を保ったまま描画」・「拡大・縮小・回転などの操作」・「属性データのラベリング」などであり、共通したものが多く、ドメインの特定が容易である。本フレームワークはXML設定ファイルとして記述された、「使用する地図データの階層構造」・「描画時のLOD(level-of-detail)」などの設定情報を用いる。これらの具体的な設定情報と、抽象化されたフレームワークを用いることで、多種多様な階層構造を持った地図データのロード・描画を行うことが可能である。フレームワークには後述するワイヤフレーム描画のための3次元グラフィックスライブラリも含まれる。

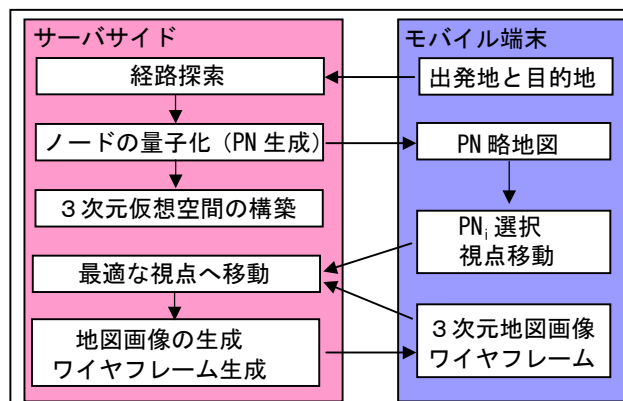


図1 システムフロー

2.2 サーバ側のシステム構成

サーバ側のシステムフローを図1に示す。まず、モバイル端末から送信された出発地と目的地を用いて経路探索を行う。求めた経路データのノード間の接続角度を8方向に量子化し、右左折交差点を求める。この右左折交差点をPN(Point Node)と呼ぶ。モバイル端末側でPNを指定し、サーバ側の仮想空間内で指定されたPNに関する最適視点位置を決定する。最適視点位置決定法に関しては3で述べる。視点位置決定後、3次元地図画像とワイヤフレームデータの生成を行い、モバイル端末へ画像データとワイヤフレームデータを送信する。これらに関しては4で述べる。

3. 最適視点位置決定法

3次元地図画像生成時の視点位置は経路の分かりやすさを大きく左右する。最適視点位置を自動的に決定することは、モバイル端末のような操作性の劣った端末で、ユーザの負荷を軽減するのに有効であると考えられる。最適解を求めるために Simulated Annealing(SA)法[2]を用いている(図2)。

i 番目の右左折交差点 PN_i に関する最適な視点位置決定方法に関して述べる。最適な視点位置を決定するためには、PNが重要な要素となる。 PN_i に関して単に PN_{i-1} 方向から見た視点では図4(b)のような場合、情報量が非常に少ない。そこで、図4(c)のように前後のPNとの連続的な位置関係に加え、なるべく多くのPNとの位置関係を把握できる視点が情報量の多い最適な視点位置と考えられる。

3.1 Initialize()

探索領域を決定するために、 PN_i を中心とした半径 R の円 C を作成する。 PN_i と PN_{i-1} を通る直線を p 、 PN_i

と PN_{i+1} を通る直線を n 、出発点と PN_i を通る直線を s 、目的地と PN_i を通る直線を e と定義する。円 C 内で p, n, s, e を含む領域を探索領域とする(図3)。

PN_i から距離 D だけ離れた直線 p 上の点を視点の初期値とする。また、 PN_i を注視点の初期値とする。

3.2 Perturb()

PN_i を中心とした極座標を用いる。視点 (θ_v, r_v) ・注視点 (θ_{vr}, r_{vr}) を探索範囲内でランダムに移動させる。

3.3 Score()

主要な評価関数に関して述べる。評価は各評価関数 $Score_j(PN_i)$ ($j=1\sim 4$) の和で行うものとする。

視野に含まれる PN 数に関する評価

$$Score_1(PN_i) = -\sum W_k \cdot \text{Contains}(PN_k)$$

$\text{Contains}(PN_k)$ は PN_k が視野に含まれたとき1を返し、含まれない時は0を返す。 W_k は PN_k の重みであり、一般的に $W_i \geq W_{i-1}$ 、 $W_i \geq W_{i+1}$ であり W_{i-1} と W_{i+1} は他の W_k よりも大きい。

注視点と PN_i の位置に関する評価

$$Score_2(PN_i) = W_{vr} \cdot r_{vr}$$

PN_i から注視点までの距離 r_{vr} で評価する。

PN_i と視点位置に関する評価

$$Score_3(PN_i) = W_v \cdot |D - r_v|$$

基準距離 D と PN_i -視点間距離 r_v との差で評価する。

視野に含まれる道路長に関する評価

$$Score_4(PN_i) = -\sum W_r \cdot \text{Length}(k)$$

$\text{Length}(k)$ は k 番目の道路の視野に含まれる道路長を返す。 W_r は PN で区切られた道路の各セグメント r_k の重みである。 PN_i に近いセグメントほど重みは大きい。

4. 3次元地図画像とワイヤフレーム

サーバ側とモバイル端末側で視点変換マトリックスを介してサーバ側の仮想空間を操作する。モバイル端末側で視点変換後に、新たに生成されたマトリックスから再度サーバ側で3次元地図画像を生成し、モバイル端末側でワイヤフレームと共に表示する。ワイヤフレームを用いることで自由な視点変更が可能となる。

5. 実行例

実行例を図4に示す。クライアント・アプリケーションは Intel® StrongARM®206MHz SA-1110をCPUとするネットワーク接続可能なPDA上で動作させた。

6. むすび

本稿では、モバイル端末で3次元地図画像を用いて歩行者経路案内を行うシステムに関して述べた。これにより、整備されつつある高精度3次元地図コンテンツをモバイル端末上で容易に利用することができる。また、最適視点位置決定法により歩行者は多くの情報が得られ、煩雑な操作から開放される。これにより、3

次元・モバイル端末に共通した操作性の難点を軽減することができる。と考える。

最後に有益な御討論を戴いた本学 e-LAB/マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表す。

```

procedure SimulatedAnnealing()
1 Initialize()
2 E ← Score()
3 while(! termination condition)
4   Perturb()
5   newE ← Score()
6   if((newE > E)and(Random()<1.0-e- Δ E/T))
7     Revert()
8   else
9     E ← newE
10  Decrease(T)

```

図2 Simulated Annealing 法

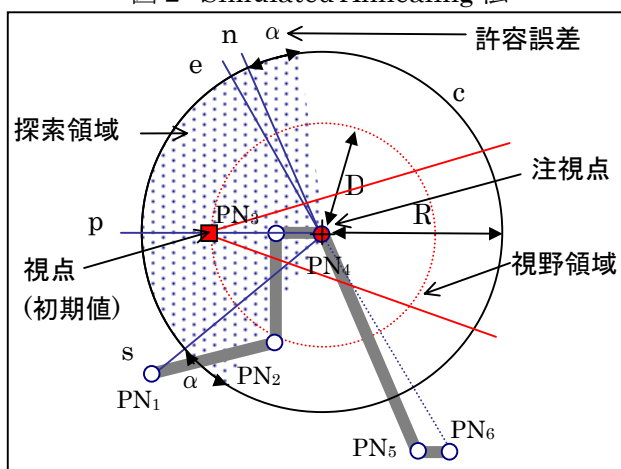


図3 PN_4 に関する探索領域と初期値の例

(d) PN の抽出と最適視点位置の決定
 左: 視野領域(点線)は初期値で(b)のようになる。
 視野領域(実線)は最適化されたもので(c)のようになる。
 右: それぞれの評価関数の重み設定画面。

図4 実行例

参考文献

[1] M. Agrawala, C. Stolte: "Rendering Effective Route Maps," Proc. SIGGRAPH, 2001.
 [2] S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling and B.P. Flannery: "Numerical Recipes in C, 2nd edition," Cambridge University Press, 1994.