

VRML を用いたマン・ナビゲーションシステムにおける 4Y-02 地形データのデータ構造に関する検討

飯村 伊智郎¹ 佐方 友和¹ 平山 学¹ 加藤 誠巳²
¹熊本県立技術短大 ²上智大学

1. まえがき

ITS (Intelligent Transport Systems) ^[1]の開発分野の 1 つとして「歩行者等の支援」があげられており、歩行者用経路案内システムの関心が高まってきている。筆者らは、従来から VRML を用いた歩行者用経路案内システム ^{[2][3]}の検討を進めているが、その対象とする範囲を単純に広げた場合、データ量の増加に伴う描画速度の減少が生じることは避けられない。本稿では、歩行者にとって重要な情報であるアップダウンを表現する地形データを対象として、サーバ側から送られてきた最も詳細なデータをもとに、LOD (Level of Detail) の各詳細レベルのデータをクライアント側で動的に生成することで、地形データをサーバ側からクライアント側に効率良く転送し、かつそのデータを受け取ったクライアント側で高速な描画を可能にするデータ構造と、その評価実験の結果について述べ、提案するデータ構造の特徴を明確にする。

2. 使用したデータと対象とした範囲

今回使用した地形データは、国土地理院発行の「数値地図 50m メッシュ (標高)」である。このデータは、JIS で規定された約 10km 四方の第 2 次地域区画で管理されており、その区画を縦横 200 分割した各領域の中心点の標高値である。筆者らは、移動範囲の狭い歩行者を対象としているため、地形データを約 1km 四方の単位 (以降、メッシュと呼ぶ) で管理することとした。対象とした範囲は、当短大付近の 10 メッシュ四方である。

3. 提案する地形データのデータ構造

3.1. 従来の LOD ノードの問題点

オブジェクトの描画速度を向上させる方法の一つとして、遠くにあるものは簡略化した形状で描き、近づくに従って詳細に描画するという方法がある。VRML では、このような描画を実現するためのノードとして LOD ノードを用意している。しかし、この LOD ノードを使用して地形データを描画した場合、各詳細レベルでの地形データを予め作成し、LOD ノードの子ノードとして設定する必要がある。そのため、詳細レベル数を増やすと、即ち子ノードを増やすと、データ量が増えてしまい、データ転送の観点から不利となる。

3.2. 提案するデータ構造

地形データをサーバ側からクライアント側に効率良く転送し、かつそのデータを受け取ったクライアント

側で高速な描画を可能にするため、筆者らは、次に示す方針でデータ構造を設計した。

- i) サーバ側からクライアント側に転送する地形データは、最も詳細なデータのみとする。
- ii) LOD における各詳細レベルのデータは、受け取った最も詳細なデータをもとにクライアント側で JavaScript 又は Java により動的に生成する。

図 1 に、VRML の LOD ノード、Script ノード、ElevationGrid ノードを用いて PROTO 宣言した地形データのデータ構造 (以降、TopographicMap ノードと呼ぶ) を示す。また、TopographicMap ノードのフィールドの意味を表 1 に示す。

```
TopographicMap {
  xDimension      0          #SFInt32
  zDimension      0          #SFInt32
  xSpacing        0.0        #SFFloat
  zSpacing        0.0        #SFFloat
  height          []         #MFFloat
  levels          1          #SFInt32
  xSampling       [ 1 ]      #MFInt32
  zSampling       [ 1 ]      #MFInt32
  range           []         #MFFloat
  center          0.0 0.0 0.0 #SFVec3f
  diffuseColor    0.8 0.8 0.8 #SFCOLOR
}
```

図 1 地形データのデータ構造 (TopographicMap ノード)

表 1 TopographicMap ノードのフィールドの意味

フィールド名	フィールドの説明
xDimension	地面を形成する x 方向の頂点 (格子点) 数の指定
zDimension	地面を形成する z 方向の頂点 (格子点) 数の指定
xSpacing	x 方向の頂点間隔の指定
zSpacing	z 方向の頂点間隔の指定
height	地面を形成する頂点の標高を指定
levels	詳細レベル数の指定
xSampling	各詳細レベルにおける x 方向の頂点サンプリング間隔の指定
zSampling	各詳細レベルにおける z 方向の頂点サンプリング間隔の指定
range	各詳細レベルの境界距離の指定
center	中心座標の指定
diffuseColor	地面の拡散色の指定

4. 評価実験

本データ構造の有効性を確認するため、表 2 に示す 3 手法に対して、データ量、描画時のフレームレート、地形が初めて表示されるまでの時間の比較を行なった。

表 2 実験対象とした 3 手法

手法	説明
手法 1	LOD を用いず単純に描画した場合
手法 2	予め各詳細レベルのデータを作成し LOD ノードの子ノードとして設定しておく従来の手法で描画した場合 (LOD ノードを用いる場合)
本手法	各詳細レベルのデータを動的に生成する手法で描画した場合 (TopographicMap ノードを用いる場合)

LOD の詳細レベル数は 5 とし、詳細レベルと、視点

からの距離と、標高値のサンプリング間隔との関係は、表 3 に示す通りである。また、本実験における各詳細レベルの動的生成は JavaScript で行なった。

表 3 詳細レベル/視点からの距離/標高値のサンプリング間隔の関係

詳細レベル	区間 (視点からの距離)		標高値のサンプリング間隔 (m)
	Min. (m)	Max. (m)	
Level 0	0	3,125	50
Level 1	3,125	7,250	100
Level 2	7,250	13,125	200
Level 3	13,125	20,750	500
Level 4	20,750	∞	1,000

尚、実験に使用した計算機の環境は、表 4 に示す通りである。

表 4 実験に使用した計算機の環境

CPU	Pentium II 350MHz
RAM	320MB
OS	WindowsNT Server 4.0
WWW Browser	Internet Explorer 5.0
VRML Viewer	Cosmo Player 2.1

4.1. データ量

上記 3 手法に対する、メッシュ数とデータ量の関係を図 2 に示す。ここで、「圧縮無」とは、テキストデータとしての VRML ファイルを意味し、「圧縮有」とは GZIP で圧縮した VRML ファイルを意味する。尚、テキスト整形のためのスペースや改行は本来のデータとは無関係のため削除している。圧縮の有無に係わらず、本手法のデータ量は手法 2 よりも少なく、データ転送の観点から有利であることが確認できる。

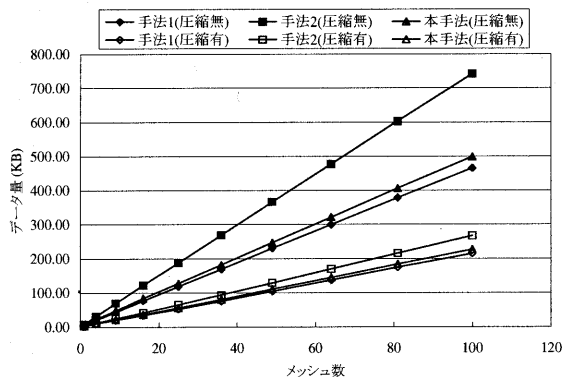


図 2 メッシュ数とデータ量の関係

4.2. 描画時のフレームレート

フレームレートの計測は、100 メッシュ (10 メッシュ四方) を対象として行なった。図 3 に、上記 3 手法に対する、詳細レベルとフレームレートの関係を示す。結果は、10 回の測定の実験結果を示している。詳細レベルは、表 3 からわかるように 0 が最も視点に近く、数値が大きくなるに従って視点から遠ざかることを意味する。いずれのレベルにおいても、本手法は、手法 1 よりもフレームレートが高いことが確認できる。尚、手法 1 において、描画オブジェクトである地形が視点に近づくとフレームレートが高くなるという結果が得られているが、これは地形がビューボリュームからは

み出しクリッピングされる部分が増えるためと考えられる。

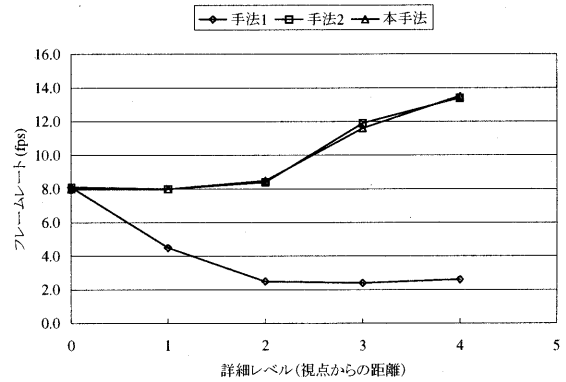


図 3 詳細レベルとフレームレートの関係

4.3. 地形が初めて表示されるまでの時間

図 4 に、上記 3 手法に対する、メッシュ数と地形が初めて表示されるまでの時間の関係を示す。実験は、テキストデータの VRML ファイルに対して行なった。結果は、10 回の測定の実験結果を示している。この結果から、動的生成を行なう本手法で 100 メッシュ (10 メッシュ四方) を表示する場合、30 秒程度必要とするが、縦横のメッシュ数を夫々半分にする数秒で表示されることがわかる。

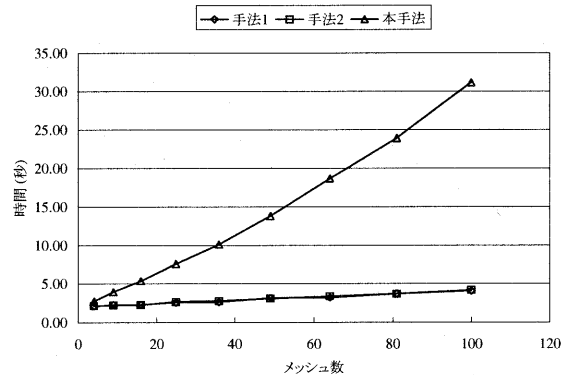


図 4 メッシュ数と地形が表示されるまでの時間の関係

5. むすび

提案したデータ構造を用いると、地形データが表示されるまでに多少の時間がかかるものの、地形データを効率良く転送し、かつ高速な描画を可能にすることが確認できた。今後は、地形データが表示されるまでの時間の短縮と、道路網データのデータ構造に関する検討を進めていく予定である。

参考文献

- [1] (社)交通工学研究会編: “インテリジェント交通システム,” 丸善 (1997).
- [2] I.Iimura, M.Kato: “Visitor Guide/Virtual Walk-Through System for College Campus and Buildings using VRML,” 6th World Congress on ITS, 3124 (1999).
- [3] I.Iimura, M.Kato: “A Pedestrian Route Guidance System by Means of Virtual Walking using VRML,” 7th World Congress on ITS, 3113 (2000).