

インタラクティブ・ウォークスルーのための

3N-5

3次元都市データ表現方法

加藤伸子 岡崎彰夫  
(株)東芝 総合研究所

1 はじめに

3次元空間情報を取り扱う都市計画やプラント設計/管理などのシステムにおいては、インタラクティブに空間中をウォークスルーできる機能が望まれる。このためには、連続的に変化する視野領域の3次元シーンを一定の見栄えを保ちながら、リアルタイムに表示できなければならない。すなわち、1) 視野領域に含まれる空間データの選択、及び 2) 空間データの描画の2つの処理を高速に実行する必要がある。近年グラフィクス・ハードウェアの進歩は著しいが、実用規模のデータ量に対し、描画能力は必ずしも充分ではない。

本報告では、3次元都市データ、すなわち、広域に渡る大量の空間データを対象とし、データ管理/表現の観点から、都市景観の高速表示方法を提案する。この方法は、上記 1) 2) の両方に対し、高速化をはかったものとなっている。最後に、実際の都市データに対する適用例を示す。

2 考え方

広域に渡る大量の空間データに対する高速表示のため、通常、データをメッシュ領域ごとにあらかじめ分割管理しておき、描画の際には必要なメッシュのみを処理対象とする方法が取られる。しかし、都市のようにデータが密集している場合、これを行なっても十分な高速化が行なわれないことが多い。また、リアルタイム表示が行なえる程度まで、描画対象を削減すると、遠方のデータが省かれることになる。その結果、周囲の状況の把握が困難になり、見栄えが悪くなる。

ここでは、都市の現況を把握できる程度の見栄えを保ちながら、リアルタイムに描画する方法を考える。都市景観表示においては、周囲状況を把握するため、遠方のデータの描画も必要である。しかし、これらを忠実に描画しても、表示画面上では、十分な分解能を得ることができない場合がある。従って、このような場合には、遠方のデータとして、分解能の低い、簡略化したデータを用いても、表示結果にはほとんど影響がない。そこで、次のような方法を提案する。

すなわち、あらかじめ主記憶上に n 段階に階層化した簡略データを作成し、描画時には、視点からの距離に応じて簡略度の階層を選択する。図1に形状の簡略化の例を示す。簡略化は形状のみならず、表面情報についても可能である。例えば建物壁面の表示において、原データではテクスチャを用い、簡略度1の場合は窓パターンを用い、簡略度2では単一の色を用いるということがで

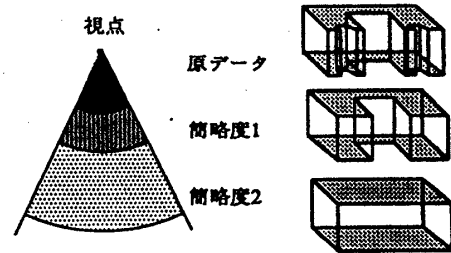


図1 視点からの距離に応じた簡略度選択

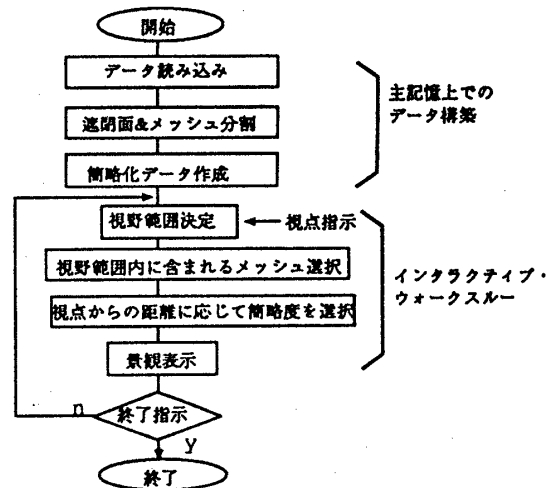


図2 処理の流れ

きる。

この方法と従来からのデータの領域分割方法とを組み合わせることで、表示画面上での見栄えにはあまり影響を及ぼさずに、描画負荷を大幅に減少させることができる。

3 都市景観の表示方法

都市の景観データに対する全体処理の流れを図2に示す。

処理は初期ロード時における主記憶上でのデータ構築と、指示された視野領域に対応したリアルタイム描画(インタラクティブ・ウォークスルー)に分けられる。

まず、遮閉面で区切られた空間ごとに(もし存在しなければ全体的に)データをメッシュ分割する。都市の場合には、地面が一つの遮閉面として考えられ、地下データも存在する場合には、地上部と地下部でデータを各々

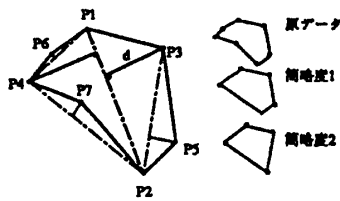


図3 二分除法を用いた多角形の簡略化例

メッシュ分割する。ここでは階層メッシュ方式を採用しており(階層の選択方法については後述)、階層メッシュは最も細かい下位メッシュから、上位メッシュまでがオーバーレイした形となっている。そして、実際のデータは最下位メッシュで保持している。

次にメッシュごとの各データに関して、簡略度の異なる階層データを作成する。階層簡略化が最も有効であるのは、建物データであり、建物が多角柱である場合の簡略化手順を図3の例を用いて示す。

手順は二分除法に基づいている。元の多角形の周辺上の一点P1から周辺上の最も遠い点P2に線を引く。次に、この直線から、他の周辺上の点への距離が最も大きいP3、P4を求め、これらの距離がdより大きい場合には、この点を採用する。そして、これを二分された各領域に対し、繰り返し行なう。この二分除法において、dの値を様々に設定することで、異なる近似のデータを得ることができる。この時、dの値が大きいほど、近似が荒いデータとなる。

最後に、インタラクティブ・ウォークスルーにおける処理について説明する。視野範囲が決定されると、描画対象とするデータの選択を行なう。まず、遮閉面に対する位置を求める。ここでは視点のz座標が負ならば地下部を、正ならば地上部を選択する。次に、視野範囲に含まれるメッシュを抽出する。視野範囲として、視点を中心とする円錐を設定し、この円錐にその一部が含まれるようなメッシュを選ぶ。この時、視点の高度に応じて、メッシュの階層を選択する。つまり、視点が低空にある場合には、細かいメッシュを選択し、上空では上位メッシュを用いることで、広範囲な領域を選択する。更に、メッシュ内の構造物に対し、簡略度を決定する。簡略度は基本的に視点からの距離に応じて選択されるが、全ての構造物に対して、この判定を行なうことは負荷が大きいため、ここでは、メッシュの中心との距離を用いてメッシュ内の構造物の簡略度を決定する(図4)。

ここで問題となるのは、簡略度による階層化レベル数n、簡略データ作成の際のパラメータd、レベル選択に用いる視点からの距離の閾値L、の決定である。ここでは、これらの値は処理対象に応じあらかじめ実験的に設定しておく。

4 適用例

新宿区の地図データ[1]を用いて、都市を対話的にウォークスルーするシステムを試作した。システムは、シリコングラフィクス社のIRIS4D/VGX320上に実現し、インタラクティブに視野領域を指示するためのデバイスとして、データグローブを用いた。

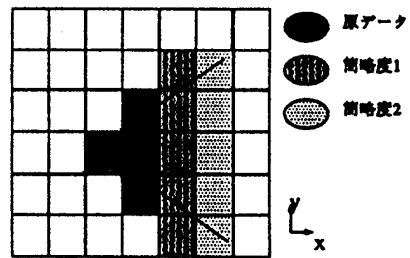


図4 視野範囲によるデータ(メッシュ及び簡略度)選択

ウォークスルーできる範囲は、主記憶上にデータ構築した領域であり(2Km四方とした)、土地利用状況、建物の形状及びその属性情報、地下水道管などを3次元シーンとして見ることができる。全建物数はおよそ4000軒であり、原建物は1軒あたり平均8ポリゴンから形成されている。ここでは建物形状を3段階に階層化している。各建物の色は、航空写真より抽出した色情報を用いている。一部の建物に対しては、テクスチャ・データを持たせ、原データとして表示する時は、テクスチャ・マッピングを施した。

また、視点が地上にある時には、地下データは描画対象としないが、指定があった場合には、地面と土地利用を半透明として、地下水道管をあわせて表示することができるようにした。

ウォークスルーは、データグローブのジェスチャーを用いた指示(前進、後退、上昇など)により実行し、指の方向により視線方向を決める。この方法で、視点・参照点を連続的に変化させたところ、充分な描画応答速度が得られた。

景観表示例を図5に示す。

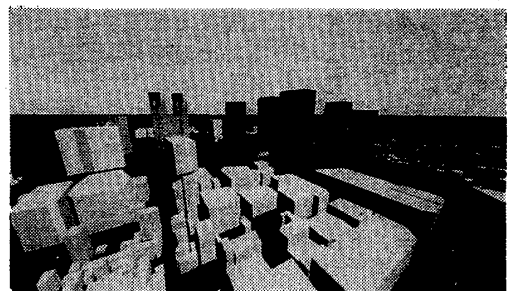


図5 景観表示例

5 まとめ

広域に渡る大量の3次元都市データの任意指示領域を高速に表示するための、データ表現方法を提案した。また、実際の都市データに適用し、その有効性を確かめた。

ここでは、都市の景観表示について述べたが、この方法は室内やプラント内部の表示にも応用可能である。

参考文献

[1] 福田 他”都市計画支援システムにおける任意領域の建屋鳥瞰図表示”第42回情報処理全国大会論文集, 5N-1 (1991)