

マイコンを用いた都市景観表示システムの一研究

摂南大学工学部 正 銭谷善信

1. はじめに

都市内にはいろいろな建築物、構造物(高速道路)、道路付帯構造物などがある。これらの組み合わせが都市景観に及ぼす影響を解析するためには、景観を構成する各種構造物の形状・色や視点を変化させて、その変化に対する人々の意識、感情を数量化する必要がある。本研究ではこれを実行する手段として、都市景観を自由に変化させてシミュレートする都市景観表示支援システムをマイクロコンピュータを用いて作成した。

2. システムの構成

本システムの構成はマイクロコンピュータ、補助記憶装置(フロッピーディスク)、カラーディスプレイである。本システムは図-1に示す3つのプロセスからなる。第1のデータ作成プロセスは、各種の構造物のデータをテレビ画面のメニューを見ながら作成し、ファイル(ディスク)に記録する。第2の平面図描写プロセスは、描写範囲をキー入力して、その範囲内の平面図を土地利用状況、建物の高さ、種類に応じて色分けして表示する。このプロセスでは、次のプロセスに必要な視点の位置・高さ・方向を設定できる。この設定された視点のデータを用いて、第3の3次元投視変換・景観表示プロセスは、ファイルを読み出して3次元投視変換を行ない、視点から遠い物

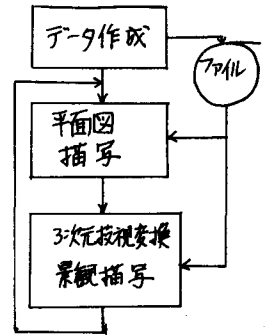


図-1 プロセスのフロー

体から順番に並びかえ、1つずつクリップINGK処理をしながら描写する。描写完了後、画面を35mmカメラ又はビデオカメラで記録し、再び第2の平面図描写プロセスへもどる。

3. 表示対象物と景観表示方法

本研究で対象とした表示物は、ビル(直方体、円柱体、多面体)、家(寄せ標、切り妻)平面道路(車線分離、中央分離体、横断歩道、歩道含む)、高架道路と橋脚、標識、看板、交通信号機(車用・歩行者用)、電柱、電話ボックス、街路灯、樹木、テーブル、イスなどである。なお標識・看板は単純な色・形のみで、文字、文様の違いは表現していない。

景観を表示する手法には、ワイヤーフレーム法、サーフェスモデル法、ソリッドモデル法などがあるが本研究では第2のサーフェスモデル法を用いた。ワイヤーフレーム法は構造物の骨格を針金細工のように線で表示するのみであり、構造物表面の色を表現できない。第3のソリッドモデル法は、物体を中身のつまった状態と定義し、複雑な形状の物体を簡単な直方体、楕円体、球、平面の集合体(論理積・和)で表現し、光線追跡法を用いて陰影処理などが可能である。しかし計算時間が長大(8〜24時間)なため、景観を順次表示するシステムには不適當である。多くの物体を描く時間問題になる陰線処理は、視点から遠方の物体から順に描写するNewell等の方法を用いた。なお陰影づけについては、計算に長時

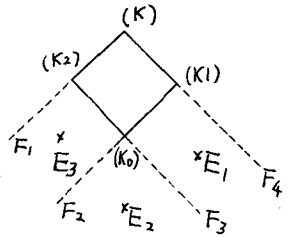
Yoshinobu ZENITANI

間を要するため、現システムでは考慮していない。

4. サーフェスモデルによる表示手法

本研究ではサーフェスモデルを用いて物体の表面を表示する。そのためには面の可視の判定を行なう必要がある。ある面の法線ベクトル (V_a, V_b, V_c) 、視線の方向ベクトル (E_a, E_b, E_c) 、この二つのベクトルのなす角 θ とすれば、 $\cos\theta = V_a E_a + V_b E_b + V_c E_c$ となり、 $\cos\theta < 0$ の時可視である。この方法を一般の直方体ビルに適用する場合、底面を除いた残り5つの面について判定する必要がある。時間がかかる。そこで本研究では図-2のようにビルを上から見た平面図で、視点が E_1, E_2, E_3 にある3つの場合に分けて、

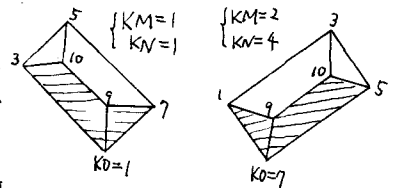
面の可視を判定する。即ち視点が E_1 点にあれば $(K_1 - K_0)$ を含む面のみ、 E_2 点にあれば $(K_0 - K_2)$ を含む面のみ、 E_3 点にあれば $(K_0 - K_1), (K_0 - K_2)$ を含む2つの面が可視である。この判定を行なうために、 $K - K_0, K_1 - K_0, K - K_1, K_2 - K_0$ を結ぶ直線の式を F_1, F_2, F_3, F_4 とし、視点の座標 (x_e, y_e) とすれば、点 E_1 では $F_3(x_e, y_e) \times F_4(x_e, y_e) < 0$ and $F_1(x_e, y_e) \times F_2(x_e, y_e) > 0$ 、



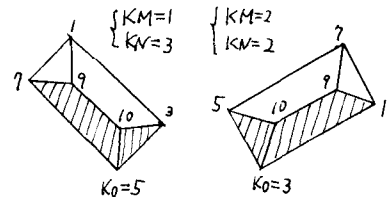
点 E_2 では $F_3 \times F_4 > 0$ and $F_1 \times F_2 > 0$ 、点 E_3 では $F_3 \times F_4 > 0$ and $F_1 \times F_2 < 0$ となる。図-2 ビルの面の可視判定

る。ここで $G_1 = F_1 \times F_2, G_2 = F_3 \times F_4$ とすれば、 $G_1 \times G_2 > 0$ では点 E_2 にあり2面が可視、 $G_1 \times G_2 < 0$ では点 E_1 または E_3 にあり、1面のみの可視となる。なおビルの屋上は視点かビルより高ければ可視となる。このような面の可視の判定は家の側面の可視判定にも適用できる。ただし家の

屋根の可視判定は前述した面と視線ベクトルの内積を用いて、図-3の4つの場合に分けて判定する。図-3で視点に近い点を K_0 とおく。視点が屋根の軒以下の時は斜線部分のみの可視判定をするだけでよい。 $KM = (K_0 \bmod 4 + 1) / 2$ 、



$KN = (K_0 + 1) / 2$ とすれば、図-3の左側2つは $KM=1$ 、右側は $KM=2$ であり、 KM と KN の値により、どの屋根の面の可視判定すればよいか容易に判断できる。高架道路については、床版部(プレートガーダー部等)を直方体ビルと同じ方法で可視判定描写する。橋脚部分は支柱(角柱又は円柱)と支承部(多面体)に分けて別々に描写する。



5. クリッピング処理

図3 家の屋根の可視判定の4つのケース

描写対象となる物体の任意の平面を描く場合、TV画面の表示範囲内か外かを判定して色をぬる位置を定める必要がある。1つの面が4つの点で構成されるとき、4つの点のうち、1点のみ、2点、3点、4点全部が範囲外に出る場合に分け、つぎにどの点が出るかを判定して、描写を行なう。

6. 仮想都市における実験例 道路数10本、ビル数60、高架道路のある横400m、縦250mの仮想都市に適用したところ、平面図描写に3分、3次元投視変換に10分、同描写に5分かかった。簡単なデータにもかかわらず景観描写に15分かかった。これが今回用いた8ビットマイコンの能力の限界である。今後はこの計算時間を短縮するのが課題である。それには計算の主要部分を機械語に変更するなどの方法が考えられる。