

東京大学 正中村良夫
建設省 ○正 甲村謙友
東京大学 学 小柳武和

I] 序

本研究はハーフトーン表示のコンピュータ・グラフィックスの土木構造物景観評価への応用と、コンピュータグラフィックス各手法の性能比較を扱ったものである。近年、都市内土木構造物の増加及び人々の環境保全への要求等により、土木構造物に於ても景観を考慮した設計が必要とされて来ている。このような設計を行うに当っては、構造物の景観予測を可能とさせる資料が正確迅速分かり易い視覚表現でもって得られる事が必須の条件となる。一方、電子計算機による図形処理を扱うコンピュータ・グラフィックスの進歩は著しく、各種の手法が開発され、線画透视图や簡単な立体の陰影表示が可能となっている。筆者らは、Windowingアルゴリズム及びLine scanアルゴリズムによる2つのプログラムを作製し、C.O.Mにより出力すると共に、小柳氏の作製した解析幾何学的アルゴリズムによるプログラムも加へ、これら3者について土木構造物景観予測に必須の前の条件の観点よりその性能を比較してみた。

II] 各手法のアルゴリズムの説明

(i) Windowingアルゴリズムによるプログラム

3次元物体を2次元に透視変換した後、画面を均等に4分して行き、或る注目しているWindow(4分された長方形の画面)について、それを含む多角形があり且つその多角形が一番前にあればそのWindowを多角形と光線の角度によって定まるshade intensityで塗りつぶす。Windowが全ての多角形の外にあればWindowには何も出力しない。その他の場合は更にWindowを分割して行き、分割能以下のWindowは全て濃く塗りつぶす。以上のプロセスで隠れ線処理を施し、陰をつけた透视图が出来る。この際、或るWindowが多角形の外(内)にあれば、4分して出来たWindowも多角形の外(内)にある。この性質を遺伝情報と言ひ、子Windowになる線間係を調べる多角形の数を少なくして計算時間が大きくなるのを防いでいる。(Fig. 2)

(ii) Line scanアルゴリズムによるプログラム

本方法を簡単に言えば、物体を透視変換した後、頂度テレビの画面の様に平行線群で画面を走査し物体を表現している。即、注目するscan lineと多角形の辺との交点を求め、それらを順番に並べた交点のリスト(CPリスト)と交点でscan lineが多角形に入ったか、出たかを表すリスト(IOリスト)を作っておく。次にscan line上を移動して行き、各交点での



Fig. 1 Windowing 法による
新交通システム軌道

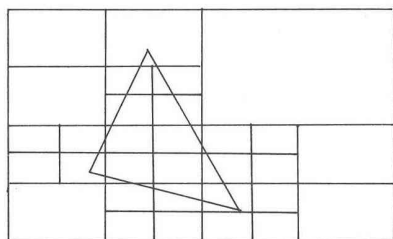


Fig. 2 Window の分割

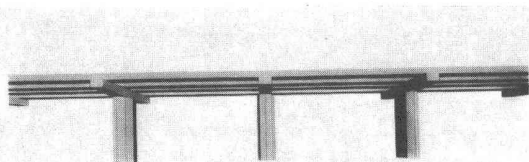


Fig. 3 Line scan 法による
新交通システム軌道

多角形の前後関係に応じて scan line の輝度を変化させて行くと陰をつけた隠れ線処理透视图が出来る。(Fig. 4) 猶、(i)(ii)の方法に伴い多角形の前後関係の判定は depth matrix を用いて必要な組のみを1度だけ調べれば良い様にして計算時間を短くしている。

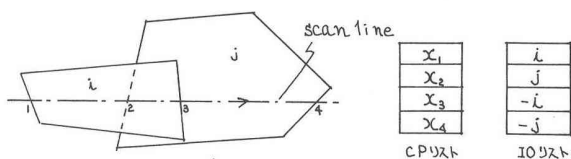


Fig. 4 Line scan 法の scanning operation

iii) 解析幾何学的アルゴリズムによるプログラム

物体を透視変換した後、注目する多角形の辺と他の辺の交点を求め、交点での多角形の前後関係より辺のその部分が見えるか見えないかを判断して、見える部分のみを出力する。この方法では、陰影は施して居らず隠れ線処理のみを取っている。

猶、(i)(ii)(iii)の各法伴、自分自身によって隠される物体の面(辺)は透視変換の後除去して計算時間を短くし、且橋脚等の様に繰り返す部材がある場合は1つの部材だけをデータとして入力し、他の同じ部材は計算機内部でデータを作らせて入力に要する努力を軽減しようとしている。

III] 各手法の性能比較

3種の手法を実際に計算機で計算を行なわせ、画像を出力させて比較した結果はTable-1の様になる。景観を考慮した設計を行うには、景観予測を可能とさせる資料が正確迅速に易い視覚表現で得られねばならない。この様な観点から見た場合、正確さについてはアルゴリズムに誤りがない限りは手作業で透视图を描く場合の様に隠れ線処理を誇ったり陰影をつけ間違える事は3者伴に無い。次に迅速さについては、CPU time の観点だけではなく、turn around time 的な観点よりも評価されねばならない。そこでデータ入力、記憶容量についての比較が入るのであるが、前者は3者伴に入力カードの枚数を減らそうと努力しているものの依然として大きく、土木構造物を表現しようとした場合最低でも200枚程必要であり、この点の改良が必要である。後者については計算機メモリを使用する場合一般に必要な記憶容量によってジョブの優先度が決まる為である。視覚表現の分かり易さについてはハーフトーン表示を行う事によって立体感が強く出、平行面の分別も行い易くなる事が上げられる。亦、一般にWindowing法は図形が複雑になってもCPU timeはさほど増加しないと言われているが、それを調べた結果はFig-5の様になった。定性的には一般に言われている事と一致するが、Line scan 法の方がCPU

方法	Windowing法	Line scan法	解析幾何学法
データ入力	大	大	大
CPU time	大	小	大
必要とする記憶容量	大	小	大
図形の複雑度増加によるCPU times増加	小	小	大
画像の精度	悪	良	良
ハーフトーン表示	可	可	不可

Table. 1

timeは短い。以上を総括して見た場合、土木構造物の景観評価に用いるには3者の内では、Line scan法が最も適当であると思われる。

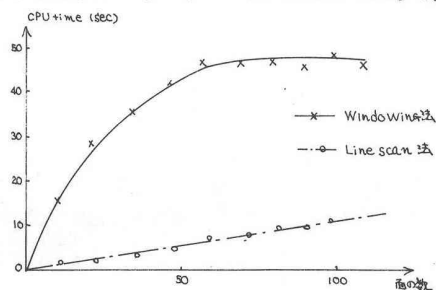


Fig. 5

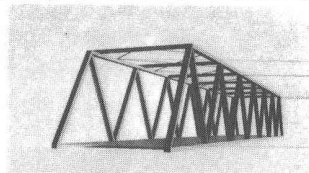


Fig. 6 Line scan 法によるトラス橋

IV] 備考

図形を出力するに際して用いた計算機はIBM360/195, 出力器はCALCOMP900/937/16.70である。CPU timeはFig. 1で68sec, Fig. 3で14sec, Fig. 6で60secであった。