

2N-1

GEOMETRY_BASIC を用いた

幾何解析計算の応用

猪原徹、島田静雄、佐藤尚、近藤邦雄
埼玉大学工学部情報工学科

1 はじめに

CADなどの構造計算をするとき、頻繁に幾何の計算が必要になる。このようなとき、端末のそばに紙や電卓をおいて計算することになる。そして、この計算は複雑になることが多い。特に3次元の図形の解析では、直観的には分かっても実際に数値的に計算するときには、計算が複雑で手で計算することは大変な作業である。この計算を簡単にすることを目的にして、GEOMETRY_BASICは作られた。

本研究ではこのGEOMETRY_BASICを、手計算で大変な複雑な幾何計算を必要とする2・3次元形状の解析に利用し、その効果を評価した。

2 GEOMETRY_BASICとは

2.1 概要

幾何言語GEOMETRY_BASIC(以下G-BASICと記す)はJIS基本BASICの言語仕様に準拠しており、幾何の計算に便利な機能を追加したものである。点・直線・線分・平面・円・球・矩形要素・座標系などを幾何学的要素のデータタイプとして扱うようになっていて、それらのデータ間の算法が定めてある。代数的方法を用いなくても、幾何の作図を行ないながら、求めたい結果を数値として得ることができるプログラムである。

このように、言語自体が幾何計算に適したように作成されているので、普通のBASIC言語を用いてプログラミングすると複雑になってしまう難しい問題も、G-BASICを用いれば簡単にまた簡潔にプログラミングすることができる。

例えば、二次元においては円と円の交点や、点から円に引いた接線を求めたりすること、三次元においては平面と平面の交線や、直線と平面の交点を求めたりすることは、結構めんどくさい作業であるが、G-BASICを用いれば、普通の演算記号 $+$ $*$ $/$ だけでなく、論理和を求める $@$ と論理積を求める $&$ を演算記号に加えてあるので演算として簡単に求めることができる。

その他の特徴としては、代入文が作図のコマンドを兼ねており、代入文の実行だけで画面に図形が表示されることが挙げられる。この機能によって、よりインタラクティブなシステムに仕上がっている。

2.2 ワークステーションへの移植

本研究を行なうために、G-BASICをワークステーションに移植した。

このプログラムは、もとはすべてFORTRANで書かれておりパーソナルコンピュータ上で動作していた。プログラムを大まかに分けるとBASICのコマンド解析部分、幾何計算部分、グラフィックス出力部分の3つになる。ワークステーションへの移植に際して、グラフィックス出力部分はC言語に移行し、Xウィンドウで動作するように新たに作成した。その他の部分はコンパイラ及びマシン依存の部分を多少変更した。

3 G-BASICを用いた幾何解析計算例

(1) モーレーの定理の応用

“三角形ABCの内角の三等分線の隣合う2つずつの交点X、Y、Zは、正三角形の頂点をなす”、というモーレーの定理を用いて、三角形の3点の座標を与えたときの、モーレーの定理によって得られる正三角形の頂点の座標を求める。(図1)

(2) 4平面によって構成される4面体の頂点の計算
4つの平面を与えて、それに囲まれた4面体の4頂点の座標を計算する。(図2)

4 幾何図形解析におけるG-BASICの評価

G-BASICを用いて幾何解析を行なうときには、コマンドを直接入力して図形を描画するときにして、BASICプログラムを作成して実行によって図形を描画するにして、普通のBASICで行なうよりも、問題解決のためのプログラミングがやさしく、簡潔に行なうことができ、時間や労力をかなり節約することができることを確認した。

普通のBASICでは、交点の座標および交線の方程式を求めることは方程式を解くことと同じことを記述しなければならないが、G-BASICを用いれば演算子 $&$ を用いることで簡潔に記述することができた。プログラムも短くて済み、分かりやすく作ることができた。

```

ICS> list
 90 REM モーレーの定理の応用
100 DEF2PT P:DEF2ED E:DEF2LN L
105 DPWIND 0.,0.,200.:CLS
130 LET PA,PB,PC=60,50,0,0,70,0
140 EAB=PA@PB:EBC=PB@PC:ECA=PC@PA:GROFF
150 EBA=PB@PA:ECB=PC@PB:EAC=PA@PC
160 ATA=ATN2(EAC,EAB)/3.0
170 ATB=ATN2(EBA,EBC)/3.0
180 ATC=ATN2(ECB,ECA)/3.0
190 EW1=MROT(ATB,PB)*EBC:EW2=MROT(-ATC,PC)*EBC:PX=EW1&EW2
200 EW1=MROT(ATC,PC)*ECA:EW2=MROT(-ATA,PA)*ECA:PY=EW1&EW2
210 EW1=MROT(ATA,PA)*EAB:EW2=MROT(-ATB,PB)*EAB:PZ=EW1&EW2
220 GRON:PX=PX:PY=PY:PZ=PZ
230 LAY=PA@PY:LAZ=PA@PZ
240 LBZ=PB@PZ:LBX=PB@PX
250 LCX=PC@PX:LCY=PC@PY
260 EXY=PX@PY:EYZ=PY@PZ:EZX=PZ@PX
270 PRINT "xy=";DIS(PX,PY),"yz=";DIS(PY,PZ),"zx=";DIS(PZ,PX)
280 PRINT "x(";PX;") y(";PY;") z(";PZ;)"
290 END
ICS> run
xy= 11.3189      yz= 11.3189      zx= 11.3190
x( 47.3422      11.1638 ) y( 55.0561      19.4471 ) z( 44.0256      21.9859 )
    
```

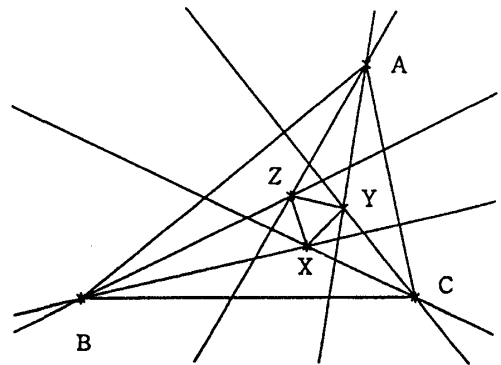


図1 モーレーの定理の応用

```

ICS> list
 90 REM 4平面に囲まれた4面体の頂点
100 DEF3PT P:DEF3ED E:DEF3LN L:DEF3PL F:DEF3TR T
110 DPWIND 0.0,0.0,30.0:CLS:T=100*T
120 LET F1=1,2,3,20
130 LET F2=1,2,-3,-20
140 LET F3=1,-4,-2,10
150 LET F4=14,3,-2,-20
160 DPENTX 2:L12=F1&F2:L23=F2&F3:L34=F3&F4:DPENTX 1
185 P1=L12&F3:P2=L12&F4:P3=L23&F4:P4=L34&F1:DPENSZ 4.0
190 E1=P1@P2:E2=P2@P3:E3=P3@P4:E4=P4@P1:E5=P2@P4:E6=P3@P4
200 DPENSZ 1.0
210 PRINT "P1(";P1;)"
220 PRINT "P2(";P2;)"
230 PRINT "P3(";P3;)"
240 PRINT "P4(";P4;)"
300 END
ICS> run
P1(-7.77778      3.88889      -6.66667 )
P2( 0.5333333    -0.266667     -6.66667 )
P3(-0.465117E-01  4.37209      -3.76744 )
P4(-1.79856      7.62590      -11.1511 )
    
```

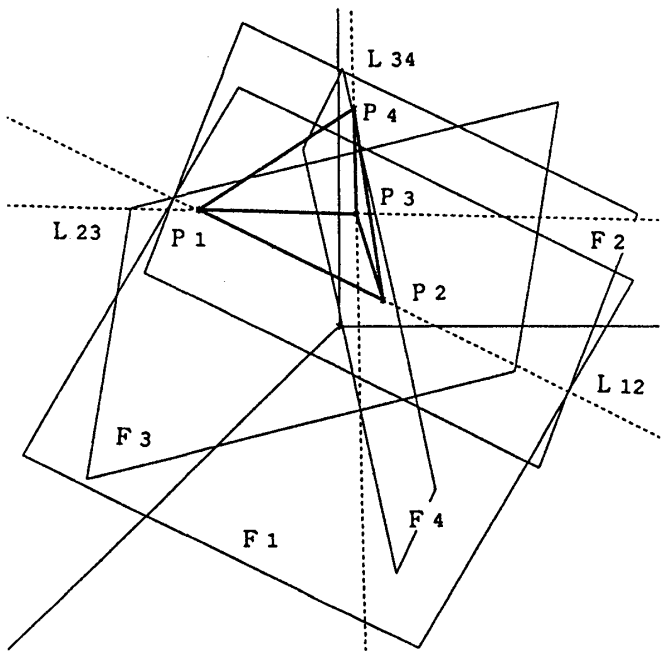


図2 4平面に囲まれた4面体の頂点

5 マウスを用いた入力方法

より操作性を向上させるために、数値だけでなく、マウスによっても図形の入力が必要であると考えた。画面上でマウスをクリックすることにより図形の座標を与えて図形を描画できる。マウスによる入力の欠点は画面のピクセルよりも小さい単位で数値を指定できないことであるが、正確な座標を与える必要がないときには操作性が良くなり、また、正確な座標を与えたいときには、マウスで入力したあとに、正確な数値に置きかえることができるようにしておくことで解決できる。また、コマンドもメニューで選択できればより操作性が向上するであろう。

マウスの操作を可能にすれば、プログラム作成の経験が少なくても簡単にこのシステムを使用できるようになるであろう。

6 まとめ

幾何図形の解析にG-BASICを利用して見たが、問題解決のためのプログラムが簡潔に作成できた。そして、よりインタラクティブなシステムにするためにマウスによる入力方法を提案した。

参考文献

- [1] 島田、“幾何の計算に便利な言語 G-BASIC”、マイコンサーキュラ第13巻第2号、(1988)
- [2] 島田、“幾何の計算に便利なコンピュータ言語“G-BASIC”の文法”、(1988)
- [3] 島田、田嶋、近藤、“幾何言語 (GEOMETRY) の開発とその図学教育への応用”、第2回 NICOGRAPH 論文コンテスト論文集、(1986)、165-173