

中小工場向けCAD/CAMソフトの開発 (第4報)

—パソコンCAD/CAMソフトの開発—

佐野照雄・萩原起夫・大柴勝彦・藤原和徳・萩原 茂・岩間貴司

Development of CAD/CAM Software for Small and Medium-size Factory (Part IV)

— Development of CAD/CAM Software by Personal Computer —

Teruo SANO, Tatsuo HAGIHARA, Katsuhiko OSHIBA, Kazunori FUJIHARA
Shigeru HAGIHARA and Takashi IWAMA

要 約

NC工作機械用の市販CAD/CAMシステムは機能的には優れているが高価であり、中小企業にとってなかなか導入できないのが実状である。そこで16ビットタイプのパソコン(PC98シリーズ)を使用し、市販のCADソフト(AutoCAD-GXⅢ)をベースにワイヤーカット用のパソコンCAD/CAMソフトの開発を行った。この方法としてはLISP、C言語によってCAM機能を有する各種ソフト開発を行い、これをAutoCADの外部コマンドとして登録した。ハードウェアは、パソコン本体にマウス、プリンタ、プロッタおよびリーダー・パンチャからなっている。

1. まえがき

本研究は、山梨県機械電子工業会が昭和61年度から3ヶ年計画で進めてきた地域中小企業技術高度化事業(テーマ名:中小工場向けCAD/CAMソフトの開発)の中で63年度に行われたものである。「パソコンCAD/CAMソフトの開発」は、パソコン上にCAD/CAMシステムを構築し、中小工場に導入することを目的としている。

昨年度の研究¹⁾では、レーザ加工機用のCAD/CAMシステムの試作を通して、パソコンCAD/CAMシステム開発のために必要な基礎的な研究成果を得た。

本研究では、昨年度の研究成果に基づいて、ワイヤー放電加工機用のパソコンCAD/CAMシステムを開発した。

システムは、汎用CADシステムのAutoCADをベースとして、CAM機能の付加とCADのカスタマイズによって構築した。

2. システムの概要

開発に当たり、拡張性に富んだ汎用のCADシステムをベースとして、CAM機能を付加し、更にCADをカスタマイズすることによって、CAD/CAMシステムを構築して行く方法が時間的および人的に限られた中では合理的である。

このような理由から、汎用パソコンCADであるAutoCADをベースにCAD/CAMソフトを開発し、CAD/CAMシステムを構築した。

2-1 対象加工機

対象としたワイヤー放電加工機の構成を以下に示す。

・ワイヤー放電加工機

ソディック BF-250

テーブル左右移動距離(X軸) 200mm

テーブル前後移動距離(Y軸) 300mm

テーブル加工制御角 $\pm 6^\circ$

- コントローラ
ソディク BF-1
直線補間、円弧補間、テーパ加工。

2-2 ハードウェア構成

システムの基本構成を図1に示す。パソコンはPC-98XL² (CPU Intel 80386、40MBハードディスク内蔵) を使用し、周辺装置としてディスプレイ、プリンタ、マウスおよび紙テープリーダー・パンチャなどが接続されている。

2-3 ソフトウェアの構成

ソフトウェアの基本構成を図2に示す。

OSに日本語MS-DOS (ver.3.1) およびCADとしてAutoCADを用いている。ソフトウェアは、図面作成用のCADコマンドと機械加工のためのCAM用コマンドに大別される。

2-4 システムの機能

本システムの流れを図3に示す。CADで描いた図面から加工図形を定義し、NCコードを生成する。

本システムは、NCコードデータの生成を2パス方式で行う。1パス目で一般的な座標点データを生成し、2パス目で各対象加工機に適應させたNCコード情報を生成する。

主要な機能は、次の通りである。

- 形状生成コマンド

加工図面から加工用の形状を定義する。定義した形状は座標点のデータのテキストファイルとして登録する。

- NCコード生成コマンド

形状生成コマンドで生成した加工形状の座標点データ、加工シーケンスおよびコードテーブルファイルからワイヤー放電加工機に適應したNCコードファイルを生成する。

- 工具経路シュミレーションコマンド

NCコード生成コマンドで生成したNCコードファイルおよびコードテーブルファイルから工具経路シュミレーションを行う。

- 紙テープの出力コマンド

NCコードファイルを紙テープリーダー・パンチャへ出力しNCテープを生成する。

- 紙テープの入力コマンド

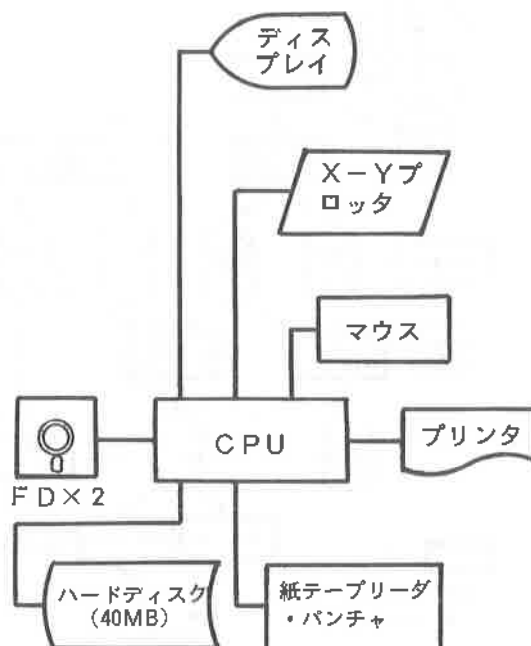


図1 ハードウェアの構成

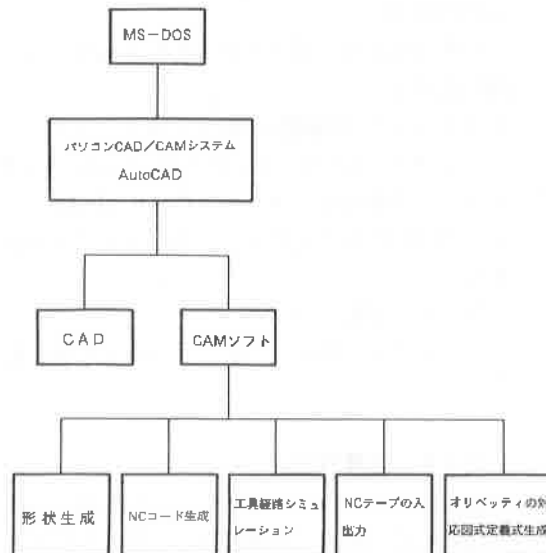


図2 CAD/CAMソフトの構成

紙テープリーダー・パンチャでNCテープを読み取りNCコードファイルを生成する。

- 原点移動コマンド

作図図面の原点を指示された座標点に移動する。

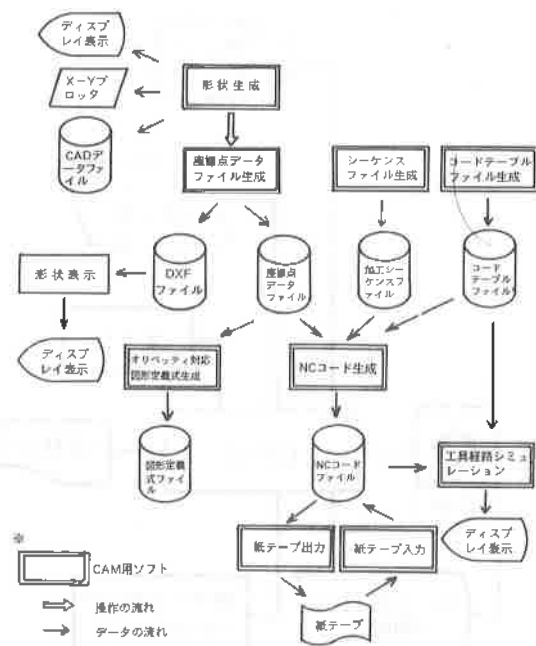


図3 システムの流れ

- 座標軸表示
図面範囲内の座標軸を表示する。
- 円の分割
円を分割して、始点と終点を有するポリライン図形化する。
- オリベッテイ用図形定義式生成コマンド
プロフィール生成コマンドで生成した座標点データファイルからオリベッテイCAD/CAMシステム用の図形定義式を生成し、そのファイルを生成する。
- ファイル編集コマンド
エディタを起動し、テキストファイルを編集する。

2-5 画層の設定

図面は、用途によっていくつもの画層に分けて作成できる。画層は、製図などで使用するトレーシング・ペーパーにその考え方が似ており、設定できる画層数は無制限である。

画面に表示する色や線種は各々の画層の属性として決定しているが、個々の図形の色や線種を別個に指定することもできる。

本システムでは、AutoCADで作図する際、画層を次のように設定する。

- : AutoCADによって最初から設定されている画層。この画層は、削除することはできない。
- AUX : 補助線を描画する画層。
- DRAW : 作図線を描画する画層。
- DIM : 寸法線を描画する画層。
- PROFILE : 形状定義した図形を描画する画層。
- SIMUL : 工具経路シミュレーションを描画する画層。

2-6 メニュー

実際に、AutoCADで図面を作成するためには図面エディタ（AutoCADの図面作成モード）にコマンド入力しなければならない。コマンドの入力方法には、キーボードからの直接入力とメニュー選択による入力の2つがある。

メニューは、図面エディタの右側のスクリーンメニュー領域に表示され、階層型のツリー（木）構造になっている。メニューの操作は、マウスによって行う。

メニューは、メニューファイルとして登録することにより専用のメニューを作成、使用することができる。

本システムでは、CAD/CAM用に開発した専用のメニュー・ファイルを使用している。

1	…形状番号
155.2529931	…始点のX座標
117.86802	…始点のY座標
L	…直線
161.6583846	…目的点のX座標
125.7619409	…目的点のY座標
C	…円弧
159.0810863	…目的点のX座標
127.6212078	…目的点のY座標
CCW	…反時計回り
144	…中心のX座標
104	…中心のY座標
28.02	…円弧の半径
L	
159.5690556	
128.4663954	
⋮	
⋮	

図4 座標データファイル例

3. NCコード生成の概要

3-1 形状生成

形状生成は、大きく分けて輪郭形状を生成する機能と生成した輪郭形状から座標点データファイルを生成する機能から構成される。

CADで描いた図形から加工用の輪郭形状を生成するには、加工対象図形群をポリライン図形に変換しなければならない。

ポリライン図形は、頂点の集合として表現された図形である。ポリラインの各頂点間の要素は、直線か円弧である。

基本図形群をポリライン図形に変換するためには、基本図形群の要素の端点が一致していなければならない。

このため、コマンドは端点の一致をチェックするための機能と基本図形群をポリライン化する機能の2つを有している。

生成した輪郭形状を座標点データに変換し、ファイルに登録する。この際、表示用にDXFファイルも生成する。

座標点データファイルのデータ例の一部を図4に示す。

この座標点データから、NCコードデータファイルとオリベッティCAD/CAMシステム用図形定義式データファイルを生成する。

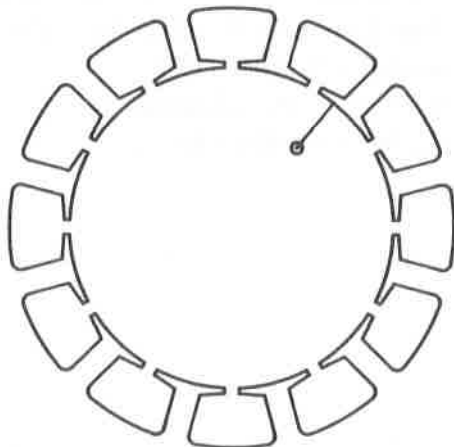


図5 輪郭形状例

3-2 NCコード生成 (ポストプロセッサ)

NCコードデータを生成するためには、上記の座標点データファイルの他にコードテーブルファイルおよび加工シーケンスファイルの3種類のファ

イルを必要とする。

図5の輪郭形状を3種類のファイルを参照して生成したNCコードの例の一部を図6に示す。

```
%
G90
G92X155.253Y117.868
T84
G42H190C120
G01X155.253Y117.868
X161.658Y125.762
G03X159.081Y127.621I-17.658J-21.762
G01X159.569Y128.466
X163.459Y126.570
X168.476Y131.587
G03X168.365Y133.810I-1.061J1.061
X163.200Y137.342I-24.365J-29.810
X157.633Y140.005I-19.200J-33.342
X155.653Y138.991I-0.531J-1.403
G01X153.817Y132.137
X157.404Y129.716
```

図6 NCコード例

```
START_MARK $ %
END_MARK $ %
UNITS UNITS mm,3,0
SEQUENCE_NUMBER 4 OFF
GOTO A G00,X,Y
LINE A G01,X,Y
CW A G02,X,Y,I,J
CCW A G03,X,Y,I,J
DWELL - G04,X
OFFSET_CANCEL D G40
OFFSET_LEFT D G41,H
OFFSET_RIGHT D G42,H
GOTORP F G28
RP_CANCEL F G29
TAPER_CANCEL H G50
TAPER_LEFT H G51,A
TAPER_RIGHT H G52,A
ABSOLUTE COORD G90
RELATIVE COORD G91
ORIGIN J G92,X,Y
PROGRAM_STOP + M00
PROGRAM_END + M02
MACHINING_OFF + M06
MACHINING_CONDITION + C
PUMP_ON + T84
PUMP_OFF + T85
FS + F
```

図7 コードテーブルファイル例

```

DEFINE ...宣言部開始
END ...宣言部終了
MAIN_SEQUENCE ...加工シーケンス開始
START_MARK
ABSOLUTE ORIGIN X(155.253) Y(117.868)
PUMP_ON
OFFSET_RIGHT H(190) MACHINING_CONDITION C(120)
PF A:YGX3*WIRECUT*PFYSTORE.PF
PROGRAM_END
END_MARK
END ...加工シーケンス終了

```

図8 加工シーケンス例

NCコード生成は、各加工機ごとに対応しなければならない要素が多い。コードテーブルファイルは、この要素をひとつのファイルに登録することによって、ポストプロセッサの汎用性を高めることを目的としている。図7は、コードテーブルファイルの一例である。

加工手順はユーザごとに違い、ユーザ自身が細かい指示をする必要がある。このため、加工手順を加工シーケンスファイルとして登録できるようにしている。図8は、加工シーケンスファイルの一例である。

4. 考 察

今回開発したワイヤ放電加工機用CAD/CAMシステムは、同一の加工シーケンスで各加工機に対応できることを目的とした。基本的なコードのレベルでは問題ないが、各加工機に依存した部分を完全にカバーすることはできなかった。これは、今回定義したコードテーブルファイルだけでは構造が単純すぎるためと考えられる。

NCコード生成に要する時間は、AutoLISPで開発したレーザ加工機用NCコード生成コマンドと比較して大幅な時間短縮を図ることができた。

形状生成は、かなり時間を要する。これは、図形の端点の一致をチェックする部分に時間がかかるためである。

加工経路のシミュレーションは、基本的な動きをシミュレーションする程度であり、今後の検討

を要する。

5. まとめ

前回の研究成果を基礎として、市販のパソコンCADであるAutoCADをベースに、ワイヤ放電加工機用パソコンCAD/CAMシステムを開発した。機械設計用CADコマンド、形状生成およびNCコード生成などのCAMソフトを開発し、それを付加することにより、システムを構築した。NCコード生成を2パス方式にして、汎用性を高めることができた。

文 献

- 1) 佐野他：昭和62年度山梨県工業技術センター研究報告、2、P32~37
- 2) オートデスク(株)：AUTOCAD™ ユーザ・リファレンス、
- 3) オートデスク(株)：AUTOCAD™ 応用編
- 4) オートデスク(株)：AUTOLISP™ アプリケーション開発のために
- 5) ソディック(株)：ワイヤ放電加工機 説明書
- 6) 横山哲男：NC加工、啓学出版(1986)
- 7) 竹内芳美：パソコンCAD/CAM、工業調査会(1984)
- 8) RODNEY A. Brooks 著、井田昌之訳：Commonlisp プログラミング、丸善(1986)
- 9) Guy L.Steele Jr.著、井田昌之訳：Common-LISP、共立出版(1987)
- 10) NCハンドブック編集委員会編：NCハンドブック、日刊工業新聞社(1967)