

규칙베이스 전문가 시스템을 이용한 NC프로그래밍

서 영 곤* · 박 양 병*

A Rule-Based Expert System for NC Part Programming

Young-Gon Seo*, Yang-Byung Park*

Abstract

Traditionally, programs for NC machine tools have been created using either a manual method or a computer-assisted method. However, both methods are known to be complex, time-consuming and error-prone. This paper presents an intelligent system, called "INPPC" which is interfaced with a CAD system to generate APT NC part program automatically. The INPPC is developed by using VP-Expert rule-based expert system development tool, and obtains the information about the part shape by searching the CAD database, about the process by asking the related questions to the user, and about the machine tooling by searching the tool database. The INPPC is implemented on an IBM compatible PC/AT under MS-DOS, and its performance is demonstrated by consulting a simple example problem.

1. 서 론

NC프로그램을 작성하는데는 가공부품의 형상 정의, 공정계획, 가공방법 변경에 따른 공구 선정 및 교환, 공구경로 등에 대한 정보를 필요로 한다. 가공부품에 대한 형상을 정의하고 공구경로를 결정하기 위해서는 가공위치에 대한 좌표값을 산정해야 되는데 이는 매우 번거로운 작업일 뿐만 아니라 생산상의 오류를 범할 가능성이 높

다. 또한 가공정도, 가공방법, 공구선정 및 교환 등과 같은 공정에 관련한 사항을 결정하기 위해서는 가공에 대한 상당한 지식과 경험을 필요로 한다. 따라서 그동안 NC프로그램은 부품 프로그래밍 언어와 가공에 대한 전문적인 지식을 갖추고 현장에서 오랜 경험을 쌓은 전문가에 의해 작성되어 왔다. 그러나 전문가의 부족과 제품수명의 단축, 다품종소량생산으로의 전환 등으로 NC 프로그램을 자주 작성할 필요가 생기기에 따라 비전문가일지라도 쉽고 빠르게 정확한 NC프로그램을 작성할 수 있도록 해주는 시스템의 개발이 요구되었다.

* 경희대학교 공과대학 산업공학과 (Department of Industrial Engineering, Kyung Hee University)

본 논문에서는 저자들에 의해 연구된 NC 부품 프로그래밍을 위한 전문가 시스템의 한 모델 (Intelligent NC Part Programming Interfaced with CAD: INPPC)을 소개하고자 한다. INPPC는 CAD 적용에 따라 구축된 데이터베이스로부터 얻어진 부품에 대한 형상정보와 사용자가 입력한 공정계획에 대한 정보를 이용하여 APT(Automatically Programmed Tool) 언어 [1]를 기초로 구축된 지식베이스를 통해 NC 프로그램을 생성한다. CAD를 이용하여 NC 프로그램을 생성하는 연구는 그 동안 여러 학자들에 의해 연구가 수행되어 왔으며, 최근의 주요 연구로는 F.R. Jacobs[3], S.H. Yeo[4], B.O. Nnaji [5], A.H. Juri[6], M.E. Ssemakula[7] 등에 의한 것을 들 수 있다.

Jacobs는 CAD로부터 얻은 형상정보를 이용하여 편칭작업을 위한 NC 프로그램을 생성하는 전문가 시스템을 구축하였다. 그러나 이 시스템은 매우 단순하여 가공정도, 주축 회전률, 공구 이송속도 등과 같은 가공조건에 대한 내용을 프로그램에 반영하지 못한다. Yeo는 회전형상부품의 가공을 위해 CAD로부터 부품 형상정보를 추출하여 공정계획과 NC 프로그램을 생성하는 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 CAD로부터 부품 형상인식을 위해 필요한 지식을 지식베이스로 구축해 놓고 검색하도록 하였으며 NC 코드로 작성된 프로그램을 생성한다. Nnaji는 조립가공 로봇의 프로그램을 생성하는 전문가 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 조립부품에 대한 형상과 조립위치 등에 대한 정보를 CAD로부터 인식하여 그리퍼의 선택 및 로봇트 동작 명령을 지식베이스로부터 생성하도록 되어 있다.

기존의 연구와 비교해서 INPPC는 일반 NC 프로그래머에게 익숙한 APT 언어로 작성된 부품 프로그램을 생성하게 되며, 비록 제한된 범위이지만 회전형상부품과 비회전형상부품을 함께

취급할 수 있으며, 또한 CAD 설계과정에서부터 부품 프로그램 생성과정까지를 통합하여 하나의 전문가 시스템에서 수행할 수 있도록 설계되었다는 특징이 있다. 특히 본 논문에서 소개한 자동 NC 부품 프로그램 생성에 대한 연구는 컴퓨터에 의한 생산시스템의 통합(CIM)을 부분적으로 구현한다는 측면에서 그 의의를 강조할 수 있다. INPPC는 IBM/PC 호환기종에서 실행되며, AutoCAD 소프트웨어[8]와 VP-Expert 전문가 시스템 셸[9]을 사용하여 개발되었다.

2. INPPC

2.1 INPPC의 개요

INPPC는 CAD로부터 추출된 부품의 가공치수, 좌표, 형상 등에 대한 정보와 사용자가 입력한 가공할 부품의 재질, 가공순서, 가공정밀도, 가공속도 등의 공정계획에 대한 정보를 이용하여 자동으로 NC 프로그램을 생성해 준다. 가공 대상 부품은 반경이 일정한 곡선, 구멍 및 테이퍼를 갖는 회전형상부품과 내부구멍 및 포켓 등을 갖는 비회전형상부품이다. 회전형상부품의 경우에는 선삭작업을 위한 NC 프로그램을 작성해 주며, 비회전형상부품의 경우에는 한 개의 수직축을 갖는 머시닝 센터에서 밀링, 드릴링 작업을 수행할 수 있는 NC 프로그램을 작성해 준다. 그림 1은 INPPC가 취급할 수 있는 부품의 예를 몇개 보여준다.

INPPC는 크게 CAD를 이용한 부품설계, 부품 형상인식, 부품 프로그래밍의 세단계로 이루어져 있다. 각 단계들을 순차적으로 모두 수행함으로써 하나의 NC프로그램이 생성되며 필요에 따라서 각 단계를 개별적으로 반복 수행할 수도 있다. 그림 2와 그림 3은 INPPC의 개략적인 구성도와 흐름도를 각각 나타낸다. INPPC의 모든

과정은 VP-Expert 환경에서 수행되도록 설계되었으며, VP-Expert 고유의 여러 다양한 user-friendly 기능을 그대로 갖추고 있어 시스템의 기능을 더욱 향상시켜 준다. INPPC의 전체 프로

그램은 저자들로부터 입수할 수 있으며, 참고로 INPPC 지식베이스의 일부가 부록 1에 소개되어 있다.

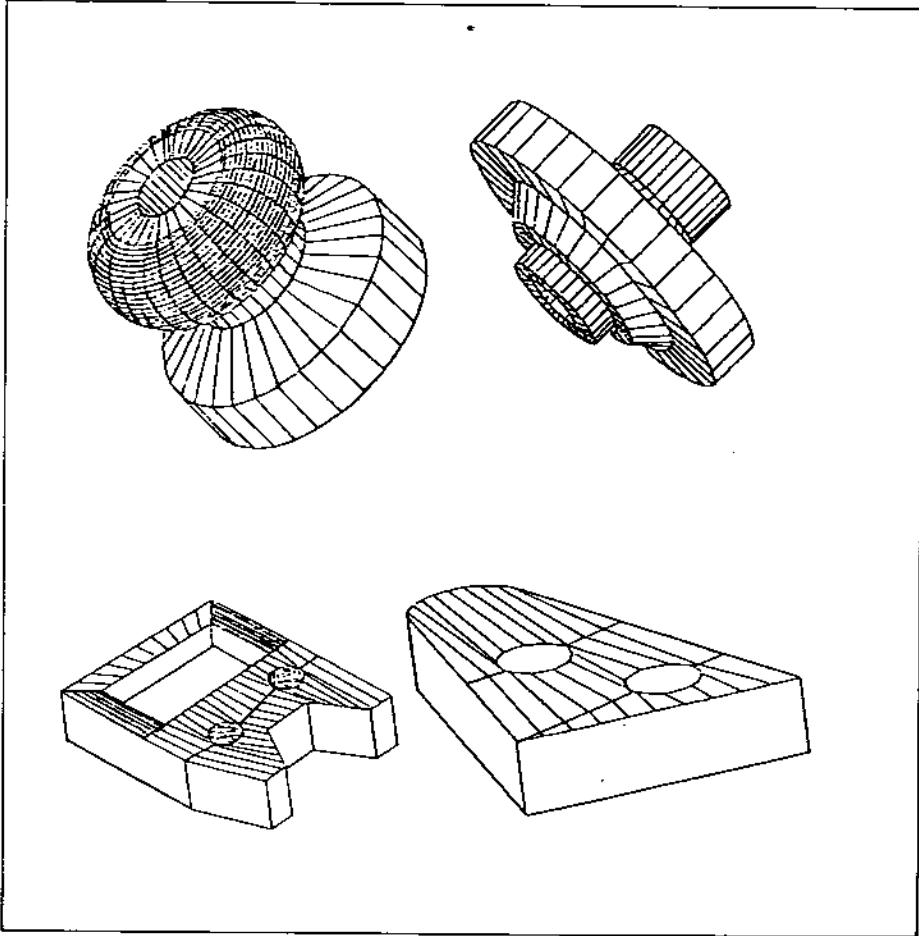


그림 1. INPPC가 취급할 수 있는 부품의 예

2.2 CAD를 이용한 부품설계 단계

CAD를 이용한 부품설계 단계는 AutoCAD 소프트웨어를 이용하여 3차원 형상의 부품을 그린 후, 이를 비그래픽 데이터인 DXF(Data eXchange Format) 파일로 변환하는 과정이다. DXF 파일은 각각의 고유한 의미를 갖는 그룹코

드와 좌표값으로 구성되어 있으며 설계한 부품의 형상을 추출하기 위해서는 엔티티 절에 저장된 정보만을 이용한다. DXF 파일은 BASIC, Pascal, C 등의 언어로써 구축된 프로그램에 의해 읽혀질 수 있어 추후 부품형상 인식 정보의 추출을 위해 사용된다.

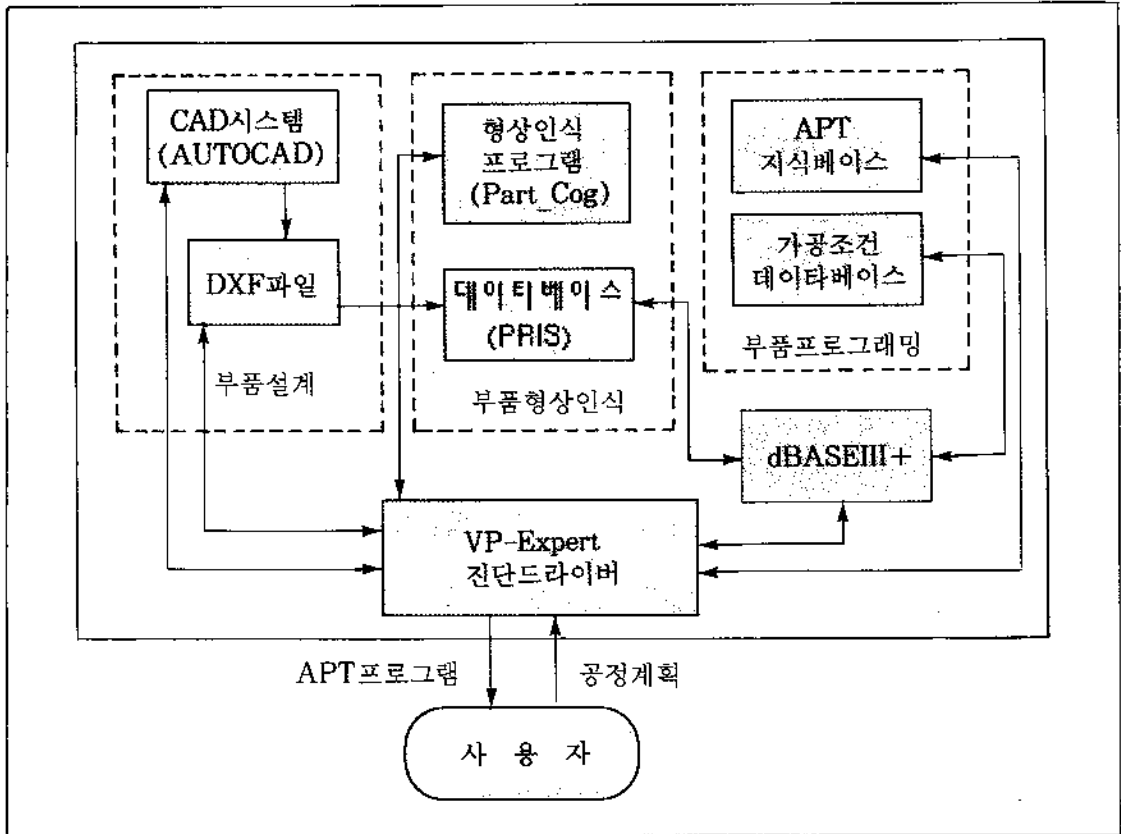


그림 2. INPPC의 구성도

2.3 부품 형상인식 단계

부품 형상인식 단계는 CAD 적용에 의해 생성된 DXF 파일로부터 부품 형상정보를 추출하여 dBASE III + [10] 데이터베이스에 저장하는 과정이다. 즉, 부품 형상정보 추출을 위한 프로그램의 실행과 추출된 정보를 INPPC가 관리할 수 있는 데이터베이스의 구축이 이루어진다.

부품 형상정보의 추출은 저자들이 작성하여 Part_Cog라 이름 지은 부품 형상인식 프로그램에 의해 수행되는데, 프로그램은 총 약 1,100문장의 BASIC으로 작성되어 있다. 이 프로그램은 사용자로부터 부품명과 부품형태에 관한 정보를 입력받아 해당 DXF 파일을 읽어 면의 시작점

및 끝점, 원의 중심점, 깊이, 반경 등의 NC 프로그램에 필요한 부품 형상정보를 추출하여 부품명, 부품형태와 함께 PRIS.TMP(Temporary Part Recognition Information Storage) 파일에 임시로 저장한다. PRIS.TMP 파일내의 각 정보는 콤마에 의해 구분되며, 이 파일은 dBSE III + 환경에서 다시 PRIS 이름의 데이터베이스로 정리되어 INPPC가 자유롭게 관리할 수 있게 된다. 부록 2에 Part_Cog프로그램의 일부가 소개되어 있다.

Part_Cog프로그램은 DXF 파일을 읽어 들이는 부분, 회전형상부품 인식부분, 비회전형상부품 인식부분, PRIS.TMP 파일 생성부분으로 이

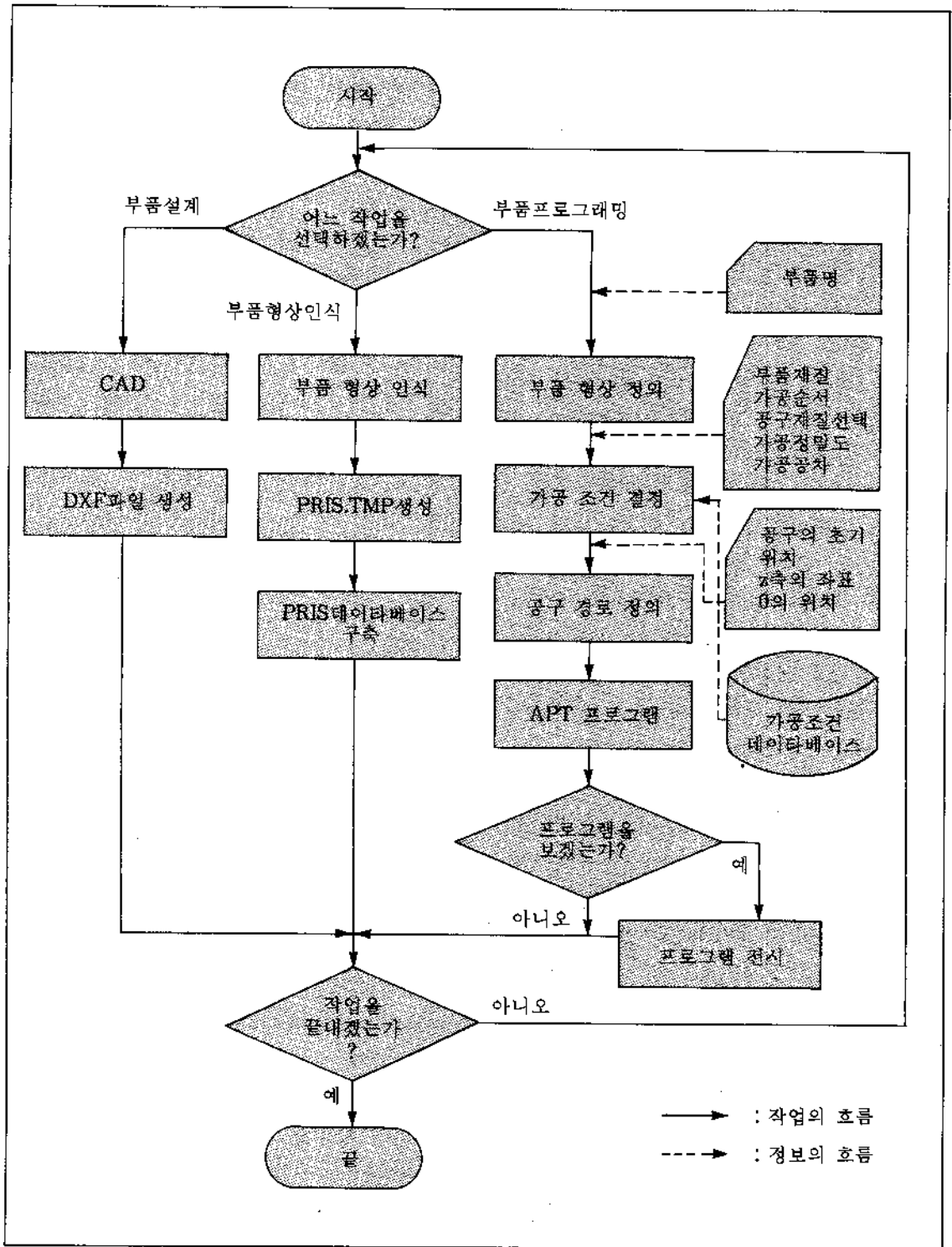


그림 3. INPPC의 흐름도

투어져 있다. DXF파일을 읽어 들이는 부분은 부품형상 인식을 위해 필요한 POLYLINE 엔티티, VERTEX 엔티티, 3DFACE 엔티티를 읽어 들인다. VERTEX 엔티티는 POLYLINE 엔티티의 그룹코드 70번의 값에 따라 회전체와 평면체로 분리되어 정리된다.

회전형상부품 인식부분은 CAD에서 사용자가 입력한 정점들 중 가장 큰 Y좌표값이 한개인 경우에는 이 좌표값을, 두개 이상인 경우에는 그 중 X좌표값이 가장 큰 정점을 초기점으로 선정하여 시계반대방향으로 정점들을 검색한다. 이때 초기점으로부터 가장 작은 X와 Y좌표값을 갖는 정점들까지의 정점들은 외부면을, 그리고 나머지 정점들은 내부면을 구성하는 것으로 인식한다. 내부면의 경우 회전형상을 이루는 동일한 순서의 정점들이 모두 서로 다른 좌표값이면 원형의 내부구멍이 있는 것으로 인식하여 원의 중심점 좌표값 및 반경을 구하게 된다. 외부면이나 내부면에 곡면이 있는 경우 DXF 파일의 VERTEX 엔티티에 나타나 있는 곡면의 정점들을 따로 분리하여 곡면의 시작점, 끝점, 반경 및 중심점을 구한다. 그리고 외부면의 경우 VERTEX 엔티티의 그룹코드 42번 값이 양수이면 곡면이 외부로 볼록한 것으로, 그룹코드 42번 값이 음수이면 내부로 오목한 것으로 인식한다. 내부면의 경우 VERTEX 엔티티의 42번 값은 외부면과 반대로 인식한다.

비회전형상부품 인식부분은 3DFACE의 좌표값을 이용하여 부품의 내·외부 평면을 인식하고, VERTEX 엔티티를 사용하여 곡면을 인식한다. 3DFACE 엔티티를 사용할 때는 인접한 3DFACE 엔티티의 그룹코드 값이 같은 점들을 서로 연결하여 내부면의 형상을 인식한다. VERTEX 엔티티를 사용할 때는 면(MESH)의 갯수가 30개 이상이면 원으로 인식하고 그 외면의 갯수가 3, 4, 5개이면 삼각형, 사각형, 오각

형 등으로 인식한다. 비회전형상 부품에서 내·외부면의 곡면을 인식하는 것은 회전형상부품에서 인식하는 방법과 동일하다. 마지막으로, PRIS.TMP 파일 생성부분은 Part_Cog프로그램이 DXF 파일을 읽어 추출한 모든 부품형상정보를 콤마에 의해 분리된 형태의 파일을 생성한다.

2.4 부품 프로그래밍 단계

부품 프로그래밍 단계는 총 175개의 규칙으로 이루어진 APT 지식베이스, 가공조건에 대한 자료를 내포하고 있는 가공조건 데이터베이스, PRIS 명의 CAD 데이터베이스, 그리고 사용자가 입력한 부품 및 공정 계획에 대한 정보를 이용하여 APT NC 부품 프로그램을 생성하는 과정이다. APT 지식베이스는 부품형상 정의를 위한 지식, 가공조건 결정을 위한 지식, 공구경로 정의를 위한 지식으로써 이루어져 있다. 이 단계를 수행하면 APT 언어로 작성된 부품 프로그램이 부품번호와 동일한 이름을 갖는 하나의 파일에 저장된다.

부품형상 정의를 위한 지식베이스는 PRIS 데이터베이스에 있는 정보를 읽어 가공할 부품에 대한 점, 선, 면 등의 정의에 대한 APT 프로그램을 작성한다. 가공조건 결정을 위한 지식베이스는 사용자가 입력한 가공할 부품의 재질, 가공순서, 공구의 재질 선택, 가공 정밀도, 가공 공차 등에 대한 정보와 가공조건 데이터베이스에 있는 정보를 토대로 공구선택, 주축 회전률, 공구 이송속도 등을 결정하여 이에 관한 APT 프로그램을 작성한다. 가공조건 데이터베이스에는 가공부품의 재질과 공구의 재질에 따라 추천할 만한 주축 회전률, 공구 이송속도 등의 정보가 저장되어 있으며 이들 자료는 dBASEⅢ+에 의해 관리된다. 가공조건 데이터베이스는 Machining Data 핸드북[12]을 일부 근거하여 구축하였다. 끝으

로 공구경로 정의를 위한 지식베이스는 부품 형상정의 지식베이스에 의해 정의된 점, 선, 면 등을 기초로 사용자가 입력한 공구의 초기위치에서 부터 공구가 이동하는 경로에 대한 프로그램을 작성한다.

3. 예 제

INPPC를 실행하여 APT 프로그램을 생성하고자 하는 부품이 그림 4에 나타나 있다. 이 부품의 설계는 Groover의 저서[11]로부터 발췌하여 일부 수정한 것이다.

INPPC 실행의 첫번째 단계인 부품설계는

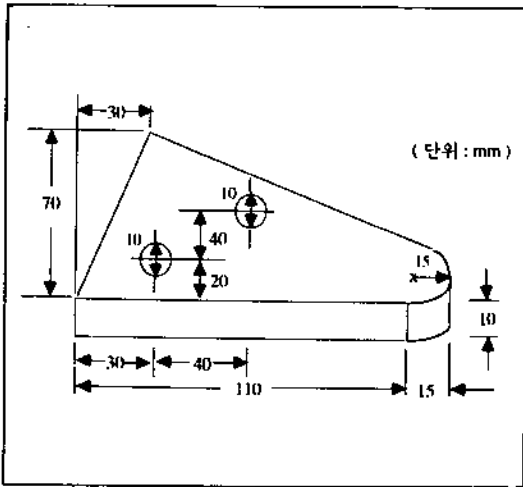


그림 4. 부품의 설계(예제)

AutoCAD를 이용하여 부품을 그리는 과정과 동일하며, 부품설계가 끝난 후 AutoCAD 환경에서 DXFOUT <생성될 DXF 파일의 이름>

명령을 입력하면 자동으로 DXF 파일이 생성된다. 두번째 단계인 부품형상 인식의 초기화면은 그림 5와 같으며 여기에 읽어들이 DXF 파일명, 부품명, 부품형태를 입력하면 PRIS.TMP 파일을 얻는다. 이 과정이 끝나면 곧 dBASEⅢ+ 환경으로 되며, dBASEⅢ+ 환경에서

APPEND FROM PRIS.TMP DELIMITED 명령을 입력하면 PRIS.TMP 파일의 정보가 PRIS 데이터베이스로 전송되어 이들 정보는 다음 부품 프로그래밍 단계에서 바로 사용할 수 있게 된다.

An Intelligent NC Part Programming
Interfaced with CAD : INPPC
PART RECOGNITION PHASE

INPUT THE DXF FILE NAME :

INPUT THE PART NAME :

WHAT IS THE PART CLASS?
ROTATIONAL PART
NONROTATIONAL PART

그림 5. 부품 형상인식 단계의 초기화면

INPPC의 마지막 단계인 NC 부품 프로그래밍의 실행과정이 아래의 그림 6에 보여진다.

Select the job you want to perform.
(If you want to perform no job, then press the question mark.)

DRAWING ACAD PART RECOGNITION PART PROGRAMMING ↵

What is the part I.D. for programming?

RPART1V1 NPART1V4 ↵ NPART2V3

RPART4V1

Part class of NPART1V4 is NONROTATIONAL.

Select the part material?

FREE CUTTING STEEL ↵	LOW CARBON STEEL	MED. CARBON STEEL
HIGH CARBON STEEL	ALLOY CARBON STEEL	MARAGING STEEL

NPART1V4 requires the following operation(s) ; MILLING, DRILLING

Which operation do you want to perform first?

MILLING	DRILLING ↵
---------	------------

Which operation do you want perform second?

MILLING ↵	DRILLING
-----------	----------

Select the tool material.

HSS ↵	WC
-------	----

Recommended spindle rate is 955 rpm.

Recommended feed rate is 242.5mm/min.

What is the precision for MILLING operation?

ROUGH ↵	FINISHING
---------	-----------

What is the inside/outside tolerance(mm)?

0.02

Recommended spindle rate is 381rpm.

Recommended feed rate is 48.4mm/min.

What is the current tool position(x,y,z)?

0,-10,0

What is the location of zero plane for the z-axis from the work surface?

+3

Now INPPC is ready to generate the NC program of NPART1V4.

Do you want to display it?

Yes ↵	No
-------	----

\$\$ This is the NC program of NPART1V4.

MACHIN/MACHINING CENTER,1

CLPRNT

PT0=POINT/0,-10,0

PT1=POINT/0,0,0


```
PT2 = POINT/30,20,0
PT3 = POINT/70,60,0
PT4 = POINT/110,20,0
PT5 = POINT/110,0,0
PT6 = POINT/30,70,0
LN1 = LINE/PT1,PT5
LN2 = LINE/PT6,LEFT,TANTO,CR1
LN3 = LINE/PT1,PT6
CR1 = CIRCLE/CENTER,PT4,RADIUS,15
PL1 = PLANE/PT1,PT5,PT6
TOOL/8
CUTTER/10.0
SPINDL/955
FEDRAT/242.5
COOLANT/ON
FROM/PT0
GOTO/PT2
GODLTA/0,0,-13
GODLTA/0,0,13
GOTO/PT3
GODLTA/0,0,-13
GODLTA/0,0,13
GOTO/PT0
INTOL/0.02
OUTTOL/0.02
SPINDL/381
FEDRAT/48.4
GO/TO,LN1,TO,PL1,TO,LN3
GODLTA/0,0,-13
GORGT/LN1,TANTO,CR1
GOFWD/CR1,PAST,LN2
GOFWD/LN2,PAST,LN3
GOLFT/LN3,PAST,LN1
GODLTA/0,0,13
GOTO/PT0
```

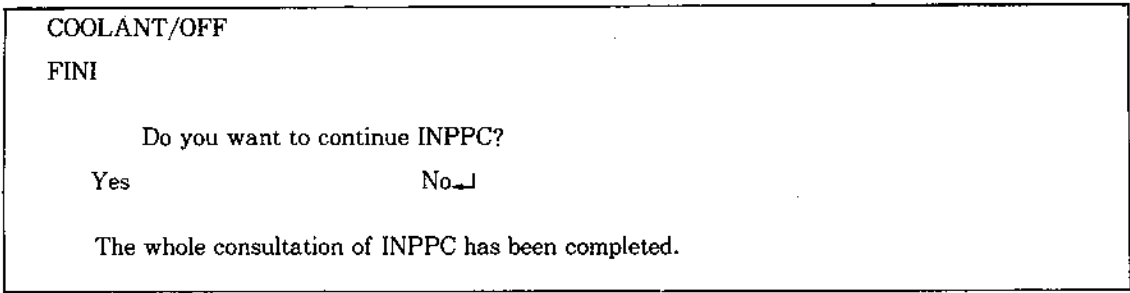


그림 6. INPPC의 부품 프로그래밍 단계 실행과정(예제)

4. 결 론

본 논문에서는 CAD 시스템으로 구축된 데이터베이스에 저장되어 있는 부품에 대한 형상정보와 사용자가 입력한 공정계획 정보를 토대로 APT NC 프로그램을 자동으로 생성하는 전문가 시스템의 한 모델(INPPC)을 소개하였다. INPPC는 AutoCAD를 이용한 부품설계, 부품형상 인식, 부품 프로그래밍의 세 단계로 구성되어 있으며, 전 과정은 VP-Expert 전문가 시스템 환경에서 수행될 수 있도록 설계하였다. INPPC는 반경이 일정한 곡선, 구멍 및 테이퍼를 갖는 회전형상부품과 내부구멍 및 포켓 등을 갖는 비회전형상부품을 대상으로 사용될 수 있으며, 작업

은 선삭, 밀링, 드릴링으로 한정되어 있다.

INPPC는 기존의 연구와 비교하여 일반 NC 프로그래머에게 익숙한 APT언어로 작성된 부품 프로그램을 생성하며, 비록 제한된 범위이지만 회전형상부품과 비회전형상부품을 함께 취급할 수 있으며, CAD 설계과정에서부터 부품 프로그램 생성 과정까지를 통합된 하나의 전문가 시스템에서 수행할 수 있도록 설계되었다는 특징이 있다. 본 논문에서 소개한 자동 NC 프로그램 생성에 대한 연구는 컴퓨터에 의한 생산시스템의 통합(CIM)을 부분적으로 구현한다는 측면에서 그 의의를 강조할 수 있다. 앞으로 CAD 적용에 의해 얻어진 부품 형상정보를 이용하여 공정계획을 수립하는 전문가 시스템 모델을 구축하여 INPPC와 결합하는 연구를 계속할 것이다.

참 고 문 헌

1. Chang, C.H., and Melkanoff, Michel A., *NC Machine Programming and Software Design*, Prentice-Hall International, 1989.
2. Ken, Pendersen, *Expert Systems Programming*, John Wiley & Sons, 1989.
3. Jacobs, F.R., Mathieson, K., Muth, J.F., and Hancock, T.M., "A Rule-based System to Generate NC Programs from CAD Exchange Files," *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 20, No.2, pp. 167-176, 1991.
4. Yeo, S.H., Wong, Y.S., and Rahman, M., "Integrated Knowledge-based Machining System for Rotational Parts," *International Journal of Production Research*, Vol.29, No. 7, pp. 1325-1337, 1991.
5. Nnaji, Bartholomew O., "CAD-based Schema for an Assembly Planning

Reasoner," *SME Expert System*, pp. 215-248, 1988.

6. Juri, A. H., Saia, A., and De Pennington, A., "Reasoning about Machining Operations Using Feature-based Models," *International Journal of Production Research*, Vol.28, No. 1, pp. 153-171, 1990.

7. Ssemakula, Mukasa E., and Satsangi, Ajay, "Application of PDES to CAD/CAPP Integration," *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 18, No. 4, pp. 435-444., 1990.

8. Johnson, N., *Auto CAD-the Complete Reference*, 2nd ed., McGraw-Hill, 1991.

9. *VP-Expert Rule-based Expert System Development Tool*, Paperback Software International, 1987.

10. 애쉬톤데이트, *dBASEIII PLUS*, 크라운 출판사, 1990.

11. Groover, Mikell P., and Zimmers, Emory W., *CAD/CAM : Computer-Aided Design and Manufacturing*, Prentice-Hall, 1984.

12. *Machining Data Handbook*, 3rd ed., Cincinnati : Machinability Data Center, 1980.

부록1. INPPC 지식베이스(INPPC.KBS)의 일부

RUNTIME ;

ACTIONS

```

RESET JOB _NUMBER
WHILEKNOWN JOB
RESET JOB
RESET JOB _SIGN
RESET JOB _MESSAGE
JOB _NUMBER=(JOB _NUMBER+1)
RESET JOB _MESSAGE
FIND JOB _SIGN
END
    
```

DISPLAY "The whole consultation of INPPC has been completed."

;

RULE PART_DESCRIPTION1

IF PART_CLASS=ROTATIONAL_PART OR

PART_CLASS=NONROTATIONAL_PART AND

PART_SHAP=ICYLINDER OR PART_SHAP=ITAPPER OR PART_SHAP=IDOME

THEN CLOSE PRIS

RESET END_STATEMENT

RESET NI

```

RESET STOP__VAR
RESET INTHOLE__DESCRIB
PREPROCESSOR=FOR__INTHOLE
FIND END__STATEMENT
WHILEKNOWN PARTNO
    RESET INTHOLE__MESSAGE
    GET PART__NAME=PARTNAME AND PART__SHAP=ENTITY, PRIS, ALL
    FIND INTHOLE__MESSAGE
END
;
RULE TOOL__EXCHANGE1
IF SET__TOOL=OK AND TOOL__COUNT=1
THEN TOOL__CHANGE=ADMITTED
    CLOSE PRIS
    RESET CUTTING__USAGE
    RESET CUTTING__SPEED
    RESET TOOL__MATERIAL
    RESET TOOL__NUMBER
    RESET TOOL__DIAMETER
    CUTTING__USAGE=(CUTTING)
    FIND CUTTING__SPEED
    FIND TOOL__MATERIAL
    GET TOOL__MATERIAL=TOOL__MTRL AND CUTTING__USAGE, =USAGE, PRIS, ALL
    TOOL__NUMBER=(TOOL__NO)
    TOOL__DIAMETER=(TOOL__DIA)
    FDISPLAY@NC__FILE," TOOL/{TOOL__NUMBER}"
    FDISPLAY@NC__FILE," CUTTER/{TOOL__DIAMETER}"
;
RULE CUTTING__PROCESS1
IF THICK__NO<(NI) OR THICK__NO=(NI) AND
PART__CLASS=NONROTATIONAL__PART OR PART__CLASS=ROTATIONAL__PART
AND
CUTTING__PART=ICYLINDER OR CUTTING__PART=ITAPPER OR CUTTING__PART=
IDOME
THEN CUTTING=DRILLING
    RESET BORING
    RESET TOOL__COUNT

```

```

RESET SET_TOOL
RESET DEPTH
DRILLING_NO=(DRILLING_NO+1)
TOOL_COUNT=(DRILLING_NO)
DEPTH=(HOLEDEEP[DRILLING_NO])
FIND SET_TOOL
DEEP=(DEPTH+ABOVE)
FDISPLAY@NC_FILE," GOTO/PT{DRILLING_NO}"
FDISPLAY@NC_FILE," GODLTA/0,0,-{DEEP}"
FDISPLAY@NC_FILE," GODLTA/0,0,{DEEP}"
! FIND BORING
;

```

부록 2. 부품형상인식 프로그램(PART_COG.BAS)의 일부

TO EXTRACT ENTITIES FROM CAD'S DXF FILE FOR PARTSHAPE RECOGNITION.

```

VTN=0
ENTNO=0
ALPHA=0
FIRST=1
SECOND=2
VERTNO=0
FACENO=0
VNGC00=0
POLYNO=0
BB=0
INTHOLE=0

WHILE IN $ <> "EOF"
    LINE INPUT #1,IN $
    IF(IN $ = "POLYLINE") THEN
        GOSUB READPOLYLINE
        START(POLYNO)=VERTNO
        DN MESH(POLYNO)=NMESH
        DM MESH(POLYNO)=MMESH
    ELSEIF(IN $ = "VERTEX") THEN
        IF(GCODE $ = "GC70") THEN

```

```

      VERTNO=VERTNO+1
      ALPHA=ALPHA+1
      IF(ALPHA=1) THEN
          NEW(POLYNO)=VERTNO
      ELSEIF(ALPHA=NMESH*MMESH) THEN
          ALPHA=0
      END IF
      GOSUB READGC70VERTEX
  ELSE
      VNGC00=VNGC00+1
      GOSUB READGC00VERTEX
  END IF
  ELSEIF(IN$="3DFACE")THEN
      FACENO=FACENO+1
      GOSUB READ3DFACE
  END IF
WEND
IF(VTN<>0) THEN
    GOSUB ARRANGING
END IF
IF(PARTCLASS$="R") THEN
    GOSUB ROTATIONAL
ELSEIF(PARTCLASS$="N") THEN
    GOSUB NONROTATIONAL
END IF
TITLE$="RESULT"
IF(PARTCLASS$="R") THEN
    GOSUB PRINTROTATIONAL
ELSEIF(PARTCLASS$="N") THEN
    GOSUB PRINTNONROTATIONAL
END IF
END

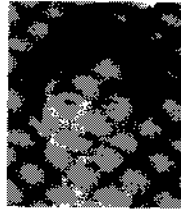
```

저 자 소 개



박양병(朴良柄)

1952년 11월 13일생, 1978년 한양대 공대 산업공학과 졸업, 1981년 미국 Pennsylvania State University 산업공학과 졸업(석사), 1984년 미국 Oklahoma State University 산업공학과 졸업(박사), 1984년 미국 Northeastern University 산업공학과 조교수, 1990년 미국 Virginia Tech 산업공학과 객원교수, 현재 경희대 공대 산업공학과 교수.



서영곤(徐永坤)

1968년 6월 27일생, 1991년 경희대 공대 산업공학과 졸업(학사), 1993년 동 대학원 산업공학과 졸업(석사), 현재 군복무 중.