

## 전자총 전극 가공전용 프로그래시브 금형설계 전문가 시스템

박 상 봉\*

### An Expert System of Progressive Die Automated Design for Braun Tube Grid Working

Sang Bong Park\*

#### ABSTRACT

This paper describes an expert system of progressive die. Because of the complexity for die structure and of the critical problems for press machine mechanism in the progressive press process such as, the travel length in process, the equalized press load, and the other design parameters, it has been increased the requirement of the CAD system for progressive die design more and more. So, through this study, an expert system of progressive die has been developed. The results from the system developed were suggested the possibility of applications in the practice. To develop this system, it has used C-language under the HP-UNIX system and CIS customer language of the EXCESS CAD/CAM system. An application of this system will provide effective aids to the designer in this field.

**Key words** : Progressive die, Artificial intelligence, Grid, Rule base, Expert system, Inference engine

#### 1. 서 론

최근, 프로그래시브 금형 설계는 전문화된 설계 방법 및 절차를 컴퓨터 장점인 빠른 계산, 판단, 도면작도 및 대용량의 데이터 저장을 활용한 설계 자동화에 관심이 높아지고 있다. 프로그래시브 금형은 다공정의 금형 부품이 한 벌의 금형에 의해 조합, 배치되어 있고, 금형의 구조가 복잡하며, 공정간의 거리와 각 공정에서 필요로 하는 프레스 하중의 균일한 분배가 제품의 품질과 성능을 좌우하는 특징을 지니고 있다. 또한, 금형의 구조 및 정도와 프레스 기계와의 복잡한 설계 변수가 제품의 품질에 많은 영향을 끼치고 있다.

금형 구조의 복잡성과 제품의 품질과 성능에 영향을 미치는 인자들을 함께 고려해야 하는 프로그래시브 금형 설계에 있어서는 절차화된 프로그램 기법으로 설계를 자동으로 처리함으로써 금형 부품의 표준화는 물론 가공에 있어서의 효율을 기대할 수 있게

된다.

이러한 금형 설계에 있어 절차화된 금형 설계의 자동화를 이루기 위해서는 전문가의 지식 및 현장경험과 데이터로 구축된 지식 베이스(knowledge base) 그리고 if-then 논리에 의해 의사결정을 내릴 수 있는 추론기관(inference engine)을 바탕으로 한 전문가 시스템으로의 접근이 바람직하다고 본다.

본 연구에서는 프로그래시브 금형 설계 전문가 시스템 기법을 적용하여 프로그래시브 금형의 자동설계 기본 모형을 제시하고 그 적용에 있어 확장 가능성을 검토하고자 한다.

#### 2. 전문가 시스템을 응용한 금형 설계기술

##### 2.1 연구 범위 및 대상

본 연구에서는 전자총 전극 부품의 고품질 생산에 필요한 개발 인력, 설계 기간의 단축을 효과적으로 대처하기 위해 전문가의 지식을 이용한 AI(Artificial Intelligence) 응용 분야인 전문가 시스템(expert system) 개발을 연구 범위로 하였다.

\*중신회원, 동의공업대학 금형설계과

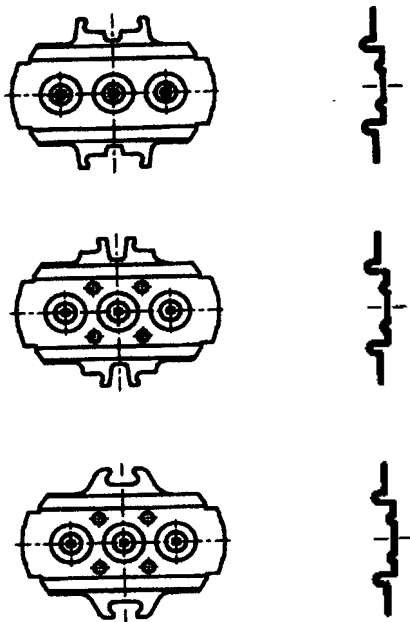


Fig. 1. Shape of various electron gun grid elements.

Fig. 1에 보이는 전자총 전극 부품과 같이 R·G·B (red·green·blue)의 세 가지 빔(beam)이 통과 할 수 있는 구멍(hole)과 비드 글래스(bead glass)에 의해 응착될 매립부를 지닌 전자총 전극 부품의 금형 자동 설계 시스템 개발을 연구 대상으로 하였다.

Fig. 1에 나타난 전극 부품은 형상이 유사하면서 내부의 R·G·B홀(hole)과 주변의 기준홀 형상과 관련된 치수의 변화가 빈번하다.

본 연구는 내부 형상의 다양한 변화에 대한 프로그래시브 금형 설계에 있어 절차화된 프로그래밍 기법을 배제하고, 주어진 제품 특성을 지식 베이스와 추론기관에 적용시켜 전문가 수준의 금형 설계 규칙을 얻을 수 있는 금형 설계 시스템으로의 접근을 모색하였다. 본 연구에서는 전문가와의 인터뷰를 통하여 얻어진 전문가 지식을 활용하고 추론기관(if-then 논리)을 구성하였고, 현장 경험과 금형 데이터를 사용하여 UNIX환경에서 C언어로 지식 베이스를 구축하였다.

### 2.2 금형의 구조

전자총 전극 부품의 재질은 외부 자장에 영향을 받지 않는 SUS 304L 또는 SUS wire 등이 사용되고 있으며, 금형은 전자총 전극 부품의 성형을 위해 파일럿 피어싱(pilot piercing), 노칭(notching), 벤딩(bending), 엠보싱(embossing), 스웨이징(swaging), 트

리밍(trimming), 파팅(parting) 등 총 16개 형상의 다이 및 펀치가 조합되고 다이 셀(die set)과 금형 부속 기구 등으로 이루어진다. 특히, 두께 0.33 mm의 박판 금속의 스트리핑 메커니즘(stripping mechanism)과 프로그래시브 금형 소재인 티 강판의 순차적 이송을 위한 특수 이송 기구의 탈착의 용이성, R·G·B홀 및 전극 부품 각 부위에 요구되는 높은 정밀도를 가지는 펀치·다이의 설계 기술이 고려되어야 한다.

### 2.3 지식 베이스와 추론기관의 활용

프레스 금형의 경우, 지식 베이스를 이용한 공정 설계 및 금형 설계 시스템은 1983년 H. Gloeckl<sup>(1)</sup> 등이 불규칙한 디프 드로잉 부품에서의 블랭크의 최적 형상 예측 시스템을 개발한 데 이어서 많은 연구가 진행되어 왔다. 최근에는 Park<sup>(2)</sup>등이 축대칭 디프 드로잉 공정의 CAD/CAM 시스템을 발표한 바 있다. 사출 금형의 경우에 있어 전문가 시스템 적용이 Cho<sup>(3)</sup>와 Sohn<sup>(4)</sup> 등에 의해 사출 금형의 전문가 시스템이 개발된 바가 있다. 1998년 Park<sup>(5)</sup>은 진공형광소자 전극의 극박판 프레스 금형 자동설계 전문가 시스템을 개발하였다. 프레스 금형설계는 그 설계 대상이 2차원 형상이거나 단순한 3차원 형상으로 설계에 있어 용이한 점이 있으나, 프로그래시브 금형의 경우는, 여러 개의 펀치, 다이의 조합과 각 공정간의 거리, 각 공정에 요구되는 프레스 하중의 분배, 재료의 이송 메커니즘 등 금형 설계에 있어 많은 어려움이 따르고 있다.

### 3. 시스템 구성

프로그래시브 금형설계에 있어 전문가 시스템의 모형을 Fig. 2에 제시한다. 상위 구성 블록(main structure block)에서는 프로그래시브 자동 금형 설계를 위하여 제품의 특성을 입력받아, 분석한 제품의 특성을 지식 베이스의 기존의 사실과 규칙을 근거로, 추론기관은 금형 자동설계를 위한 새로운 설계 규칙을 생성한다. 본 연구에서 사용한 EXCESS CAD/CAM 시스템 환경하에서 표현되는 도형의 엔티티(entity)를 분석하면 Table 1과 같다. 일반적으로 CAD 상의 도형을 구성하는 대표적인 엔티티는 직선(line), 호(arc), 그리고 원(circle)이다. Table 1에는 직선의 경우를 나타내었다. Table 2에는 CAD 상의 엔티티를 설계변수(design variable)로 전달하기 위하여 정해 놓은 규칙을 보여준다. CAD 상에서 분석

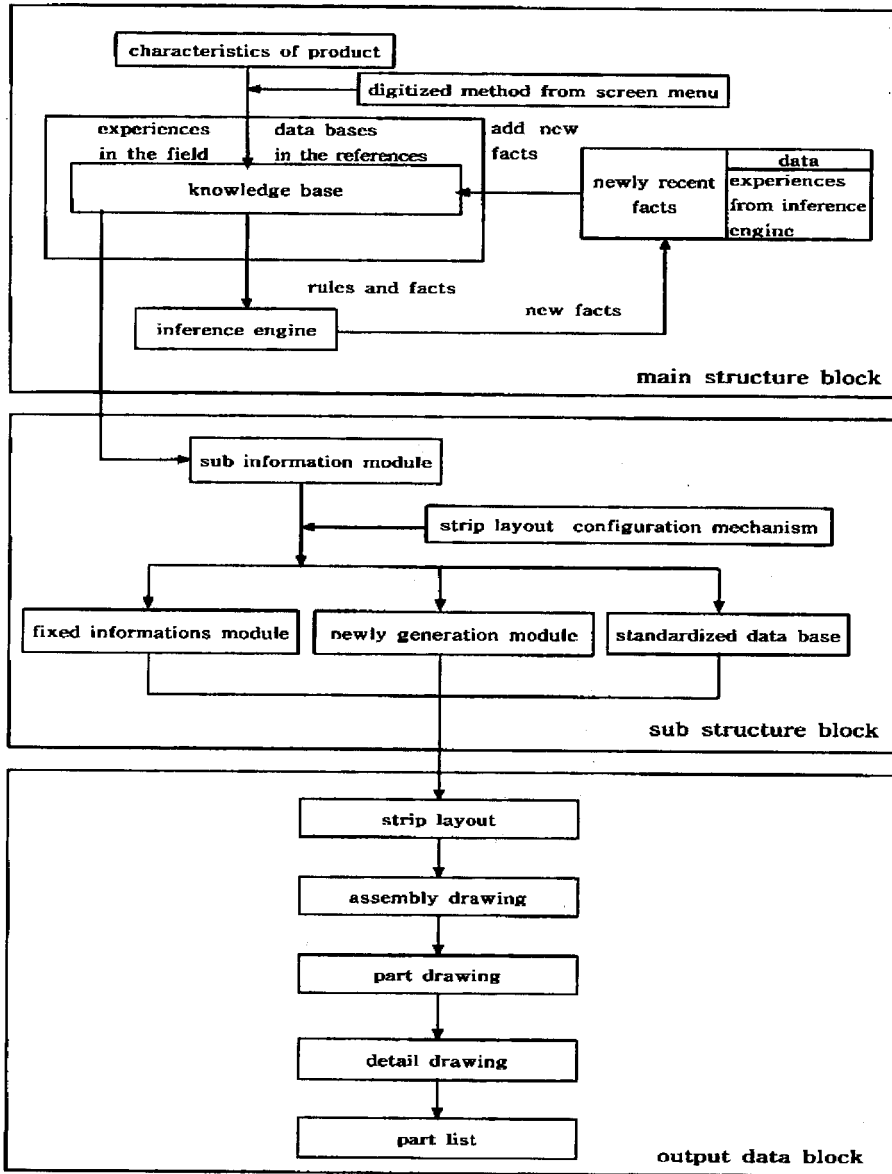


Fig. 2. Structure of expert system for progressive die design.

된 분석 데이터(analyzed data)는 Table 2의 변환 규칙에 따라 설계변수, 변수이름, 저장될 데이터의 파일 이름이 결정된다. 그리고, 시스템 내의 정해진 위치에 기호, 또는 수치화된 형태의 파일로 저장된다. 이 부분은 HP-UNIX를 사용하여 C언어로 구축하였다. 하위 구성 블록(sub structure block)에서는 설계에 요구되는 생성부 모듈, 고정부 모듈, 표준 데이터 베이스로 수치화 및 기호화된 설계 규칙을 전달하고, 각각의 모듈은 서로 유기적인 관계를 유지한다.

이 부분은 출력 데이터 블록에서 시스템 출력에서 요구되는 설계변수를 계산하거나, 확정하는 모듈로 C언어를 사용하여 구축하였고, 확정된 데이터는 출력 데이터 블록에서 접근이 용이한 형태로 정해진 파일에 저장된다. 출력 데이터 블록(output data block)에서는 유기적 관계의 생성부 및 고정부 모듈, 표준 데이터 베이스의 자료를 근거로 스트립 레이아웃도, 조립도, 부품도, 상세도, 파트 리스트를 출력하도록 시스템을 구성한다. 출력 데이터 블록은 EXCESS

**Table 1.** Analyzed information of CAD entities under the EXCESS CAD/CAM system environment

Analyzed data	Data properties
1.000000	entity type (line/arc/circle)
1.000000	line type (ex: hidden or center)
0.000000	
0.000000	
-342.078888	X value of start point
-54.881425	Y value of start point
1.000000	
0.000000	
1.000000	color
1.000000	
-167.277580	X value of end point
-56.929551	Y value of end point
255.000000	layer
999999	end signal

CAD/CAM 시스템 환경하에서 CIS 언어를 사용하여 구축하였다.

지식 베이스는 현장 경험과 금형 데이터로 추론 기관이 활용할 수 있도록 사실과 규칙을 기호 및 수치로 표현한다. 추론기관은 지식 베이스의 사실과 규칙을 if~then 논리에 근거하여 프로그래시브 금형 설계 규칙을 수치화 및 기호화시킨다. 하위 정보 모듈(sub information module)은 추론기관에 의해 수치화, 기호화된 설계 규칙을 하위 계층의 생성부 모듈, 고정부 모듈, 표준 데이터 베이스에서 활용할 수 있는 데이터로 변환하여 분배한다. 고정 정보(fixed information) 모듈은 금형 설계 요소 및 데이터 중에서 변화 요인이 없는 금형 설계 요소 및 데이터를 관리하고 제어한다. 생성부(newly generation)모듈은 금형 요소의 변화 부분을 관리하고 제어한다.

표준 데이터 베이스(standardized data base)는 금형 요소의 표준 부품을 관리하고 제어한다. 스트립 레이아웃(strip layout)모듈은 프로그래시브 금형에 의해 생성된 각 공정별 부품의 레이아웃도를 출력한다. 어셈블리 드로잉(assembly drawing)모듈은 프로그래시브 금형의 총 조립도를, 파트 드로잉(part drawing)모듈은 프로그래시브 금형의 각 부품도를, 상세 도면

**Table 3.** Assignment of parameters for design rules

Adapted region of design rules	Name of parameters
strip layout	SLO
Generation of part drawing	GOD
Design of wire preliminary hole	HAR
Swaging punch holder	SPH
Punch holder	PHL
Punch die holder	PDH
Plain forming die	PFD
Swaging die	SWD
Bending forming die	BFD
Sub stripper	SST
Piercing die	PRD
Detail of wire machining	WPD
Detail of Punch radius	PPD

(detail drawing)모듈은 금형 부품의 확대도를, 파트리스트(part list)모듈은 금형 부품의 관련 데이터를 출력한다.

Table 3은 설계규칙을 정립하는 데 있어서 사용된 변수를 보인다. 각 설계규칙의 번호 변수의 이름 뒤에 아라비아 숫자 4개의 자리로 구성된다. 다음은 펀치와 다이의 배치, 프레스 하중의 분배와 관련된 설계규칙의 일부를 보인다.

#### MAC-0010

부품을 가공하는 데 사용하는 프레스의 유효하중은 작업을 수행하는 데 필요한 최대하중보다 커야 한다.

#### MAC-0020

부품을 성형하는 데 사용하는 프레스의 유효에너지는 작업을 수행하는 데 필요한 총에너지보다 커야 한다.

#### MAC-0030

사용되는 프레스의 램은 위에서 아래로 작동된다.

#### MAC-0040

타발력은 아래 식으로 계산된다.

$$P = \pi \times l \times t \times \tau$$

**Table 2.** A converting confirmation from CAD entities to design variables

	DESIGN VARIABLE	COLOR	LINE TYPE	DATA FILE	NAME OF PARAMETER
1	GAUGE_HOLE	WHITE	CONTINUOUS	gd_arg_gh.d	GA_HO
2	STRIPPER_PIN_HOLE	BLUE	CONTINUOUS	gd_arg_sth.d	ST_P_HO
3	DIE_GAUGE_UPPER	GREEN	CONTINUOUS	gd_arg_dgu.d	DI_G_UP
4	DIE_GAUGE_LOWER	PINK	CONTINUOUS	gd_arg_dgl.d	DI_G_LO
5	SUB_DIE_HOLE	YELLOW	CONTINUOUS	gd_arg_sdh.d	SU_D_HO
6	SUB_PUNCH_HOLE	WHITE	HIDDEN	gd_aarg_sph.d	SU_P_HO
7	PUNCH_PROFILE	BLUE	HIDDEN	gd_arg_php.d	PU_PR

여기서,  $l$ 은 각 공정 타발부의 전체길이,  $t$ 는 판재두께,  $\tau$ 는 가공할 재료의 전단강도이다.

MAC-0050

MAC-0040에 의하여 구해진 각 공정의 타발력과 각 공정의 편심거리에 의한 회전 모멘트는 금형 중심을 기준으로 좌·우 모멘트의 합이 0에 수렴하도록 스트립 레이아웃이 결정된다.

MAC-0060

프레스 하중의 분배를 위하여 MAC-0050에 의하여 구해진 금형의 합성하중과 프레스의 압력 발생 중심점을 일치되도록 한다.

PUN-0010

각 공정에서 펀치의 위치는 스트립 레이아웃의 공정 피치를 기준으로 배치된다.

PUN-0020

펀치의 길이는 작업가능길이 + 재연마량이 가산되어 결정된다.

DIE-0010

공정간 다이의 위치는 스트립 레이아웃의 공정 피치를 기준으로 배치된다.

DIE-0020

다이 두께는 아래 식으로 계산하여 결정된다.

$$H_o = \sqrt[3]{P \times K_s}$$

여기서,  $P$ 는 타발력이고,  $K_s$ 는 보정계수이다.

### 4. 적용 및 고찰

본 연구에서 개발한 프로그래시브 금형 설계 전문가 시스템을 현장에 적용하여 전문가 시스템의 성능 및 현업 적용의 타당성을 검토하였다.

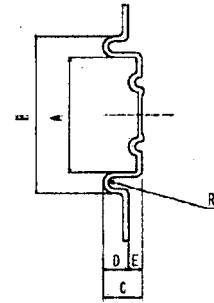
본 프로그래시브 금형 설계 전문가 시스템을 이용하여 Fig. 3와 같이 각기 다른 전극 형상, RGB 형상 및 기준 홀 형상 그리고, 치수 데이터를 서로 다르게 적용시킨 세 가지 제품의 형상 및 치수 입력을 Fig. 4~Fig. 6에 나타낸다.

시편 1은 Fig. 4에 나타난 전극 부품으로 재료 두께를 0.33 mm, 전극 형상을 1, 매립폭의 치수를 17.0 mm, NECK 경을 20.8 mm, RGB HOLE 피치를 6.6 mm, RGB HOLE 선택을 1, RGB HOLE 치수를 0.65 mm, 기준 HOLE 치수를 0.5 mm, 기준 HOLE 선택을 2, SWAGING 예비 HOLE을 0.85 mm, BENDING 관련 치수 데이터를 1번 라인의 상세 치수로, EMBOSSING · SWAGING 관련 치수 데이터를 1번 라인의 상세 치수로 입력하였다.

매립부	매입부 치수		R, G, B Hole			기준 Hole		
	형상	치수	외경	형상	치수	외경	형상, 선택	치수
	V	V	V	6.6	V	V	V	V
	B	B	B	13.2	B	B	B	B
	C	C	C	17.0	C	C	C	C

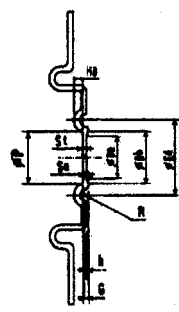
(a) Main input information

	-1	-2	-3	-4
A	8.0	8.0	8.0	
B	10.0	10.0	10.0	
C	2.0	2.0	1.5	
D	1.5	1.0	0.5	
E	0.5	1.0	1.0	
R	RO.5	RO.5	RO.4	



(b) Input information of bending design step

	-1	-2	-3
∅Da	∅1.5	∅1.5	∅1.5
∅Db	∅2.0	∅2.0	∅2.0
∅P	∅2.0	∅2.0	∅3.0
∅Ed	∅3.4	∅3.5	∅4.0
h	0.1	0.1	0.1
G	0.1	0.1	0.1
Ha	0.5	0.5	0.5
R	RO.5	RO.3	RO.3
St	0.1	0.1	0.1
Se	0.05	0.1	0.05



(c) Input information of swaging and embossing process design step

Fig. 3. (a), (b), (c) Input information of the developed system at each process design step.

시편 2는 Fig. 5에 나타난 전극 부품으로 재료 두께는 0.33 mm 전극 형상을 1, 매립폭의 치수를 18.0 mm, NECK 경을 21.6 mm, RGB HOLE 피치를 5.6 mm, RGB HOLE 선택을 2, RGB HOLE 치수를 0.45 mm, 기준 HOLE의 치수를 0.4 mm, 기준 HOLE 선택을 1, SWAGING 예비 HOLE을 1.0 mm, BE-

SPECIMEN 1		A U T O E R	
BEAVER	21.6	7.54	10.84
4번	0.33	7.54	10.84
5번	0.33	7.54	10.84
6번	0.33	7.54	10.84
7번	0.33	7.54	10.84
8번	0.33	7.54	10.84
9번	0.33	7.54	10.84
10번	0.33	7.54	10.84
11번	0.33	7.54	10.84
12번	0.33	7.54	10.84
13번	0.33	7.54	10.84
14번	0.33	7.54	10.84
15번	0.33	7.54	10.84
16번	0.33	7.54	10.84

Fig. 4. Input example of specimen 1.

SPECIMEN 2		A U T O E R	
BEAVER	21.6	7.54	10.84
4번	0.33	7.54	10.84
5번	0.33	7.54	10.84
6번	0.33	7.54	10.84
7번	0.33	7.54	10.84
8번	0.33	7.54	10.84
9번	0.33	7.54	10.84
10번	0.33	7.54	10.84
11번	0.33	7.54	10.84
12번	0.33	7.54	10.84
13번	0.33	7.54	10.84
14번	0.33	7.54	10.84
15번	0.33	7.54	10.84
16번	0.33	7.54	10.84

Fig. 5. Input example of specimen 2.

ENDING 관련 치수 데이터를 2번 라인의 상세치수로, EMBOSHING · SWAGING 관련 치수 데이터를 2번 라인의 상세치수로 입력하였다.

시편 3은 Fig. 6에 나타난 전극 부품으로 재료 두께를 0.33 mm, 전극 형상을 2, 매립폭의 치수를 18.0

SPECIMEN 3		A U T O E R	
BEAVER	21.6	7.54	10.84
4번	0.33	7.54	10.84
5번	0.33	7.54	10.84
6번	0.33	7.54	10.84
7번	0.33	7.54	10.84
8번	0.33	7.54	10.84
9번	0.33	7.54	10.84
10번	0.33	7.54	10.84
11번	0.33	7.54	10.84
12번	0.33	7.54	10.84
13번	0.33	7.54	10.84
14번	0.33	7.54	10.84
15번	0.33	7.54	10.84
16번	0.33	7.54	10.84

Fig. 6. Input example of specimen 3.

```

input1()
/* A TYPE의 값에 따라 if-then */
if(G1_type == 1)
{
  copysheet("A TYPE GRAM(DIGIT)");
  call11("user/cadeta/G1/S/D/S-TRIP", 1, 1, 1, 1);
  if(G1_c01 == 1)
  {
    call11("user/cadeta/G1/S/D/HOTCH", 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0);
    G1_pitch = 0.0;
    pitch_1();
  }
  if(G1_c02 == 2)
  {
    call11("user/cadeta/G1/S/D/IDLE1", 1, 1, 1, 1, 26, 0, 0, 0);
    G1_pitch = 26.0;
    pitch_1();
  }
  if(G1_c02 == 2)
  {
    call11("user/cadeta/G1/S/D/IDLE1", 1, 1, 1, 1, 26, 0, 0, 0);
    G1_pitch = 26.0;
    pitch_1();
  }
  if(G1_c03 == 3)
  {
    call11("user/cadeta/G1/S/D/BEND1-A", 1, 1, 1, 1, 52, 0, 0, 0);
    G1_pitch = 52.0;
    pitch_1();
  }
  if(G1_c03 == 3)
  {
    call11("user/cadeta/G1/S/D/IDLE1", 1, 1, 1, 1, 26, 0, 0, 0);
    G1_pitch = 26.0;
    pitch_1();
  }
}
    
```

Fig. 7. The example of inference engine.

mm, NECK 경을 21.6 mm, RGB HOLE 피치를 5.6 mm, RGB HOLE 선택을 2, RGB HOLE 치수는 0.45 mm, 기준 HOLE 치수를 0.4 mm, 기준 HOLE 선택을 1, SWAGING 예비 HOLE을 1.0 mm, BENDING 관련 치수 데이터를 3번 라인의 상세치수로, EMBOSHING · SWAGING 관련 치수 데이터를 3번 라인의 상세치수로 입력하였다.

추론기관은 Table 2에 보인 설계하고자 하는 전극 제품의 특징을 나타내는 데이터를 분석하여 지식 베이스에 구축된 사실과 규칙을 통하여 하위 정보 모듈에서 사용될 금형 설계에 필요한 설계 규칙을 생성한다.

Fig. 7에 제품의 특성을 분석하는 if-then으로 구성된 논리 구조를 나타낸다.

하위 정보 모듈에서는 설계 규칙과 스트립 레이아웃 배치 매커니즘(strip layout configuration mechanism)을 각 하부 계층의 고정 정보 모듈, 생성부 모듈, 표준 데이터 베이스로 필요 정보를 변환하여 분배한다. 고정 정보 모듈, 생성부 모듈, 표준 데이터 베이스는 금형 도면내에서 상호 유기적 관계를 유지한다. 스트립 레이아웃(strip layout)에 의해 Fig. 4의 제품 특성을 갖는 전극 부품의 16개 공정의 레이아웃도를 Fig. 8에 나타낸다. Fig. 9는 어셈블리 드로잉(assembly drawing) 모듈에 의해 생성된 상 조립도를 나타낸다. Fig. 10은 파트 드로잉(part drawing) 모듈



Fig. 8. Strip layout drawing of specimen 1.

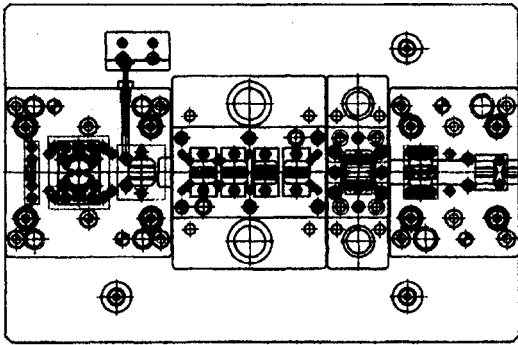
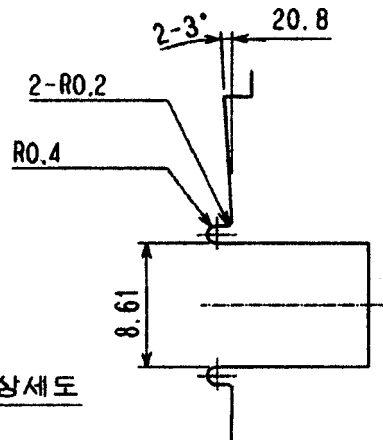


Fig. 9. Top view of assembly drawing.



A부 상세도

Fig. 11. Detail drawing of bending die.

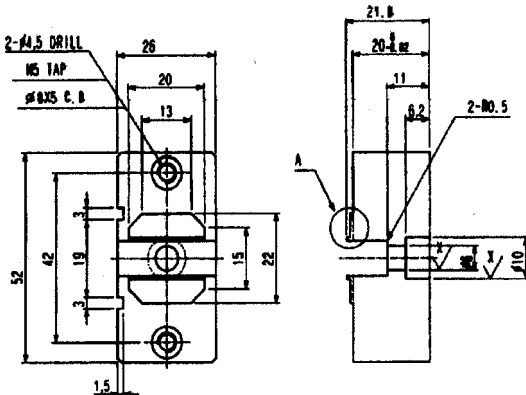


Fig. 10. Part drawing of bending die.

PART NO	PART NAME	QTY	MATERIAL	DIM	MATERIAL QTY	REMARKS	REVISION	DATE	BY	CHK
								DATE	BY	CHK
1001	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1002	DIaphragm holder	2	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1003	DIaphragm holder	2	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1004	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1005	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1006	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1007	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1008	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1009	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1010	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1011	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1012	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1013	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1014	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1015	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1016	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1017	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1018	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1019	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1020	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1021	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				
1022	DIaphragm holder	1	Alu 11	2	1000000	100 00-02				

Fig. 12. Part list.

에 의해 생성된 벤딩 펀치 도면을 나타낸다. Fig. 11은 상세 도면(detail drawing) 모듈에 의해 생성된 펀치 선단의 상세도를 나타낸다. Fig. 12는 파트 리스트(part list)모듈에 의해 생성된 소요 금형 부품의 목록을 나타낸다.

유사한 형상을 지니면서 전극 형상 내부의 RGB 형상, 기준홀 형상 및 치수 데이터의 다양한 변화에 대응하는 프로그래시브 금형 자동 설계 전문가 시스템의 확장성을 살펴 보기 위해 Fig. 5, Fig. 6의 제품 특성을 갖는 시편 2, 시편 3의 전극 부품에 대한 스

트립 레이아웃, 다이 및 펀치 관련 도면 중 그 일부를 Fig. 13~Fig. 18에 나타내었다. 여기서, 시편 2와 시편 3의 벤딩 다이는 형상과 치수가 동일하게 설계되었음을 Fig. 16과 Fig. 17에 보인다. 세 개의 시편에 대하여 프로그래시브 금형 자동 설계 전문가 시스템을 적용한 결과, 각 시편에 대한 출력 도면과 시편의 특성을 나타낸 Fig. 4~Fig. 6의 형상 및 수치를 가지는 제품을 가공할 수 있는 금형에 대한 설계도



Fig. 13. Strip layout drawing of specimen 2.



Fig. 14. Strip layout drawing of specimen 3.

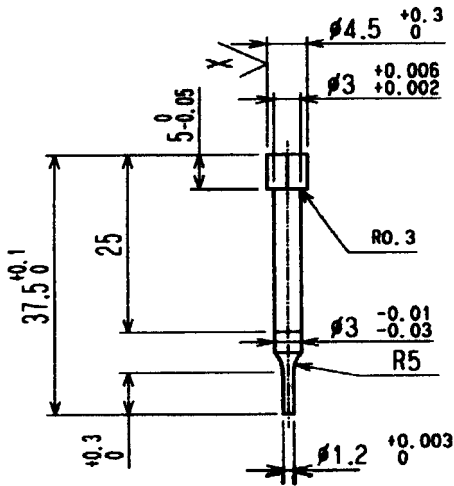


Fig. 15. Part drawing of piercing punch for specimen 2.

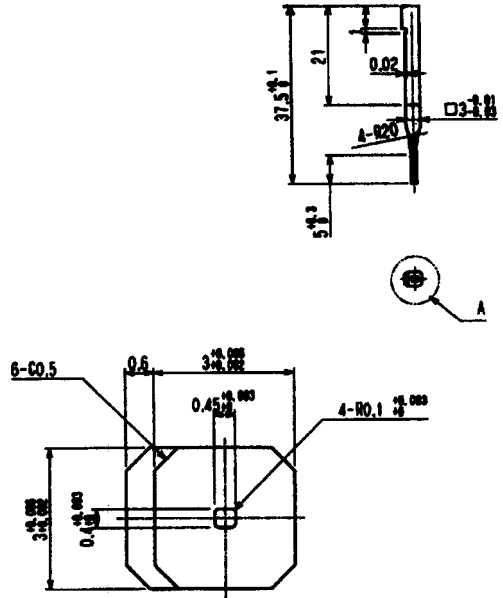


Fig. 18. Part drawing of piercing punch for specimen 3.

의 적용이 가능함을 보였다.

### 5. 결 론

본 연구에서 개발된 프로그래시브 자동 금형 설계 전문가 시스템은 유사한 전극 형상을 가지면서 형상 내부의 특정 형상 및 치수 데이터의 변화가 빈번한 전극 부품에 대한 프로그래시브 금형설계를 위하여 설계 규칙을 지식 베이스와 추론기관으로 부터 얻어, 세부 설계 모듈에서 각 프로그래시브 금형 요소 별 설계가 이루어지도록 구성된 시스템이다. 프로그래시브 금형 설계를 위한 지식 베이스를 구축하기 위하여 금형 가공 분야의 전문가와 인터뷰하는 방법과 기존의 프로그래시브 금형 데이터 북 및 현장 데이터로 부터 지식을 획득하여 금형 설계에 있어 필요한 정보를 사실과 규칙으로 UNIX환경하에서 C언어를 사용하여 지식을 표현하였다. 본 연구에서 개발한 프로그래시브 금형 설계 전문가 시스템은 전극 부품의 형상과, 치수를 입력 받아 입력된 전극 부품의 특성을 고려한 범위의 전문가 설계 수준의 설계 규칙과 각 드로잉 모듈에서 필요로 하는 생성부, 고정부, 표준품의 정보를 드로잉 모듈에 제공하여 프로그래시브 금형을 자동 설계한다. 본 연구에서 제시한 프로그래시브 금형 설계에 대한 기본 모형은 이와 유사한 설계절차를 가지는 프로그래시브 금형 설계 전문가 시스템 개발에 응용이 가능하다.

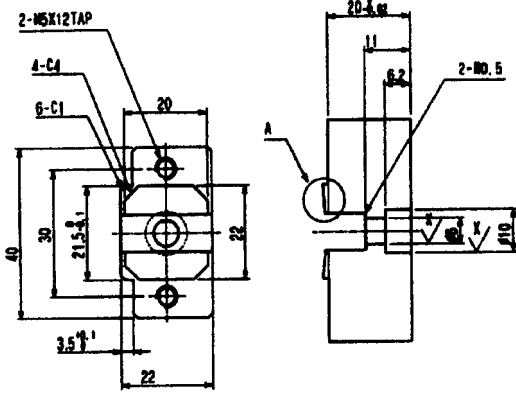


Fig. 16. Part drawing of bending die for specimen 3.

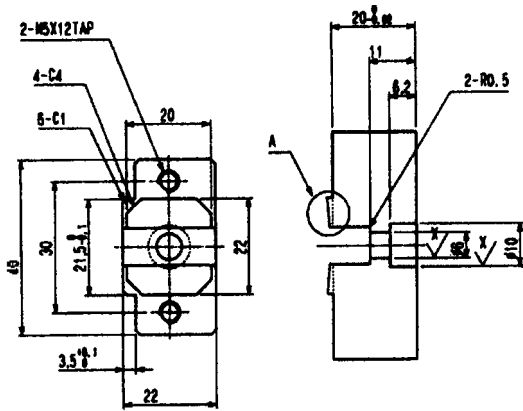


Fig. 17. Part drawing of bending for specimen 3.

면이 얻어졌고 현업적용이 가능함을 알 수 있다. 따라서 프로그래시브 자동 금형 설계에 전문가 시스템



## 참고문헌

1. Gloeckl and H. Lange, K., "Computer Aided Designing of Blanks for Deep Drawn Irregular Shaped Components", 11th, NAMRC, pp. 243-252, 1983.
2. 박상봉, 최 영, 김병민, 최재찬, "축대칭 디프 드로잉 공정의 CAD/CAM시스템", 한국정밀공학회지, 제 13권, 제 6호, pp. 27-33, 1996.
3. 조규갑, 임주백, 노형민, "사출금형의 공정설계 전문가 시스템의 개발", 대한기계학회논문집, 제 16권, 제 12호, pp. 2252-2260, 1992.
4. 손영태, 박면웅, "각주형 부품상의 가공 특징 형상 인식", 대한기계학회논문집, 제 17권, 제 6호, pp. 1412-1422, 1993.
5. 박상봉, "진공형광소자 전극의 극박판 프레스 금형 자동설계 전문가 시스템", 한국정밀공학회지, 제 15권, 제 5호, pp. 50-58, 1998.
6. Boer, C.R. and Jovane, F., "Computer Aided Design in Metal Forming System", *Annals of the CIRP*, Vol. 33(2), pp. 433-449, 1984.
7. Misumi, *Face Standard Components for Press Dies*, Misumi Co., Ltd, 1995.
8. Pigford, D.V. and Greg Baur, "Expert System for Business, 2/c", pp. 4-13 1994.



## 박 상 봉

1986년 부산대학교 기계설계공학과 학사

1989년 부산대학교 기계공학전공 석사

1997년 부산대학교 기계설계공학과 박사

금형기술사, 기계제작기술사, 기술지도사

1987년 ~ 1992년 삼성전관(주) 연구소 주임연구원

1992년 ~ 1993년 한국정보산업연구소 전 부이사

1993년 ~ 현재 동의공업대학 금형설계과 조교수

관심분야: CAD/CAM, CAPP, EXPERT SYSTEM