

PC를 이용한 사출금형 몰드 베이스의 대화식 설계 시스템 개발

반갑수* 이석희** 안희태***

* 부산대학교 대학원 기계공학과 ** 부산대학교 생산기계공학과

*** 한부기연, 부산

Development of interactive design system for plastic injection mold using personal computer.

Gap-Soo Ban* Seok-Hee Lee** Hee-Tae Ahn***
*,** Pusan National Univ, *** Hanbuglyeon, Busan

ABSTRACT

In design of the plastic injection mold, most of drawings are composed of basic entities. It is very easy to produce many kinds of drawings by Group Technology. Group Technology is a technique in which part similarities are used to classify parts into part families according to either geometric shape and size or processing requirements. Almost data for the mold are decided during the assembly design. A system which shows a good interfaces between the design stage and producing part exploding is developed using AutoCAD system and data conversion technique.

1. 서론

CAD(Computer Aided Design) 및 CAM (Computer Aided Manufacturing)은 각각 독자적인 영역을 갖고 개발되었으나 설계, 제작의 효율을 고려하여 양자를 결합한 CAD/CAM 시스템으로 발전했다[7]. CAD에서 발생된 도면정보를 제품의 제작시까지 연결하여 일관성 있게 활용하여 생산자동화에 기인하고 있다. 생산에 있어서 금형은 다양화 되어가는 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 필요한 다품종 소량생산의 핵심이 되는 중요한 분야이다. 컴퓨터가 보편화 되어가는 1970년대 초반부터 금형용 자동설계 시스템에 관한 연구가 미국, 일본을 중심으로 활발하게 진행되어 왔다[10]. 국내에서도 CAD에 의한 금형설계 분야에 상당한 관심을 갖고 참여하기 시작했는데, CAD 시스템은 일반적으로 고가이고, 사용방법도 상당한 어려움이 따르므로 육심처럼 출력을 얻기가 쉽지 않다. 이러한 측면에서 저가 장비가 요구되고 누구나 손쉽게 접할 수 있고, 사용 기술을 습득하는데 많은 노력이 필요로 하지 않는 CAD시스템을 요구하게 되었다. 중소기업에서 큰 자금부담의 어려움없이 쉽게 운용되는 CAD시스템이 필요하며 이에대한 국가적 차원의 지원이 필요하다. 일반적인 전산기 원용설계(CAD) 시스템에서

의 모델링(modeling)작업은 대화식 도형처리 기능에 의해 모델의 기본요소(Item)단위로 이루어지고 있다[3,4]. 부품 혹은 유니트(UNIT)단위로 대화식 프로그램에 의해 구성하고자 하는 도면을 일괄 처리하는 방법을 생각 할 수 있는데 기본 요소 단위 설계에 비하면 보다높은 생산성을 가져다 줄 수 있다. 개발된 금형CAD시스템의 개념은, 사출금형 설계시에 금형조립도를 충실하게 설계하고, 이 조립구성에서 사용된 데이터들을, 시스템이 구성하고 있는 모든 프로그램들이 공유함으로써, 부품 설계시에 데이터 재입력을 배제하고, 부품의 설계도가 자동적으로 출력되도록 하는 것이며, 이때의 데이터들을 또한 NC가공시에도 활용 하도록 데이터베이스의 총합화를 기한 것이다. 금형설계에 있어서 목적에 만족하는 기능을 갖도록 여러가지 방법으로 시도되고 있으나 PC(Personal Computer) 수준에서 이렇게 방대한 내용을 갖도록 하는 것은 최초의 시도이다. 따라서 메모리 용량문제, AutoLISP언어의 기능제한과 극복, 시스템의 빈약성 등에 대해 극복하는 기법 또한 개발되었다. 개인적으로 쉽게 접근할 수 있는 시스템이므로 그 활용성에 대한 파급효과는 중형시스템과는 비교를 할 수가 없다. 이는 시스템의 성능보다는 기능에 맞추는(Customizing) 정도에 의해 결정되기 때문이다. 본 연구에서는 이러한 산업 전반적인 추세에 따라 PC용 CAD시스템을 개발함으로써 대기업뿐만 아니라 중소기업에서도 PC만 있으면 쉽게 CAD를 할 수 있도록 하였다. 본 시스템을 개발하는데 있어서 사용된 도구는 AutoCAD, AutoLISP, C 언어등이다.

2. 접근기법

몰드베이스의 형상 및 부품의 전체적인 모양을 살펴보면 유사한 형상으로 분류할 수 있으며 함수를 정의할 때 필요한 기능을 선택적으로 추가하면 다양한 기능을 보유한 함수를 만들 수 있다. 즉 유사한 부품을 그룹(Group)화 하기 위하여 유사한 형상의 그룹화가 선행되어야 하고 그룹화된 유사형상을 조합하면 특이한 형상을 제외하고는 원하는 형상을 그릴 수 있다. 특이한 부품의 형상도 CAD의 기본요소인 직선(line), 원

(circle), 원호(arc)를 조합한 개념에서 벗어나지 못한다. 즉 Group Technology (이하 GT)개념을 이용하여 본류를 하면 대부분의 형상을 쉽게 정의할 수 있다. CAD함수를 정의할 때 이와같이 유사형상을 최대한 추출하여 정의하였다. 금형부품 형상중 부시(Bush)등은 매우 유사한 것이 많고, 볼트는 볼트머리, 와셔유무, 슛나사부, 압나사부, 탭자국 및 드릴홈으로 구분하여 선택적인 도형을 생성할 수 있다. 동심원은 중심선 유무, 동심원의 갯수가 여러개까지 선택적으로 지정할 수 있는 기능을 동시에 갖고있는 함수를 만드는 것이 도형 생성에 유리하다. 특히 여러개의 직선을 형상에 관계없이 동시에 처리가능 하도록 하는 기능이 있는 함수를 만들면 상당히 편리할 것이다. 결국 사출금형용 월드 베이스의 관련부품은 위에서 언급한 유사형상 정의에 의해 간편하게 그 형상을 도식할 수 있으며 또한 모듈화 되어 CAD상에서 간단한 형상의 부품을 조합하면 복잡하고 다양한 형상의 부품을 생성시키는 것과 같은 효과를 얻을 수 있는 것이다. 수정 및 보완을 필요로 할 때 고장난 부품을 교체하는 것과 같이 모듈화된 형상을 수정함으로써 전체적인 형상의 수정을 할 수 있다는 잇점이 있다.

3. GT에 의한 도형에의 적용에

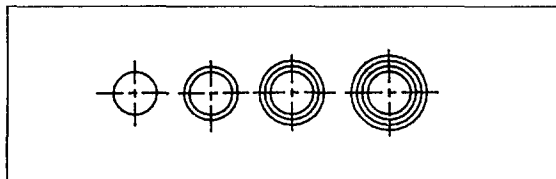
3.1 동심원에의 적용

그림[1]과 같이 동심원 4개까지를 선택적으로 지정하고 라인형태도 마음대로 선택함으로써 조립평면도나 판류평면도 구성이 매우 용이하게 된다. 이 함수형식은 다음과 같다.

```
(circle x y num ly1 ly2 ly3 ly4 d1 d2 d3 d4)
```

여기서 circle은 함수명이고 x,y는 기준점의 좌표, num은 동심원의 갯수, ly1-ly4는 동심원 4개의 지름이 작은쪽부터 큰쪽까지의 라인타입(line type), d1-d4는 지름이 작은쪽부터 큰쪽까지의 지름 크기를 나타낸다. 만약 그림[1]의 형상을 동시에 그리는 프로그램을 작성하면 다음과 같이 circle명령 4개씩 써 원하는 형상을 구성할 수 있다.

```
(circle cx cy "1" "h" "0" "0" "0" cd1 0.0 0.0 0.0)
(circle (+ cx cl1) cy "2" "h" "c" "0" "0" cd1 cd2 0.0 0.0)
(circle (+ cx cl1 cl2) cy "3" "h" "c" "p" "0" cd1 cd2 cd3 0.0)
(circle (+ cx cl1 cl2 cl3) cy "4" "h" "c" "p" "s" cd1 cd2 cd3 cd4)
```



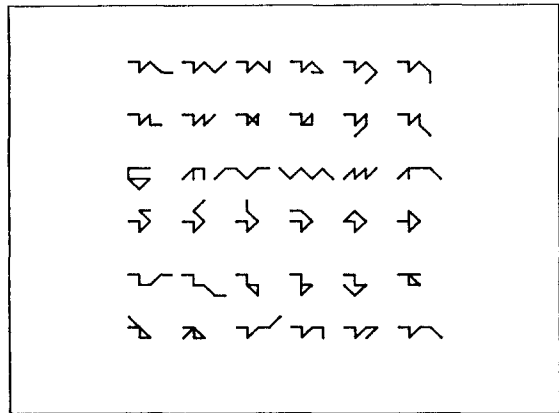
그림[1] 원의 조합에 의한 형상그룹의 예
Fig 1. Example of feature group by circle combination

3.2 다수 라인에의 적용

GT기법을 이용하여 라인 작업시 생기는 공정을 분석하여 보면 그림[2]와 같이 라인의 갯수가 1 - 5개까지 선택적으로 그릴 수 있고, 또한 임의의 라인을 생략 할 수도 있어서 라인 작업에서는 이 명령 하나로 만능이라고 할 수 있을 정도로 용이한 기능을 갖고 있다. 물론 5개 이상도 가능하지만 함수내에 변수의 수가 너무 커져서 관리에 비 효율적이고 사용하기에도 불편함을 느끼기에 5개로 제한했다. 그림[2]에 나타난 것은 라인 5개로 구성시킬 수 있는 형상의 일부를 나타낸 것인데 이 형상들의 방향이 바뀌어도 자유자재로 구성시킬 수가 있다. 이 함수 형식은 다음과 같다.

```
(pln x y num ly d1 d2 d3 d4 d5 d6 l1 l2 l3 l4
15 ulf e1 e2 e3 s1 s2 s3 delc)
```

여기서 pln은 함수명이고 x,y는 기준점의 좌표, ly는 라인타입(line type), d1-d6 중심선으로부터 5개로 구성된 라인상의 각 끝점의 수직거리, l1-15는 수평거리, ulf는 중심선을 기준으로 형상을 상부, 하부, 상하부 어느쪽에 위치 시킬것인가를 선택하는 옵션(option)이며, e1-e3은 라인 5개중에서 임의의 라인을 지우고 싶을 때 라인번호만 지정하면 지정된 라인은 생성되지 않는다. 이것은 라인중간에 circle이나 arc등을 삽입하고 싶을 때 용이함을 주기위해서 사용하는 옵션이다. s1-s3은 중심선과 만나지않는 라인을 중심선과 연결하고 싶을 때 원하는 라인번호만 지정하여주면 연결하여 주는 옵션이고, 마지막으로 delc는 복합라인을 구성할 때 센터라인을 일일이 그릴 필요가 없으므로 센터라인을 지우고 싶을 때 사용하는 옵션이다.



그림[2] 라인 조합에 의한 형상그룹의 예
Fig 2. Example of feature group by line combination

3.3 복합형상에의 적용

복잡한 형상으로 구성된 로케이트링과 스프루부시 등과 같은 부품은 위에서 예들든 것과 같이 기능이 세분화된 명령들을 잘 조합하면 명령어 몇개로서 간단히 구성시킬 수 있다. 그림[3]은 로케이트링과 스프루부시를 다수라인 명령을 조합하여 구성한 것이다. 프로그램은 다음과 같다.

```
(pln (- LRx 10) LRy "4" "s" 0.0 (- LRd1 2) LRd1 LRd1 (+ * 2 LRl3) 6.6) 0.0 0.0 3 (- LRl2 8) 0.0 0 "u" "0" "0"
```

"0" "0" "0" "0" "y")

(pln (- LRx 10) (+ LRy LR13) "3" "s" 11 11 6.6 6.6 0 0 (- LR12 16) 0.0 11 0 0 "f" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "y")

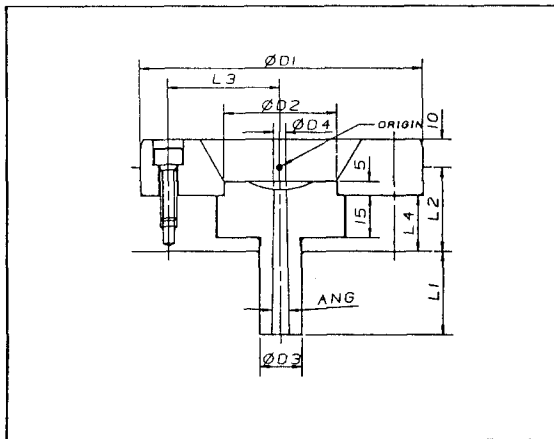
(pln (- LRx 10) LRy "4" "s" (+ 40 (/ (* 2 (sqrt 3) (- LR12 10)) 3.0)) 40 40 42 (* 2 (- LR13 3.3)) 0 (- LR12 10) 4 1 0 0 "u" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "y")

(pln (+ LRx (- LR12 20)) LRy "5" "s" 0.0 40 40 LRd3 LRd3 0.0 0.0 20 0.0 LR11 0.0 "u" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "y")

(pln (+ LRx LR12) LRy "3" "s" LRd3 (- LRd3 1) (- LRd3 1) LRd3 0 0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 "u" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "y")

(bolta1 (+ LRx (- LR12 32)) (+ LRy LR13) "s" "t" 6 0 0 0.0 4 15 5 0 "f" "n" "y" "y" "n")

여기서 pln 명령어 5개와 bolta1 명령어 1개, 그리고 몇개의 기본적인 명령어로 구성된 프로그램이다. 이와같이 구성하고자 하는 조립도 및 판류의 형상을 잘 분류하여 보면 매우 유사한 형상으로 구성되어 있고 이 유사한 형상끼리 그룹을 지워서 일관성 있는 명령을 만들면 복잡한 형상이 아주 간단한 형상과 같이 처리된다. 다시말하면 평면도 형상은 위에서 언급한 circle명령등을 잘 활용하면 대부분의 형상을 쉽게 생성시킬 수가 있다. 또한 단면도의 형상은 위에서 언급한 pln등의 명령어를 사용하면 대부분의 형상을 쉽게 생성시킬 수가 있다. 형상의 변화에 따른 코딩(coding)은 고려하지 않았지만 위의 프로그램 예에서 pln명령의 변수들을 바꾸면 모양이 다른 형상이 생성되는 것과 같이, 명령어 안에서 변수들을 변화시키면 그림[2]에서 보여진 것과 같이 매우 다양한 형상이 하나의 명령어로 처리 가능하다.



그림[3] pln명령의 의해 구성된 로케이프링과 스프루부시의 형상
Fig 3. Feature of Roating Ring and Sprue Bush using pln command

4. 데이터 관리

CAD에 있어서 데이터는 형상을 정의하고 생성시키는데 있어서 가장 중요한 매개체 역할을 하는것임에 틀림 없다. 데이터 관리는 일반적으로 작업의 근거를 보존하고 보존된 정보를 이용하여 차후에 발생하는 유사형상의 도면이든지, 유사형식의

데이터를 구축하는데 가장 경제적이다. 이미 생성된 형상이 보유하고 있는 형상정보를 조립도에서 판류, 그리고 파트 리스트(part list)까지 완전히 생성될 때까지 기록, 보존, 운용하는 총괄시스템이 요구되고, 한번 생성된 정보들은 다시 사용할 필요가 없을 때까지 재입력 및 재생성하는 작업은 비생산적이다. 데이터들을 선별하여 저장시키고, 사전에 입력된 데이터는 다시 입력 할 필요없이 단위 프로그램내에서 재활용하게 하기위해 필요한 일련의 작업들의 내용을 분류하여 보면

- 조립도 구성 데이터와 부품데이터의 조합에 의해 판류도면이 자동적으로 생성된다.
- 인위적이든 자연적이든 간에 한번 입력된 데이터는 가능한 한 재입력의 필요가 없다.
- 도면을 부분적으로 수정함에 따라 관련된 데이터가 연계적으로 변화된다.
- DXF나 IGES code등으로 변환시켜 데이터 호환을 유지할 수 있다.

5. 소프트웨어 구성 및 시스템운용

금형CAD시스템은 플라스틱 사출성형용 금형설계지연 소프트웨어로서, 설계의 구성내용 및 방법에 따라 월드베이스 설계 영역으로 한정하여 사용할 수도 있고 조립구성 및 부품설계까지 확장해서 사용할 수 있다. 시스템 자체에서 자동적으로 사용자와의 대화에 의해 금형설계가 수행되고, 도형생성시 발생된 데이터들을 활용한다든지 AutoCAD자체의 기능에 의해서 변환코드 등을 이용하여 NC Code까지 생성가능하다. [그림 5]는 이와같이 하여 시스템에서 설계한 월드베이스의 조립평면도 및 조립단면도의 형상이다.

부품형상 생성은 크게 표준부품과 판류로 구성되는데 표준부품은 출력하고자 하는 부품명만 입력하면, 월드베이스 구성과 조립구조 구성에서 설계된 데이터를 이용하여 형상이 자동적으로 출력되며, 플레이트(판류)에 대해서는 판류 프로그램명 입력하거나, 스크린메뉴상 판류설계란을 지정함으로써 각각의 모델이 가지고 있는 데이터들을 이용하여 평면도 형상이 자동적으로 구성된다. 각종 구멍이나 포켓에 대한 단면형상은 단면도상에 나타내고자 하는 부위의 평면도 형상을 지정함으로써 구성된다. [그림 6]은 가동축 형판에 대한 자동출력도면이 나타나 있다.

[그림 7]은 금형CAD시스템의 흐름도를 나타내고 있다.

금형CAD시스템의 또하나의 특징은 각종 제품에 대한 전용 금형설계시스템 구성이 쉽다는 것인데, 제품의 특성에 따른 부분만 프로그래밍하여 금형CAD시스템과 연계시켜 사용할 수 있게 된다. 제품의 표준화가 진전된다면 금형CAD시스템의 프로그램들중에서 대상제품과 관계되는 프로그램을 설계사양에 맞추어, 주(Main) 프로그램의 특성에 맞게 작성하면 설계생산성을 대폭적으로 증진시킬수가 있다. 또한 컴퓨터와의 대화는 설계자에게 표준화된 형식이나 데이터를 설계상황에 맞게 입력할 수 있도록 한 것이며, 오류발생시 혹은 기 입력된 설계요소들을 수정할 필요가 있을때 쉽고 간편하게 수정할 수 있도록 구성되어야 한다. 또한 입력된 사항을 숙지하고 있어야 그다음 설계요건을 결정하기 쉬운데 이때에는 이미 입력된 사항이 유효한 범위내에서 설계자에게 모니터(Monitor)상에 디스플레이(Display)해 주는 것이 바람직하다. 그림[8]은 클램핑 플레이트(Clamping Plate)의 대화식 설계시스템의 예를 나타낸 것이다. (1)의 경우 표준판과 QDC(Quick Die Change)

방법과, 사용하고자 하는 프로그램만 지정하여 부분적으로 로딩하는 방법이었다.

```

(1)
*****
* Clamping plate Type *
* *
* 1. Standard clamping plate *
* 2. Q. D. C clamping plate *
*****
Enter the option number : 2

(2)
*****
* Direction of Q.D.C Clamping Plate *
* *
* 1. + Y *
* 2. + X *
* 3. - Y *
* 4. - X *
*****
Enter the option number : 3

(3)
*****
* Origin point of sprue bush *
* *
* X : *
* Y : *
*****
X : 10
Y : 20

```

그림 [8] 대화식 설계시스템의 입력예
Fig 8. Example of input in interactive design system

6. 결 론

개발된 금형CAD시스템의 특징은 CAD시스템상에서의 효율적인 데이터 관리기법 적용이라 말할 수 있다. 설계과정에서 한번 입력해준 데이터의 재활용으로 중복 데이터의 입력이 필요없게 되고, 결국은 부품의 도면까지 자동적으로 출력될 뿐만 아니라, 한 번 구성된 모델을 시뮬레이션에서도 활용하고, 도면화하며 결국은 가공단계에까지 일관성 있게 이용하는 것이 올바른 방법이라 할 수 있다. 끝으로, 본 금형CAD시스템 개발결과 얻어진 특징을 몇가지 나열하고, 향후의 추진방향을 제시하고자 한다.

(1) 도면의 복잡한 형상은 유사성이 있는 것이든지 CAD온용상 혹은 공정상 유사성이 있는 작업끼리 묶어서 운용하는것과, GT기법에 의해 세분화된 기본형상을 이용하여 생성 가능하므로 프로그램량이 크게 압축된다. 또한 프로그램 로딩(Loading)시간이 줄어들고, 메모리 차지영역이 줄어들고, 프로그램이 모듈화 되어서 운용및 유지, 보수가 용이하게 함

으로써 시스템의 능률이 상대적으로 크게 향상됨을 알 수 있다.

(2) 풍부한 물드베이스 구조와 규격의 레벨화에 의한 설계의 생산성과, 높은 유연성을 제공함으로써 설계자의 의도를 만족시켜 준다.

(3)설계는 대화식 및 일괄처리식(batch file등들이용) 두가지 루틴(routine)으로 구성되어 있어, 초보자라도 수준높은 설계를 할 수 있고, 경험이 많은 설계자는 쉽고 빠르게 설계할 수 있다.

(4) 한번 입력된 데이터는 반복 활용으로, 설계 에러(error) 방지와, 정확성 및 신뢰성을 한층 높일 수 있다.

(5) 성형품의 크기 데이터를 바탕으로 성형기 선정까지 일련의 설계과정을 자동적이고도, 순차적으로 설계자에게 적정 데이터를 제공함으로써, 설계자의 의사결정을 적기에 돕고, 성형능률 향상에 기여할 수 있다.

(6) 오랜 금형설계 및 제작경험과 사상이, 수치화 및 표준화 되어 데이터베이스로 구축되어 있기 때문에 기존의 설계 사상으로 쉽게 접근이 가능하다. 이제는 설계뿐만 아니라 설계와 가공의 일관화로 나아가고자 하며 CAD/CAM/CAE와 AI등을 통합화한 토탈(Total) 시스템 구축에 초점을 맞추어 나가야 한다.

(7) 프로그램이 개발하는 것도 중요하지만 현장에서 얼마 만금 활용할 수 있도록 하는가가 매우 중요하다. 활용이 계속됨으로서 보다 개선된 시스템을 구축할 수 있다.

(8) 차기에는 지금까지의 PC 수준에서 구현하는 축적된 기술이 활용되어 융통성이 발휘되면 보다 실용적인 시스템이 될 것이다.

* 참고 문헌 *

1. M.R.Henderson and S.Musti, "Automated Group Technology Part Coding From a Three-Dimension CAD Database," Transactions of the ASME; J. of Engineering for Industry Volume 110. NO 3. 1988.
2. R. Billo, R. Rucker, D. Shunk." Intergration of a Group Technology Classification and Coding System with an Engineering Database, " J. of Manufacturing System Volume 6 NO.1 1987.
3. AutoCAD Manual, AUTODESK, 1989.
4. AutoLISP Programming Reference, AUTODESK, 1989.
5. 김용성, 서제철, AutoLISP 매뉴얼, (실용 LISP 프로그램 수록) 영진출판사, 1988.
6. 김용성, AutoCAD와 DATABASE, 영진출판사, 1988.
7. 요시다히로미, 금형 CAD/CAM, 성안당, 1987.
8. 정선모, CAD/CAM 개론, (주) 대한교과서, 1987.
9. 이광범 외3인, CAD/CAM 개론 (컴퓨터를 이용한 설계와 가공), 대광서림, 1989.
10. 과학기술원, 기계의 CAD/CAM 및 Mechtronics 화 기술개발, 1984.
11. 히도미 외3인, 조규갑 역,GT에 의한 생산관리 시스템, 의중당 1986.
12. 성제기 외4인, 한국자동차 제어 학술논문집, 1988.