

# DCL을 이용한 가공정보의 DB구축 및 CAM용 프로그램 개발에 관한 연구

손영지\*, 김순경\*\*, 전언찬\*\*\*

## A Study of Development of Program for CAM and DB Construction of the Processing Information using DCL

Young Ji Son\*, Soon Kyung Kim\*\*, and Eon Chan Jeon\*\*\*

### ABSTRACT

G code has to be made after changing the drawing information to DXF file, the converting file. When the information is changed, the converted file had the unnecessary time of rapid feed during working and the large DATA capacity. It need for arranging the information ordered irregularly.

This CAM program based AutoCAD can be decreased uncomfortableness in contrast to use of each system. Also it can be increased productivity by arranging information. And it can be used easily for the beginner of the minor enterprises. Its program can be decreased system error between others by using one system and increased work efficiency by using DCL.

**Key Words** : CAD/CAM(전산응용설계/가공), Shoe mold(신발 금형), Expert System(전문가 시스템), NC(수치 제어), DCL(Dialog Control Language-대화상자 제어 언어)

### 1. 서론

신발산업에서는 신발의 다양한 모델과 크기에 따라 생산해야 할 신발제품의 증가와 더불어 신속한 제품생산을 위한 금형 개발도 증가되고 있다. 이로 인해 금형을 개발하는 업체는 설계 및 가공에 대한 불량률 감소와 시간의 단축이 필요하게 되었고, 이를 위해 컴퓨터를 이용한 CAD/CAM 분야가 절실하게 필요하게 되었다. 특히 이 분야는 신발 산업분야 외에도 광범위한 분야에 많은 영향을 주

기 때문에 계속적으로 성능 및 기능이 개발되고 있다.<sup>(1,2)</sup>

하지만 소자본인 중소기업에서는 장비와 소프트웨어가 고가여서 실질적으로 사용을 하지 못하고 있으며 비록 장비를 보유하고 있다 하더라도 기초적인 단계에 머물러 있고, 시스템간의 포맷이 서로 다르기 때문에 데이터의 교환이 매우 불편하게 되어 있다. 그리고 프로그램에 대한 숙련자를 양

\* 동아대학교 대학원 기계공학과

\*\* 동의공업대학 자동차과

\*\*\* 동아대학교 기계공학과

성하는데 필요한 시간적, 경제적 투자가 많고, 작업자에 따라 데이터 작성이 서로 다르게 되며, 작업자들의 높은 이직율로 인하여 일관되고 균일한 품질의 제품을 생산하기 어려운 문제들이 있다.

이런 일련의 문제들을 해결하기 위하여 NC 코드의 올바른 생성과 시뮬레이션의 효과 및 불량률 감소를 위한 국내외의 연구가 계속적으로 활발히 진행되고 있다. NC 절삭과정의 그래픽 시뮬레이션에 대한 연구<sup>(3)</sup>와 플라스틱 사출금형을 위한 CAM시스템 개발에 관한 연구도 진행되어 왔다.<sup>(4)</sup> 모델링 방법을 단순화하고 가공방법을 표준화시킨 전문가 유리재단 전용 CAM 시스템이 개발되었고,<sup>(5)</sup> 선삭용 대화형 프로그래밍 시스템을 CNC 장비에 직접 적용하여 프로그래밍 시간을 줄이도록 한 연구가 있다.<sup>(6)</sup> 이 이외에도 도면의 정보를 DB로 구축하여 효율성을 높이는 한편 사용자 위주로 프로그램을 개발하여 작업자에게 효율성을 가져다 준 연구<sup>(7)</sup>가 있다.

본 연구의 목적은 신발 금형의 가공에 적합한 밀링용 NC 코드 생성을 위해 범용 CAD 시스템을 바탕으로 설계에서 NC 코드의 자동 생성까지를 동일 시스템에서 실행 할 수 있게 하여 작업자에 따른 편차를 안정화하고, 작업시간을 감소시키며, 데이터간의 호환을 보다 효율적으로 할 수 있는 중소기업형 프로그램을 개발하는데 있다.

## 2. 시스템의 개발과 문제점

신발용 금형을 가공하기 위하여 고려해야 할 사항은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 원단의 돌출부분의 형상 및 가장자리의 절단선 부분이 있고 형상부분을 나열하는 Layout 등이 있다. 원단의 돌출부분은 금형의 상판과 하판을 요철로 만들어 Deep drawing을 하듯이 눌러서 성형을 하게 된다.

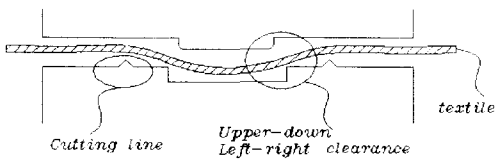


Fig. 1 Section of shoe mold

본 연구에서는 범용인 AutoCAD를 사용하여

drawing 파일을 작성하고 가공정보를 만들기 위해 각 라인 및 원호의 요소(Entity)들을 layer별로 분류한 다음 자체 변환기를 사용하여 각 layer마다 교환 파일인 DXF 파일로 변환해 주었다. DXF 파일은 ASCII 파일로 되어 있으며 각 요소에 대한 정보를 일정한 규칙으로 형성되어 있다. 즉, 직선이나 원, 그리고 호 등은 시작점과 끝점, 그리고 중심점 외에도 시작과 끝의 각도 등을 가지고 있는 코드로 구성되어 있다.

DXF 파일에 있어서의 문제는 정보가 공구경로에 필요한 순서대로 생성되지 않는다는 점이다. Fig. 2의 예에서처럼 하나의 직선이나 원호를 그린 후 다음 공정의 가공을 위해 급속이송을 하게 된다. 즉, ③번, ⑤번 및 ⑦번의 G00이 불필요하게 자동 생성되며 이런 불필요한 시간 지연 요소를 제거하는 것이 중요하다.

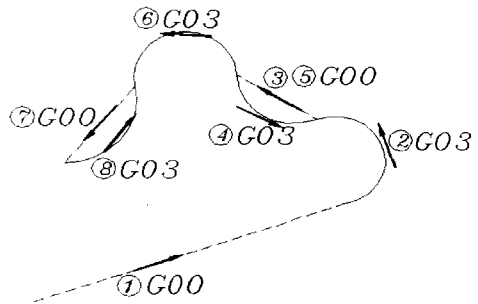


Fig. 2 G code created of DXF file

정점을 통과할 때 중복 정점을 만나는 경우에는 올바른 공구 진행 방향에 대한 추적이 필요하게 된다. Fig. 3에서 보는 것처럼 폐쇄회로를 회전하고 진행할 것인지 아니면 인식을 하지 못하고 진행할 것인지에 대한 문제를 해결해야 한다.

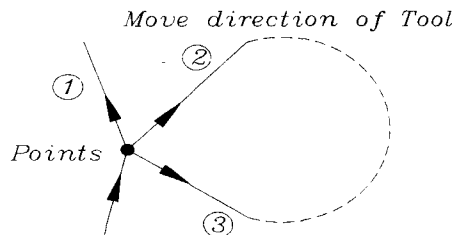


Fig. 3 Passable path after passing the end points

Table 1에서는 DXF 코드와 NC 코드를 비교하여 나타내었으며 이 G 코드는 FANUC사의 코드를 기준으로 하였다. Table 1에 나타난 DXF 코드는 외에도 더 많은 요소들이 표준화되어 있고, G 코드도 여기에 나타난 것 이외에 많은 코드가 표준화되어 있다.

Table 1 Comparison of DXF code and G code

DXF code	Import	G code	Import
Line			
0	Entity Name	G00	Rapid Feed
10	X of Start		
11	X of End		
20	Y of Start	G01	Cutting Feed
21	Y of End		
Arc or Circle			
0	Entity Name	G00	Rapid Feed
10	X of center point	G02	Arc cutting feed(CW)
20	Y of center point		
40	Radius	G03	Arc cutting feed(CCW)
50	Start point angle		
51	End point angle		

본 실험에 사용한 장비는 펜티엄 166 MHz, RAM 32M인 PC를 사용하였으며 CNC 장비는 기아중공업의 KV35C 머시닝센터를 사용하였다. 금형의 소재는 SM45C, 400 x 400 x 20 (mm)을 사용하였으며 개발한 프로그램의 정상적인 작동을 확인하였다.

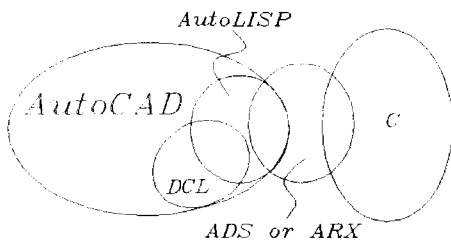


Fig. 4 Configuration for CAM program development

AutoCAD R13과 DCL(Dialog Control Language), ADS(AutoCAD Development System), AutoLISP, Microsoft Access 97 등의 개발 환경을 사용하였다.<sup>(8)</sup> DCL은 초심자도 쉽게 사용할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)를 지원하고 있으며, ADS는 C언어의 기능을 AutoCAD와 접목할 수 있도록 상호 통신역할을 하기 때문에 처리속도를 향상시킨다. Fig. 4는 CAM 시스템을 개발하기 위해 사용된 환경을 보여주고 있다.

### 3. 새로운 시스템의 구조 및 평가

#### 3.1 데이터베이스 구축

본 논문의 DXF 파일의 생성은 R13을 기준으로 하였기 때문에 R14에서 생성되는 code와는 다소 다르다.

생성된 DXF 파일을 이용하여 NC 코드화할 때 공구 경로가 되는 각 정점의 좌표를 데이터베이스화하고 정보를 검색하여 급속이송이라는 불필요한 시간적 낭비 요소를 제거할 수 있도록 하여야 한다.

이 급속이송을 연결된 가공 정보로 바꾸어 주기 위해서는 각 끝점간의 정보를 비교하여 중복되는 요소가 있으면 바로 다음의 위치로 이동시켜서 그만큼의 시간을 감소시킬 수 있다. 그렇게 하기 위해서는 각 공구경로의 끝점에 대한 데이터베이스의 구축은 필수적이며 Fig. 5는 각 요소의 끝점에 대한 정보를 데이터베이스화시킨 그림이다.

각 요소에 대한 일련번호(no.)를 부여하고 요소에 대한 유형(type) 즉, 직선 또는 곡선에 대한 정보를 기억시켜 놓는다. start point와 end point에는 그 요소에 대한 시작점과 끝점의 정보를 기억시킨다. D에는 회전방향에 대한 사항을 기억시키는데 원호인 경우, DXF에서는 항상 반시계방향(CCW)을 사용하는 특성이 있다. 초기치는 0(CCW)을 사용할 것이며 끝점의 위치가 바뀔 때는 1(CW)로 변화시켜 준다. 중심점(center point)과 반지름(radius)에 대한 정보는 직선인 경우에 nil의 값을 갖도록 하였다.

#### 3.2 급속이송(G00) 제거

정보구축이 완료되면 각 정보를 비교하여 불필요한 급속이송을 다음 단계에 따라서 제거하게 되

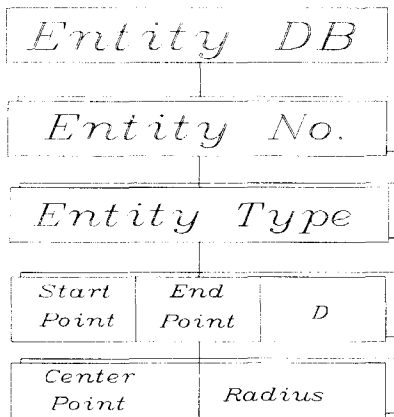


Fig. 5 Construction of database for cutting information

는데 Fig. 3의 ②와 ③의 방향으로 통과할 경우는 아무런 문제가 되지 않는다. 하지만 ①번의 방향으로 통과할 경우는 폐쇄회로를 인식하지 못하기 때문에 폐쇄회로의 데이터 정보를 중복 정점 위치로 이동을 시켜야 한다.

Step 1. 첫 번째 요소를 기준으로 삼는다.

Step 2. 기준 요소의 끝점이 비교 요소의 시작점이나 끝점과 같은 것이 있는지 검색하여 있으면 기준 요소의 다음 번째 순서로 이동한다.

Step 3. 비교 요소의 시작점과 같으면 Step 4.로 가고 끝점과 같으면 시작점과 끝점의 값을 바꾼 뒤 회전 방향(D)에 1의 값을 넣는다. 현재의 비교 요소가 중복요소이면 개수 카운터에 1을 뺀다.

Step 4. 계속해서 비교요소의 시작점이나 끝점과 같은 중복요소가 존재하면 기준요소 다음 번째로 이동시킨다. 기준요소의 Index 번호를 기억한다. 중복요소의 개수 카운터에 1을 더하고 중복여부를 체크한다. 비교요소가 있으면 step 3으로 가고 없으면 Step 5로 간다.

Step 5. 기준 요소의 순번을 다음 번째로 넘긴 다음 현재의 기준요소가 중복요소이면 개수 카운터에 1을 뺀다. 비교 요소가 없으면 step 6으로 가고 있으면 Step 2.로 간다.

Step 6. 마지막 요소가 중복요소이면 이전 중복요소부터 마지막 요소까지를 기억해둔 Index 번호의 다음 번째로 이동한다. 마지막 요소가 중복요소가 아니면 종료한다.

순차 정리가 끝나게 되면 정보의 순서대로 G 코드를 생성하게 된다. 그 과정은 다음 단계를 따라서 행해진다.

Step 1. NC의 초기 설정 값들을 기록한다.

Step 2. 첫 번째 요소를 기준으로 한다.

Step 3. 현재의 위치와 기준 요소의 시작점의 위치가 다르면 급속이송(G00)을 한다.

Step 4. 요소의 유형에 맞추어 G01과 G03을 선정한다.

Step 5. 끝점의 정보에 따라 X, Y의 값을 기록하고 G03인 경우에는 중심점 I, J에 대한 값을 기록한다.

Step 6. 회전 방향(D)이 1인 경우는 G03을 G02로 다시 수정한다.

Step 7. 기준 요소를 다음 순번으로 넘긴다. 다음 요소가 있으면 Step 3.으로 가고 없으면 Step 8.로 간다.

Step 8. NC의 종료 설정 값들을 기록한다.

### 3.3 GUI를 사용한 Dialog Box

영세한 중소기업에서는 컴퓨터를 사용하여 설계 및 가공을 할 수 있는 전문가를 고정적으로 고용하기는 힘들며, 그리고 업체에서 항상 초보자를 교육시킨다는 것도 어렵다. 따라서 본 프로그램은 초보자가 특정한 교육 없이 쉽게 사용해야 한다는 점에 특히 중점을 두었다.

Fig. 6은 사용자가 본 프로그램을 쉽게 실행시키기 위한 MENU이지만, command상에서도 이 프로그램을 실행시킬 수 있다. 그림에 나타난 곡선들은 공구가 지나가는 가공 경로를 표시하고 있는데 나이키 무늬를 만들기 위한 것이다.

Fig. 7은 프로그램을 실행시킨 초기화면을 나타낸 것이다. 이 초기화면은 DXF conversion, NC 코드 generation, NC source view의 세 가지 메뉴를 가지고 있으며 원하는 메뉴를 마우스 버튼으로 클릭하여 사용할 수 있도록 되어 있다. DXF conversion 버튼은 현재의 도면 정보를 DXF 파일로 생성시키는데 사용되며, NC 코드 generation 버튼은 이미 생성되어 있는 DXF 파일을 NC 파일로 변환시키는데 사용된다. NC source view 버튼은 생성된 NC 파일을 볼 수 있도록 하였다.

Fig. 8에서는 DXF conversion의 화면을 나타내었다. 여기에는 current screen all과 select object의 두

가지 라디오 버튼이 있다. current screen all 버튼을 선택하면 현재 CAD 화면의 모든 요소들을 DXF 파일로 변환하게 되고, select object 버튼을 선택하게 되면 필요한 요소만 선택하여 DXF 파일로 변환하게 된다. 오른쪽의 save file name은 DXF 파일로 저장할 파일명을 물어 보는 것이다.

Fig. 9는 NC 코드 generation 화면을 보여주고 있는데 이것은 DXF 파일을 NC 파일로 변환해 주는 부분이다. file select의 부분에서 사용할 DXF 파일과 생성할 NC 파일을 선택하게 하였으며 생성할 NC 파일은 기존의 NC 파일과 같은 이름을 사용할 경우 데이터의 손실을 막기 위해 경고 메시지를 보내 준다. 오른쪽의 option select 부분은 공작 기계의 재반 환경의 값을 설정하기 위해 초심자도 쉽게 사용할 수 있게 값을 입력하도록 하였다. 공구는 모두 평 엔드밀을 사용하게 되는데  $\varnothing 3$ ,  $\varnothing 10$ ,  $\varnothing 20$  등을 선택할 수 있도록 하였고, 각이 진 엔드밀과 같은 특정 공구는  $\varnothing 3$ (각),  $\varnothing 10$ (피어싱용)처럼 쉽게 구분 할 수 있게 하였다. 가공 깊이(depth), 회전수(rpm) 및 이송속도(mm/min)는 직접 입력하도록 하였으며, advance option 버튼은 더 세세한 조건을 선별적으로 입력하도록 하였다.

### 3.4 적용에 대한 평가

DXF 데이터 생성은 AutoCAD 자체 명령을 사용하여도 문제는 없으나 각각의 요소를 layer별로 분류하여 데이터로 변환하는데는 작업자에 따라 많은 시간이 소요된다. 본 프로그램도 역시 자체 명령을 사용하였으나 옵션의 선택 및 layer별 분류를 자동화하여 DXF 데이터의 생성 시간이 최대 4초 이하가 되게 하였다. NC 데이터의 생성에 있어서 본 프로그램과의 비교를 위하여 시중에 많이 사용하고 있는 Omega CAM을 이용하였고, 총 가공 길이 12,664.30 mm의 NC 데이터를 비교 분석하였다. 본 프로그램에 의한 NC 데이터는 급속이송이 5,639 mm만큼 생성되었다. 이송속도 480 mm/min을 기준으로 하였을 때, 기계 사용을 위한 준비시간을 포함하여 본 프로그램은 37.42분, Omega는 52.21분이 소요되었다. 데이터의 용량은 불필요한 급속이송을 줄임으로써 28 kbyte에서 15 kbyte로 약 13 kbyte 만큼 줄일 수 있었다.

뿐만 아니라, CAM 프로그램을 초보자에게 숙달시키기 위한 기간은 본 프로그램은 30분 정도가 필요한데 비해 Omega CAM 프로그램은 3개월 이

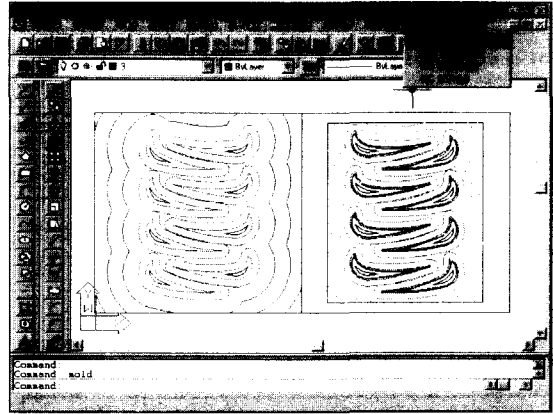


Fig. 6 Construction of the MENU for the beginner

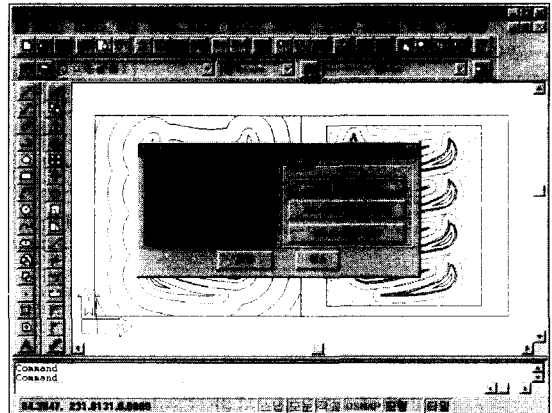


Fig. 7 Initial screen after running the program

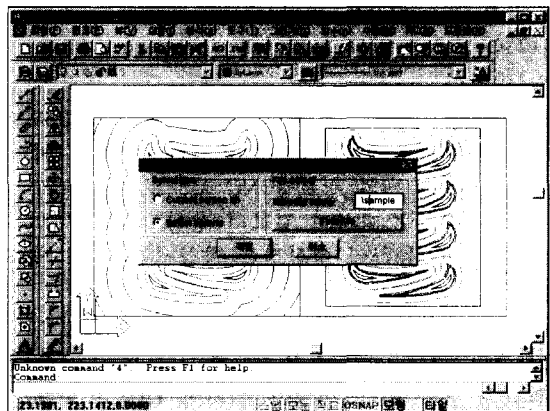


Fig. 8 Conversion screen for DXF code generation

상 소요되는 것으로 생각된다. 그리고 본 프로그램은 고가의 CAM 프로그램을 구매하지 않고 기존 사용하고 있던 AutoCAD를 바탕으로 하기 때문에 경제적 부담을 줄일 수 있다.

Table 2는 본 연구에 의한 CAM 프로그램과 Omega CAM 프로그램과의 효율성을 비교한 것으로 R13을 기준으로 한 new CAM 프로그램이 매우 우수한 결과를 나타내고 있다. 하지만 사용하는 AutoCAD의 버전에 따라 다소 시간 추정이 달라질 수 있다.

Table 2 Comparison of Omega CAM and new CAM

Item	Omega CAM	New CAM
DXF generation time (sec)	-	4
NC generation time (sec)	21	9
Distance of rapid feed (mm)	8,173	5,639
Real cutting time (min)	52.21	37.42
Data capacity (byte)	28,326	15,446

#### 4. 결론

본 연구에 의하여 개발된 신발 금형 가공을 위한 NC 코드 생성 CAM 시스템은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 범용 AutoCAD를 바탕으로 구축하여 시스템 데이터의 변환에 따른 불편함과 시스템 오류를 줄일 수 있었다.

2) 가공 경로에는 경로를 연결하기 위한 불필요한 급속이송과 중복된 경로가 존재하고 있다. 이에 대한 DXF 코드의 정보를 NC 코드로 변화시키면서 데이터베이스화하여 정보의 생성시간과 가공시간의 감소를 통하여 생산성을 향상시킬 수 있게 하였다.

3) 생산 현장에 필요한 정보만 다룰 수 있도록 프로그래밍 하여 고가의 불필요한 시스템을 보유할 필요가 없으며, 초심자를 위하여 GUI를 이용한 대화형식을 채택하여 빠르고 쉽게 숙달할 수 있도록 하였다.

#### 참고문헌

1. “프레스와 영기술,” (주)점단, Vol. 10, No. 9, 1997.
2. Ibrahim Zaid, “Original CAD/CAM Theory and Practice,” McGraw-Hill Book Co., Singapore. pp. 1~28, 1995.
3. 이철수, 박광렬, “기준평면과 경계상자를 이용한 NC절삭과정의 그래픽 시뮬레이션,” 한국CAD/CAM 학회 논문집, 제2권, 제3호, pp.126-134, 1997.
4. 조용부, K.K. Wang, “캐드환경에서 플라스틱 사출금형 설계 시스템의 개발,” 한국정밀공학회지, 제15권, 제2호, pp. 68-80, 1998.
5. 이진범, 정희민, 편영식, 주상윤, “유리재단 전용 CAM 시스템 개발,” 한국공작기계학회지, 제7권, 제1호, pp. 161-174, 1998.
6. 강성균, “선삭용 대화형 작업자 프로그래밍 시스템,” 현대정공 가공기술 솔루션, pp. 5.1.3-5.1.12, 1998.
7. 손영지, 전연찬 외, “신발금형용 CAM시스템 개발,” 한국정밀공학회, '98 춘계학술대회 논문집 (II), pp 587-590, 1998.
8. AutoCAD R13 Customization Guide, Autodesk, Inc., pp. 5-300, 1996.