

CNC 선반용 대화형 CAM 시스템 개발에 관한 연구

김희중* · 정재현** · 박명규** · 김종수** · 최형식**

A Study on Development of Interactive CAM System for CNC Lathe

H. J. Kim · J. H. Jeong · M. K. Park · J. S. Kim · H. S. Choi

Key words : CAM(컴퓨터 원용 가공), CNC lathe(컴퓨터 수치제어 선반), Interactive(대화형), Cutting condition(절삭조건), Tool path generation(공구경로생성)

Abstract

Recently, for enhanced productivity the induction of CAD/CAM is vigorous. Most of high - level CAD/CAM systems produce powerful faculties. But it is very expensive to purchase the system in small and difficult to be operated by non - experienced workers effectively. Then the reasonable CAM system for these is needed. In this study we developed a proto - type of the CAM system for CNC lathe connecting with personal computer. This system is configured with interactive menu windows for easy control of CNC lathe. And the system supports tool path generation for cutting conditions of workpiece. The performance of this system is satisfactory.

1. 서 론

생산현장에서의 CAD/CAM의 도입은 설계 및 가공 작업의 효율화, 기술 혁신 및 품질 향상은 물론 기술 인력난 해소와 납기 단축 그리고 표준화 등의 효과를 기대할 수 있다. 현재 국내 CAD/CAM 산업은 외국의 CAD/CAM 시스템을 도입하여 판매하는 수준으로 기술개발도 일부 응용분야에 제한되어 있다. 최근 많은 기업에서 CAD/CAM의 중요성이 인식되고 있으며 정책적 지원으로 생산현장의 자동화가 계속 확산되고 있는 중이다. 그

리나 중소기업들의 경우, 활용 인력 및 기술의 부족과 교육의 어려움을 겪고 있다." CNC 공작기계와 연결된 CAD/CAM 시스템의 활용에 있어 CNC 가공기술 및 프로그래밍, 인터페이스 기술 그리고 컴퓨터의 효율적 활용을 소화할 수 있는 기술자가 크게 부족하다. 이런 경우의 대부분은 도입된 시스템이 국내 생산환경을 고려하지 않은 외국 제품이 다수를 이루고 있기 때문이라고 생각된다. 또한 대부분의 CAD/CAM 시스템은 고성능 컴퓨터로 구성되어 그 가격이 고가이므로 국내 중소기업체의 재정 여건상 상당히 부담스럽다. 따라서

* 정희원, 한국해양대학교 대학원

** 정희원, 한국해양대학교 이공대학

CAD/CAM을 이용한 설계 및 생산성 향상의 목적을 달성하기 위해서는 국내 실정에 적합한 시스템의 개발이 절실히 요구된다.^{2,3)} 본 연구는 중소 제조업체에서 적용될 수 있는 저가의 다기능 선반용 대화형 CAM 시스템의 개발에 목적을 둔 것이다.

본 연구에서는 사용자가 원하는 형상을 얻기 위해 PC상에 미리 정의된 프리미티브(Primitives)를 마우스 및 키보드를 이용하여 대화형으로 호출하고 조합할 수 있도록 설계하였다. 이 형상들에 각종 가공정보를 입력하고 가공조건을 만족시키는 공구경로를 생성한다. 생성된 공구경로를 이용하여 NC 코드로 전환하고 CNC 선반에 전송하여 가공을 수행한다. 이러한 일련의 과정은 사용자가 쉽게 이용할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)를 통하여 구현하였다. 본 시스템에서는 2차원의 7가지 형상 패턴을 조합하여 대부분 공작물의 형상을 생성할 수 있도록 하였다.

또한 NC 절삭가공에 필요한 절삭조건, 사용 공구와 선택 그리고 공구경로의 생성에 대하여 고찰하고, 고찰된 이론을 응용하여 프로그램의 개발에 적용하였다.

2. 형상 정의

본 시스템은 공작물의 다듬질 형상, 사용 공구, 절삭 조건 등의 데이터를 PC에 입력하면 다듬질

상태와 공구의 노즈(nose) 반경을 고려한 공구경로를 산출하고 NC 코드를 자동으로 생성한다. 형상 정의는 공구와 공작물 형상을 가능한한 단순하게 입력하고 NC 코드를 생성할 수 있도록 하였다. 일반적인 둥근 봉의 형상 가공에서 시스템은 공작물이 회전축에 대한 회전 대칭형인 것을 이용하여 단면 형상을 Z-X좌표계에서 2차원 도형으로써 표현하였다. Fig. 1에서처럼 사용자는 공작물의 다듬질 형상을 처음에 직선으로 설정한다. 각 직선의 교점 $P_i(i=0\sim n)$ 는 다듬질 형상을 표현하기 위한 입력점이다.

먼저 공작물 전체 형상을 직선으로 생성한 후 원호에 관한 정보를 입력한다. 형상 입력점 P_i 에 Fig. 2의 형상 번호중 하나를 입력한다. 형상 패턴은 직선과 원호를 조합하여 사용하고, 패턴 번호와 함께 그 반경도 입력한다.

- $PT=0$: 직선의 교점을 표시하므로 반경은 0이 된다.
- $PT=1\sim 4$: 두 직선이 접하는 원호를 표시한다.
- $PT=5, 6$: 하나의 직선에 접한 각 방향에서 교차하는 원호를 표시한다.
- $PT=7$: $PT=5, 6$ 의 조합을 표시한다.

단, $PT=8$ 의 홈 가공은 다듬질가공 후에 처리하기 때문에 형상 입력에서는 지정할 필요가 없다.

형상 입력은 P_0 에서 P_n 까지의 좌표값(Z_i, X_i)와 형상 패턴(PT_i), 원호 반경(R_i)을 한 조로 각 점마

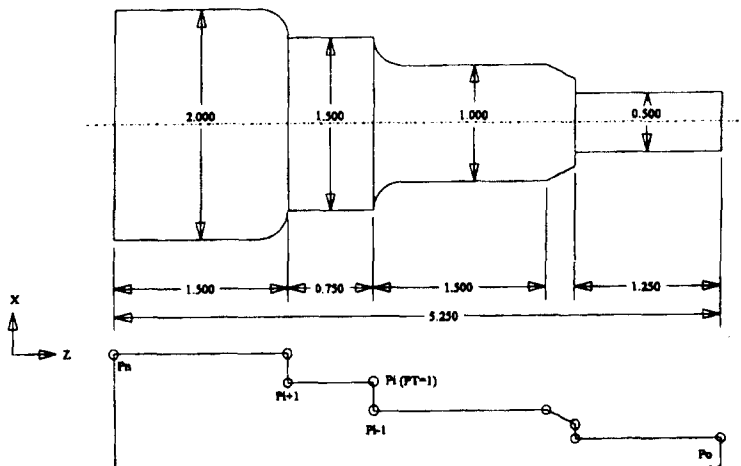


Fig. 1 A typical model of workpiece in this system

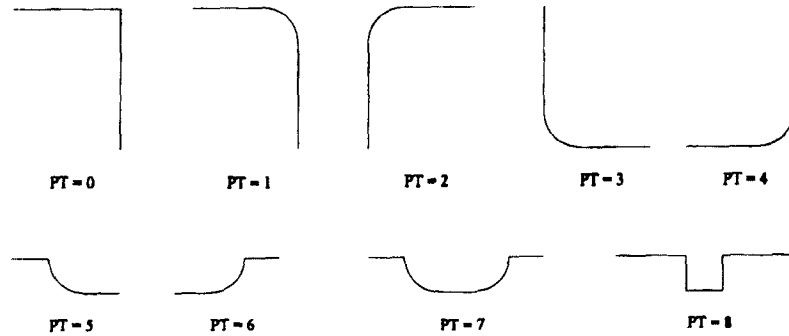


Fig. 2 The edge patterns at input points

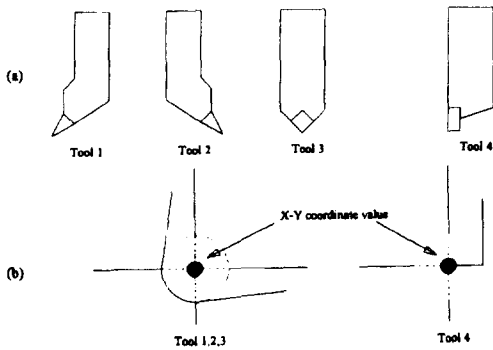


Fig. 3 The models of tool(a) and tool position(b)

다 수행한다. P_0 는 심압대 측, P_n 은 척 측으로 척 단면을 원점으로 한 절대좌표로 입력한다. 패턴은 7가지로 제한되지만 각 패턴의 조합으로 생산 현장에서 요구되는 대부분의 형상을 표현할 수 있으며, 가상 점을 설정하므로써 임의의 곡선 처리도 가능하다.

절삭조건에서 고려되어야 할 사항은 공작물 재질, 절삭 방법, 절삭깊이, 절삭속도, 공구 이송속도 및 공구 재질이다. 이들의 조건은 시스템에서 입력이 가능하나, 사용공구의 ISO(International Standardization Organization) 권장 값을 데이터 베이스로 이용하였다. 바이트는 각 가공 형상에 따라 여러 종류의 바이트가 사용되나 본 시스템에서는 Fig. 3(a)와 같이 분류하였다. 황삭가공에서 다듬질가공까지는 공구 1을 기본으로 사용하고, 절삭이 어려울 경우에 공구 2, 3을 이용한다. 공구 4는 홈 가공에 사용된다. 다만 본 연구에서는 나사 작업은 고려하지 않았다. 입력 사항은 공구 노즈

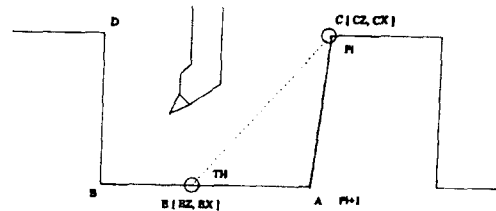


Fig. 4 A choice of the tool for cutting path generation

반경과 공구경사각이다. 프로그래밍의 용이성을 위해 Fig. 3(b)에서 처럼 노즈 반경은 어느 공구에서나 동일한 크기로 고정하였다.

공구 경로는 가공 방법의 선택에 따라 다음 3가지로 분류할 수 있다.⁴⁾

제 1가공법 : 축에 평행으로 절삭하는 방법

제 2가공법 : 윤곽을 따라 절삭하는 방법

제 3가공법 : 구간을 반복하여 절삭하는 방법

본 시스템에서는 제 1가공법으로 선택을 한정하였다. 가공은 황삭, 중삭, 정삭의 순서로 이루어지며, 각 가공마다 공작물 형상이 판정되고 공구가 결정된다.

공구 선택과 경로 생성은 상호 밀접한 관계를 가진다. 먼저 X축 방향에서 형상 변화를 조사하기 위해 $i=1$ 에서 $n-2$ 까지의 입력점에서 P_i 와 P_{i+1} 의 X좌표를 비교한다. $X_{i+1} < X_i$ 이면 공구 1에 의한 절삭 가능성을 판단하기 위해 Fig. 4처럼 공구경사각 (TH)의 감소테이퍼 CE를 구한다. 선분 $P_i P_{i+1}$ 이 수평면과 이루는 경사각 A_i 가 공구경사각 $\tan(TH)$ 보다 기울기가 급한 경우는 공구 1만으로 절삭이 불가능하다. 이 경우에는 그 점의 번호를 배열 $C(M)$ ($M=0, 1, 2, \dots$)에 넣고 감소테이퍼 개시점

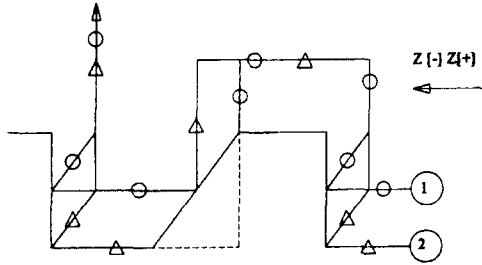


Fig. 5 The tool path generation with No. 1 tool

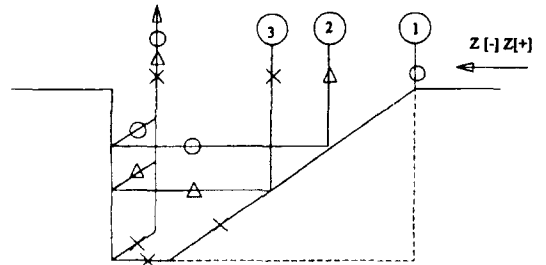


Fig. 8 A taper cutting with No. 1 tool

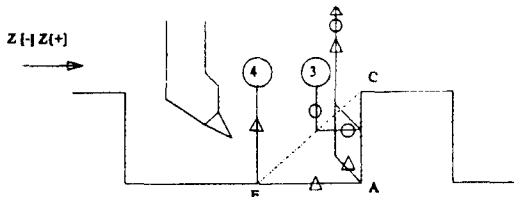


Fig. 6 The tool path generation with No. 2 tool

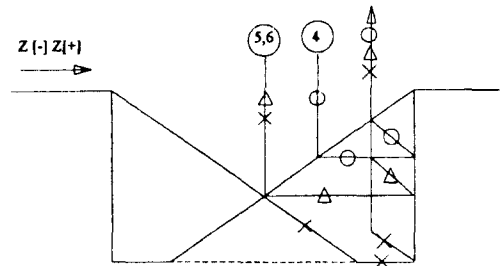


Fig. 9 A taper cutting with No. 2 tool

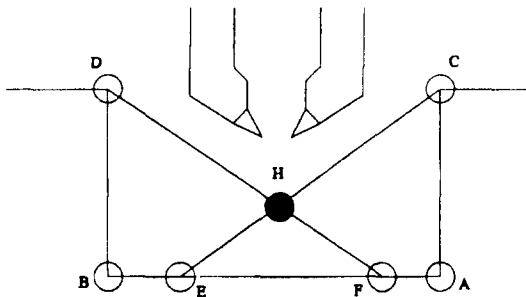


Fig. 7 A intersection of taper cutting with No. 1 and No. 2 tool

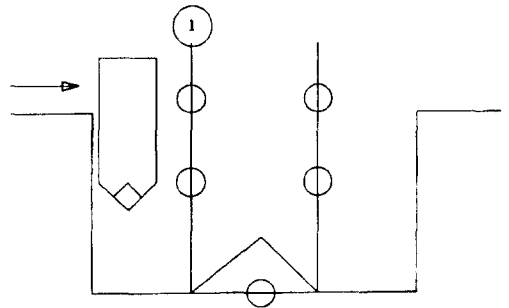


Fig. 10 A taper cutting with No. 3 tool

(Z, X)를 $CZ(M)$ 와 $CX(M)$ 에 대입한다. 그리고 P_i 에서의 황삭 다듬질 공구경로 변경점 QZ 를 테이퍼 식에 넣어, X 와 QX 의 값을 비교한다. $QX \geq X$ 이면 테이퍼는 종결된다. 테이퍼와 황삭 다듬질 공구경로 식에서 테이퍼 종결점을 계산하여 그 좌표를 $EZ(M)$, $EX(M)$ 에 대입하고 종결점에서 i 와 공구경로 변경점 K 의 값을 $-Z$ 방향 테이퍼 종료점 $E(M)$, $+Z$ 방향 종료점 $F(M)$ 에 대입한다(Fig. 7). $X > QX$ 이면 $QX \geq X$ 로 될 때까지 P_i 를 계속 판단한다.

이상에서 $M=0$ 일때, $C(M)=0$ 이면 $-Z$ 방향으로의 가공은 공구 1에 의해 절삭이 가능하므로 공구경로가 작성된다. $C(M) \neq 0$ 이면 공구 1에 의해 절삭이 불가능하므로 감소 테이퍼를 만들고 Fig. 5처럼 가공한다. 공구 교환 후 Fig. 6처럼 공구 2로

감소 테이퍼 영역 ACE 를 소거한다.

다음으로 공구 및 홀더 형상, 공작물 깊이와 폭의 관계에서 공구 1, 2만으로 가공이 가능한지를 판단한다. Fig. 7~Fig. 10이 이 과정을 나타낸다. 즉, 공구 1을 사용하여 절삭한 영역 ACE 를 공구 2로 절삭하므로써, 공구 2의 감소 테이퍼 DF 가 공구 1의 감소 테이퍼 CE 와 교점을 가지되면 영역 HEF 는 절삭되지 않고 남게 된다. 이 때 프로그램은 공구 2에 대해서 감소 테이퍼를 절삭하게 처리한다. 이 경우에는 배열 $T(M)$ 에 1을 대입하여 공구 3에 의해 절삭을 한다.

감소부분이 다단인 경우, 황삭 다듬질 공구경로

에 접해서 이동하는 공구는 일정 절입깊이를 가지므로 지정한 깊이 이상을 절삭하게 되고 공구 파손이 일어난다. Fig. 8처럼 일정 절입깊이를 가지는 공구로 회전축에 평행하게 황삭하는 경우, 황삭 다듬질 공구경로에 접하게 공구를 이동한다. 황삭가공에서는 공구 선택과 동시에 공구경로에서 절입 위치를 고려한다. 임의 절입을 위한 공구 위치를 $X=A$ 로 설정하고 Z축으로 이동하므로, 황삭 종료점은 직선이나 원호 조합으로 표시한 황삭 다듬질 공구경로 변경점과 $X=A$ 의 연립방정식의 해이다.

Fig. 12에서 $PT=0$ 의 경우 A, B 2점이, $PT=1 \sim 6$ 의 경우 A, B, C 3점이 절삭종결점 탐색에 이용된다. 절삭종결점의 탐색은 황삭 다듬질 공구경로 변경점의 X좌표와 절입위치 A의 위치관계를 이용한다. 절입위치 ①에서 $A > CX$ (C점의 X좌표) 이고 절삭종결점은 존재하지 않으므로 다음 입력점으로 이동한다. 절입위치 ②에서 $BX < A \leq CX$ 이므로 BC의 식에 $X=A$ 를 대입하고, ③으로 표시된 절삭종결점을 산출한다. 절입위치 ③은 $AX < A \leq BX$ 이고 ②와 같은 방법으로 처리한다. ②, ③의 경우는 절삭명령 후, 공구가 공작물에서 떨어지게 공구 이탈명령을 추가한다. ④의 경우는 $A < AX$ 이

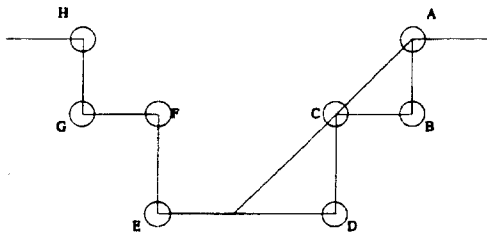


Fig. 11 The tool path generation in the multi-steps

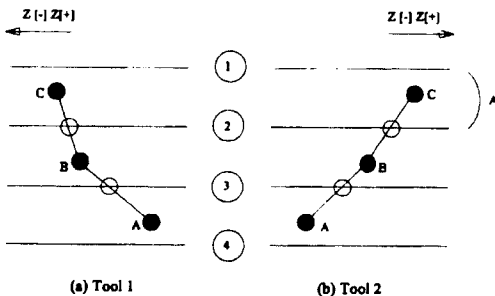


Fig. 12 The tool path of rough cutting

고, 이미 황삭의 종결로 판단되므로 다음 점으로 이동된다.

황삭에 있어서 각 공구의 공구경로 종결은 공구 1의 경우 황삭 다듬질 공구경로 변경점의 X좌표 QX 의 최소치를 기준으로 하고, 공구 2, 3의 경우는 각 M 의 값에 있어서 테이퍼 종결점의 X좌표 $EX(M)$ 를 기준으로 하며 절입위치가 그 기준치 이하일 때 종결한다. 다듬질 공구경로와 황삭 다듬질 공구경로는 각각의 공구경로 변경점을 각 공구가 통과하는 것처럼 형상 패턴별로 처리한다. $PT=0$ 의 직선 가공에서는 공구경로변경점의 좌표를 이용해 G 01 직선보간으로 절삭을 하게 된다. 원호의 경우에는 PT 값에 의해 원호보간의 증가값 I, K 를 구해 G 02 또는 G 03으로 절삭한다.

3. 공구경로 변경점의 산출

공구 위치는 공구 노즈 원호의 중심이 기준이므로, 공구경로는 노즈 원호중심을 연결하는 궤적이 된다. 이후의 모든 공구경로 계산에 있어 사상 공구경로는 노즈 원호반경 R 에 대하여, 그리고 황삭 다듬질 공구경로는 R 에 공구 윗셋방 T 를 더한 값에 대하여 절삭한다.⁵⁾ 공구경로 변경점 산출은 형상 패턴을 참고하여 공구반경 보정처리를 한 직선, 원호에 관해서 행한다.

Fig. 13에서 형상입력점 P_i, P_{i+1} 에서 거리 S 만큼 떨어진 직선을 구한다. 선반 주축중심에서 심압대 방향을 Z좌표로, 그것과 직각인 방향을 X좌표로 정한다. P_i, P_{i+1} 를 연결하는 직선의 방정식은 $X=A, Z+B_i$ 이고 기울기 A_i 와 절편 B_i 는

$$A_i = \frac{X_{i+1} - X_i}{Z_{i+1} - Z_i} \quad B_i = X_i - \frac{X_{i+1} - X_i}{Z_{i+1} - Z_i} Z_i$$

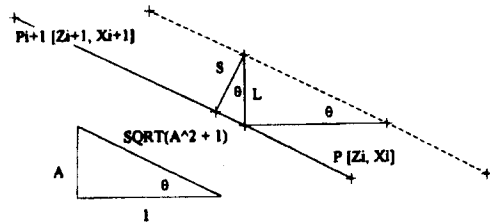


Fig. 13 A calculation of tool offset

이다. 직선 $P_i P_{i+1}$ 에서 S 만큼 떨어진 직선은 X 방향으로 L 만큼 증가시킨 것으로 생각하면 다음과 같이 된다.

$$X = A_i Z + B_i + S\sqrt{A_i^2 + 1}$$

다듬질 공구경로일 때는 $S=R$, 황삭 다듬질 공구경로일 때는 $S=R+T$ 를 대입하면 공구 노즈반경을 보정한 직선의 식을 얻으며, 원호의 경우도 동일하다.

공구경로 변경점 산출은 P_{i-1}, P_i, P_{i+1} 의 세 점과 P_i 에서의 패턴번호를 이용한다. 다듬질 공구경로 변경점 좌표는 (PZ, PX) 이며, 황삭 다듬질 공구경로 변경점 좌표는 (QZ, QX) , 원호 중심 좌표는 (OZ, OX) 로 정한다.

3.1 $PT=0$ 의 공구경로 변경점 산출

패턴번호 $PT=0$ 는 공작물 형상이 두 직선의 교점이므로 점 P_i 의 전후 두 점에서 보정직선의 교점으로서 공구경로 변경점을 구한다. Fig. 14에서 $Z_{i-1} \neq Z_i \neq Z_{i+1}$ 의 경우, $A_i = A_{i-1}$ 일 때 직선 $P_i P_{i+1}$ 와 직선 $P_{i-1} P_i$ 가 각각 X 방향으로 α, β 만큼 이동한 직선 $X = A_i Z + (B_i + \alpha)$ 와 $X = A_{i-1} Z + (B_{i-1} + \beta)$ 는 점 X 를 공유하므로 아래의 식을 얻을 수 있다.

$$PX_k = \frac{A_i B_{i-1} - A_{i-1} B_i}{A_i - A_{i-1}} + \frac{R(A_i \sqrt{A_{i-1}^2 + 1} - A_{i-1} \sqrt{A_i^2 + 1})}{A_i - A_{i-1}} \quad (1)$$

PZ_k 는 $A_i=0, A_{i-1}=0$ 일 때 각각 이동한 값이다. 그리고 $Z_i = Z_{i-1}, Z_i = Z_{i+1}, X_{i+1} > X_i, X_{i+1}$

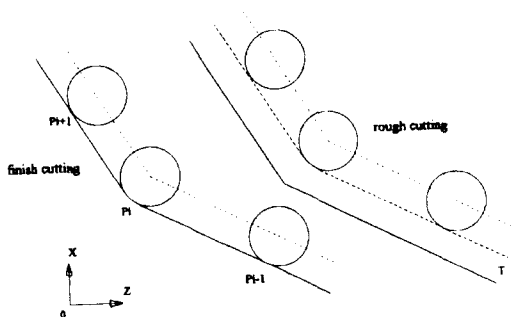


Fig. 14 A calculation of tool path changing point

$< X_{i-1}$ 의 경우에 대하여도 동일한 방법으로 각각 식을 구할 수 있다.

3.2 $PT=1\sim4$ 의 공구경로 변경점 산출

$PT=1\sim4$ 인 경우는 점 P_i 에서 두 직선 $P_{i-1} P_i$ 와 $P_i P_{i+1}$ 에 접한 원호를 표시하기 때문에, 보정 직선 ($S=R_i$)의 교점에서 원호중심 O_i 의 좌표(OZ_i, OX_i)를 구하고, 공구경로 변경점이 되는 원호 개시점과 끝점을 직선과 원호 접점으로 구한다. 기울기 A_i 에서 분모가 0으로 되지 않도록 각각 Z 좌표가 일치할 경우와 반대의 경우를 구분한다.

$Z_i = Z_{i-1}, OZ_i = Z_i - R_i$ 일 때, 직선 $P_i P_{i+1}$ 에 대하여 $R_i \sqrt{A_i^2 + 1}$ 만큼 내려온 직선에 OZ_i 를 대입하면

$$PZ_k = Z_i + R \quad PX_k = OX_i \quad (2)$$

가 된다. 그리고 PZ_{k+1} 과 PX_{k+1} 는 $(90 - \theta)$ 비례법칙에서 구할 수 있다. $Z_i \neq Z_{i-1}$ 의 경우 기울기가 A_{i-1} 일 때

$$PZ_k = \frac{OX_i - B_{i-1} + R_i \sqrt{A_{i-1}^2 + 1}}{A_{i-1}} - \frac{A_{i-1}(R_i + R)}{\sqrt{A_i^2 + 1}}$$

$$PX_k = \frac{A_i B_{i-1} - A_{i-1} B_i - R(A_i \sqrt{A_{i-1}^2 + 1} - A_{i-1} \sqrt{A_i^2 + 1})}{A_i - A_{i-1}} + \frac{(R_i + R)}{\sqrt{A_i^2 + 1}} \quad (3)$$

을 얻을 수 있다. 기울기가 A_i 일 때의 PZ_{k+1} 과 PX_{k+1} 도 같은 형태의 식을 가진다.

$PT=2, PT=3$ 그리고 $PT=4$ 의 경우도 $PT=1$ 의 경우와 X 및 Z 의 방향이 각각 반대인 경우이므로 동일한 방법으로 식을 구할 수 있다.

3.3 $PT=5, 6$ 의 공구경로 변경점 산출

$PT=5$ 의 경우는 점 P_i 에서 한 직선과 교차하면서 다른 직선에 접하는 형상을 표시한다. 이 경우 보정직선 ($S=R_i$)과 접하는 원호 방정식의 해로서 원호중심 좌표를 구한다. 그리고 공구경로 변경점이 된 원호 개시점을 그 접점으로 정한다. 다른 공구경로 변경점인 원호 끝점은 보정직선과 원호방정식의 교점으로서 산출한다. P_i 에 접하는 다듬질 공구경로 변경점은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
PZ_k &= \frac{T_1 + \sqrt{T_1^2 - T_2(A_{i-1}^2 + 1)}}{A_{i-1}^2 + 1} + \frac{A_{i-1}(R_i - R)}{\sqrt{A_{i-1}^2 + 1}} \\
PX_k &= A_{i-1}OZ_i + B_{i-1} + R_i\sqrt{A_{i-1}^2 + 1} - \frac{(R_i - R)}{\sqrt{A_{i-1}^2 + 1}} \\
T_1 &= Z_{i+1} + A_{i-1}(X_{i+1} - B_{i-1} - R_i\sqrt{A_{i-1}^2 + 1}) \\
T_2 &= Z_{i+1}^2 + X_{i+1}^2 + B_{i-1}^2 + (R_i A_{i-1})^2 - 2X_{i-1}B_{i-1} \\
&\quad + R_i(X_{i-1} - B_{i-1}\sqrt{A_{i-1}^2 + 1})
\end{aligned}
\tag{4}$$

P_{i+1} 에서 교차하는 다듬질 공구경로 변경점 PZ_{k+1} , PX_{k+1} 도 동일한 방법으로 구해진다. $PT=6$ 의 경우는 $PT=5$ 의 경우와 진행 방향이 반대인 식으로 나타난다.

3.8 $PT=7$ 의 공구경로 변경점 산출

$PT=7$ 은 두 개의 상한에 걸친 가공이기 때문에, 상한이 변하면 NC명령을 변경해야 하므로 상한이 변하는 점에 공구경로 변경점을 정하여 $PT=5, 6$ 의 조합으로 처리하는 것이 가능하나, 실행의 용이성을 위해 이러한 패턴을 정의한다. 복합된 경로에서 P_0 와 원호 개시점의 다듬질 공구경로 변경점을 산출하면 $OZ_i=Z_i$, $OX_k=X_i+R_i$ 에서 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
PZ_{k-1} &= \frac{T_3 + \sqrt{T_3^2 - T_4(A_{i-2}^2 + 1)}}{\sqrt{A_{i-2}^2 + 1}} \\
PX_{k-1} &= A_{i-2}PZ_{k-1} + B_{i-2} + R_i\sqrt{A_{i-2}^2 + 1} \\
T_3 &= OZ_i + A_{i-2}(OX_i - B_{i-2} - R_i\sqrt{A_{i-2}^2 + 1}) \\
T_4 &= OZ_i^2 + OX_i^2 + (B_{i-2} + R_i\sqrt{A_{i-2}^2 + 1})(B_{i-2} \\
&\quad + R_i\sqrt{A_{i-2}^2 + 1} - 2OX_i) - (R_i - R)^2
\end{aligned}
\tag{5}$$

원호 종결점과 P_n 의 다듬질 공구경로 변경점을 산출하면

$$PZ_k = Z_i \quad PX_k = X_i + R \tag{6}$$

이고 PZ_{k+1} , PX_{k+1} 은 식(5)와 동일한 형태를 가진다.

이상과 같이 다듬질 및 황삭 다듬질 공구경로 변경점을 구하기 위한 처리를 형상입력점 P_i 에서 P_{n-1} 까지 행한다.

4. 시스템 개발

본 시스템은 앞서 고찰한 내용을 선반 가공을 위한 형상입력과 NC 코드 생성이 가능하도록 구성하였다. 시스템은 intel 80386이상의 CPU를 장착한 PC에서 Microsoft Windows 환경이 요구된다. 본 시스템은 임의 형상 모델링, 형상정의, 치수입력, 가공조건입력, 공구선택, NC 코드 생성등의 객체(Object)의 이벤트(Event) 발생에 따라 작업이 진행되어 최종적으로 NC 명령을 생성하게 된다.

임의 형상 모델링 부분은 가공하고자 하는 형상을 직선으로 정의 하며, 형상정의 및 치수 입력 부분에서는 가공하고자 하는 형태 및 치수를 입력한 후 실제의 크기 비율에 맞는 크기로 보여준다. 가공 조건 입력 부분에서는 재질에 따른 가공 구분(황삭, 정삭), 절삭 깊이, 절삭 속도, 이송 속도, 최소 직경, 최대 절삭 속도, 추천 공구, 공구 원점 등을 정의한다. 데이터베이스를 이용해 저장된 값을 기본적으로 보여주지만 사용자가 그 값을 조작 가능하도록 하였다. 공구 선택 부분에서는 선반에 장착할 공구의 종류 및 순서를 결정한다. 그리고 이상의 조건을 입력한 후 최종적으로 NC 명령 생성 부분에서 CNC 선반에 전송할 코드를 생성한다.

시스템은 가공물 형상모델링, 치수입력, 가공형상정의, 절삭조건 선택, NC 코드 생성 순으로 실행된다. 시스템은 가공물 형상모델링을 위한 화면, 공작물의 2차원 형상 및 치수가 표시된 공작물의 형상화면, 가공점들의 형상을 정의하는 버튼, 입력된 점과 치수를 입력하는 입력점 버튼, 그리고 실행순으로 나열된 명령버튼으로 구성된다.

Fig. 15는 형상 모델링 윈도우, 형상정의의 버튼 윈도우, 절삭조건, 치수입력 윈도우 및 실제 형상 출력 윈도우로 구성된 화면을 보인 것이다. 먼저 4개의 단으로 구성된 형상의 정의 및 치수를 입력하면, 화면상에서 공작물의 형상을 자유롭게 변화시킬 수 있다. 이런 과정을 거친 후, 데이터 베이스에 저장된 절삭조건을 Fig. 16에서 처럼 화면상에서 선택할 수 있다.

Fig. 17은 공구의 시작점을 입력하는 화면이다. 시스템이 입력된 좌표로부터 시스템에 좌표계를 설정하며 CNC 선반의 원점으로부터의 실거리에

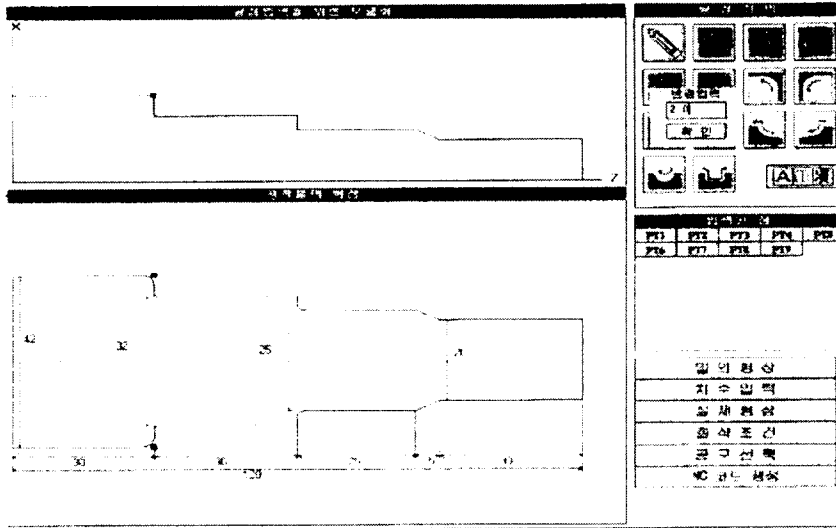


Fig. 15 The shape configured window with dimension inputs

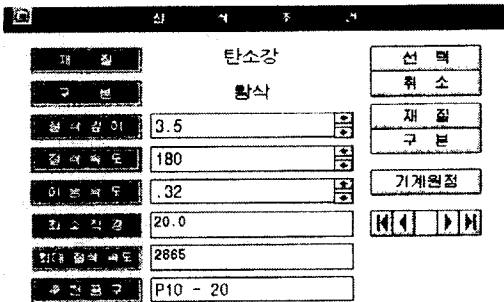


Fig. 16 A input window for cutting conditions

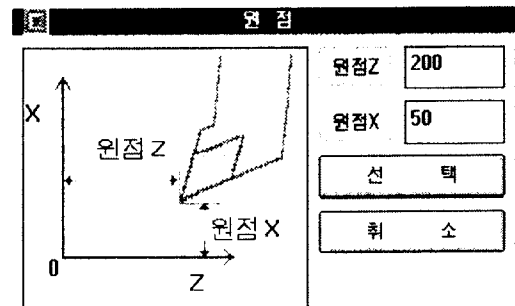


Fig. 17 A input window for starting point of tool

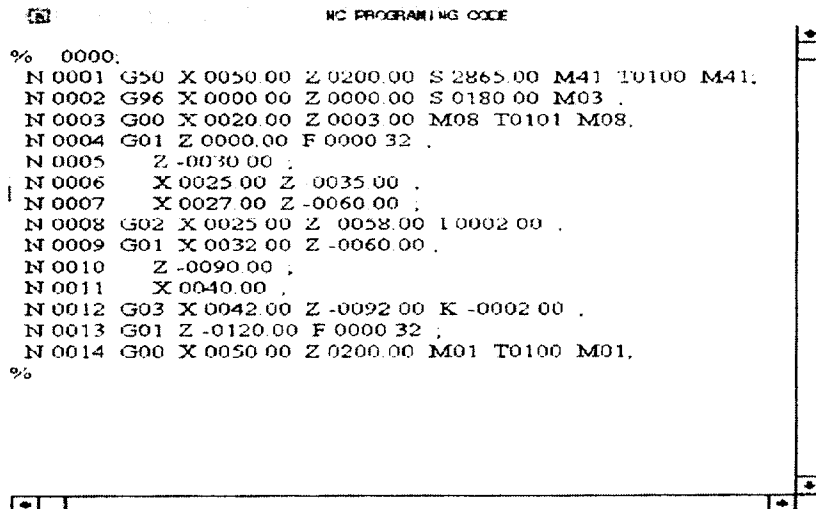


Fig. 18 The NC codes generated for rough cutting

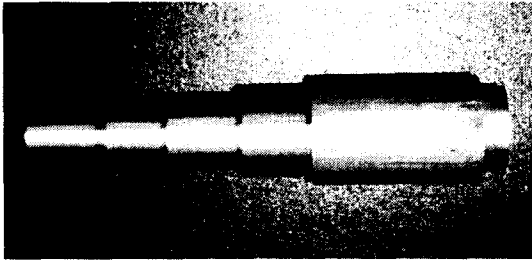


Fig. 19 A cutted workpiece with a CNC lathe

관계없이 화면좌표 원점을 기억하게 하였다.

Fig. 18은 이러한 과정을 거쳐 최종적으로 생성된 황삭 NC 코드의 리스트이다.

본 시스템을 이용하여 생성한 코드를 바탕으로 실제로 공작물을 가공한 결과가 Fig. 19이다. 가공에 사용한 CNC 선반은 기아기공에서 생산된 NR23형이다.

5. 결 론

본 연구에서는 중소기업의 기업에서 PC를 이용하여 CNC 선반의 효율적 활용을 위해 적용될 수 있는 CAM 시스템을 개발하였다.

형상 입력 방법의 종류를 가능한한 단순화하여 사용자의 입력 작업을 쉽게 하였고, 윈도우즈 환경

에서 사용자가 간단한 메뉴 선택으로 형상을 입력하고 수정할 수 있도록 하였다. 또한 가공에 필요한 각종 조건을 데이터 베이스화하여 표준적인 가공 조건을 사용자에게 제공할 수 있도록 하였으며, 사용자에게 의한 데이터의 수정도 가능하게 하였다. 완성된 시스템의 프로토타입은 실제 가공의 적용에 있어 양호한 결과를 보였다.

추가적으로 본 시스템에서는 현재 구성된 메뉴 체계를 보다 사용자가 쉽게 접근할 수 있도록 개선할 여지가 있으며, 또한 보다 다양한 CNC 선반에 적용될 수 있도록 확장의 필요성이 있다.

참고문헌

- 1) 정재현, "부산 경남지역 금형가공업체 현황조사", 정밀정형 및 금형가공 연구센터 한-일 워크샵, pp. 92-111, 1994
- 2) 정희원, "금형곡면의 고정도 가공을 위한 PC용 CAM 시스템의 개발에 관한 연구", 한국해양대 대학원 논문집, 1994
- 3) 황보준도, "밀링 가공용 대화형 CAM 시스템의 개발에 관한 연구", 한국해양대 대학원 석사학위 논문, 1994. 8
- 4) 정진식, CNC 선반, 성안당, 1995
- 5) 최병규, NC 절삭가공과 CAM 시스템, 청문각, 1995