Journal of the Industrial Technology Research Institute.
Korea Maritime University. Vol. 13. 1995.

정밀가공을 위한 NC선반의 최적운용과 프로그래밍 기법의 개발

정 재현*, 김 종수*, 최 형식*, 박 명규**

The development of porgramming technics and optimzing operation of NC Lathe for precision manufacturing

Jeong J. Hyun, Kim J. Soo, Choi H. Sik, Park M. Kyu

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 and difficult to effective driving for non-experienced workers of many manufacturing environments. Then the resonable 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 work piece. The performance of this system is satisfactory.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 연구목표

최근 NC선반을 비롯한 공작기계는 각종 제어기술의 개발에 힘입어 눈부신 발전을 이룩하고 있다. 특히 CNC선반은 다른 공작기계에 비하여 빠른 성능 향상을 보이고 있다. 이에 따라 각 기업에서는 NC기계의 도입이 활발하게 이루어지고 있으며, 중소기업까지도 정밀도 향상과 신속한[1)]가공을 위하여 NC기계를 도입하여 사용하고 있다.

* 한국해양대학교 이공대학 기계공학과
** 한국해양대학교 이공대학 조선공학과

이러한 NC기계를 도입하는 목적은 설계 및 가공의 효율화, 생산기술의 혁신 및 품질향상은 물론 부족한 기술인력난 해소를 위한 것이라 할수 있다.

그러나, 중소기업에서는 인력의 부족, 또는 각 기업에 맞는 가공 소프트웨어 등의 미비로 이들 NC기계를 충분히 활용하지 못함으로써 가공의 효율성을 도모하고 있지 못하고 있는 실정이다. 또한 일부 가공용 소프트웨어가 수입품으로 가격이 비싸 재정적으로 취약한 중소기업으로서는 도입에 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다.

따라서 본 연구에서는 중소기업에서도 도입에 있어 재정적 부담이 적은 고기능의 NC선반용 자동 프로그래밍 기법을 개발하여 제공함으로써 가공의 자동화를 도모하고자 하는데 그 최종 목표를 두고자 한다.

1.2 연구내용

본 연구는 소형 퍼스널 컴퓨터를 사용하여 NC선반을 제어하는 소규모 자동 가공 시스템을 개발하는 것을 최종 목표로 두고 있다. 따라서 본년도에서는 가공하려는 형상을 컴퓨터에서 쉽게 정의할 수 있는 형상정의 모듈을 개발하여 이에 대한 NC선반 가공용 시스템의 프로토타입을 개발하고자 한다. 즉 미리 정의된 프리미티브(Primitives)를 메뉴 형식으로 배치하여 간단한 입력도구(마우스 또는 Keyboard)로 이를 호출하여 조합함으로써 사용자가 원하는 형상을 쉽게 컴퓨터에 입력할 수 있게 한다.

이렇게 만들어진 형상을 기초로 해서 각종 가공정보를 입력하고, 입력된 가공조건을 만족시키는 공구경로를 생성한다. 또한 생성된 공구경로 데이터를 이용해서 NC명령을 자동으로 생성시키고, 이를 NC선반에 전송하여 자동가공을 하는 소규모 'CNC선반용 자동가공 시스템'을 개발한다. 그리고, 이를 실현하기 위한 일련의 과정이 GUI(Graphic User Interface)를 통해서 이루어 지도록 함으로써 보다 간편하고 손쉬운 가공시스템을 구축하고자 한다

2. 공작물 형상 정의

공작물 형상에 관해서는 공작물을 원통부, 테이퍼부, 원호부 등의 기본요소로 나누어 그 조합으로써 표현하는 방법이나 3차원 형상모델링의 형상기술(記述)방식과 형상 데이터베이스를 이용한 것 등이 있지만, 이 시스템에서는 공작물이 Z축을 회전축으로 한 회전대칭형인 것을 이용하며, 그 단면형상을 Z-X좌표계에서의 2차원 도형으로써 표현하였다. Fig. 2.1에 표시한 바와 같이 공작물의 다듬질형상을 직선으로 모델링한다. 이 때에 각 직선의 교점 P_i는 다듬질한 형상을 표현하기 위한 형상 입력점이다.

형상입력점 P_i에 Fig. 2.2에서 표시한 바와 같이 형상 번호를 부여한다. 형상 패턴은 직선과 원호를 조합하여 사용하고, 패턴번호와 함께 그 반경을 입력한다.

형상 패턴 PT= 0인 경우 : 직선의 교점을 의미하기 때문에, 반경은 0이다.

dCollection

형상 패턴 PT=1~4의 경우 : 두 직선이 접하는 원호를 표시한다.
형상 패턴 PT=5, 6의 경우 : 하나의 직선에 접하고 다른 방향에서 교차하는 원호를 표시한다.
형상 패턴 PT=7의 경우 : PT가 5, 6의 조합을 표시한다.

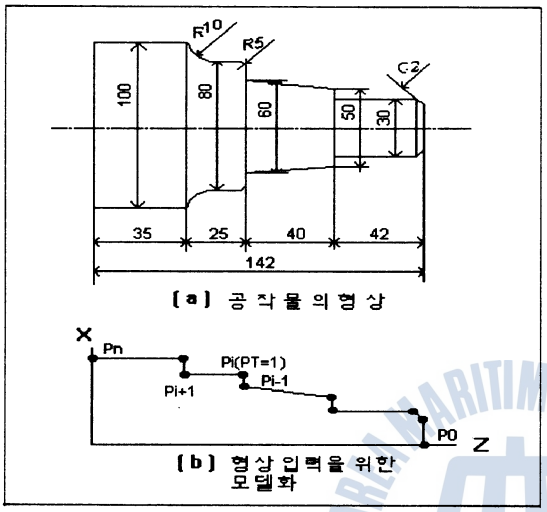

Fig. 2.1 공작물 형상 정의

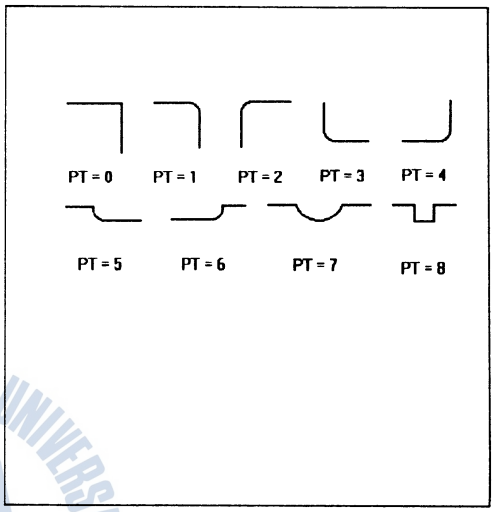

Fig. 2.2 형상 패턴

여기서, 형상입력이란, 입력점의 최종번호를 n 으로 하여 P_0에서 P_n까지의 좌표값(Z_i, X_i)와 형상 패턴 PT_i, 원호반경 R_i을 1조로 각 점마다 입력하는 것을 말한다. P_0는 심압대 측, P_n은 척 측으로 하며, 척의 단면을 원점으로 한 절대좌표로 기술한다.

패턴번호는 7종류이지만, 그들의 패턴번호를 잘 조합하여 사용하면 공작물 거의 대부분의 형상이 표현 가능하며, 또한 가상의 점을 설정하면 임의의 곡선도 처리 가능하다.

3. NC 선반의 절삭 가공조건

3. 1 절삭조건과 사용공구

절삭조건에 관해서 입력이 필요한 사항은 공작물 재질, 절삭종류, 공작물 절삭깊이, 공작물 절삭속도, 이송속도, 공구재질 등이다. 이들의 사항은 퍼스컴의 지시에 따라 입력하지만, 그들의 치수는 사용공구의 권장값을 이용하면 좋다. 권장값은 ISO(International Standardization Organization) 규격에 따라 각자 회사의 가공조건 데이터베이스를 이용하는 것이 바람직하다.

NC선반용 공구(바이트)에는 용도별과 형상에 따라 여러 종류가 사용된다. 용도별로 구분한 바이트의 몇 가지 예로는 일반가공용, 홈가공용, 나사가공용, 내경 일반 구멍가공용 그리고 내측 나사가공용이 존재한다.

사용공구를 형상에 따라 분류하면 황삭가공에서 다듬질가공까지를 공구 1로 하는 것을 기본으

dCollection

로 하지만, 그것이 불가능 할 경우에는 공구 2, 3을 이용해서 처리한다. 공구 4는 홈 가공에 사용된다. 공구에서 나사절단은 가능하지 않기 때문에,개발한 시스템에서는 나사작업을 고려하지 않았다. 공구에 관한 입력사항은 공구 nose반경과 그 취급조건인 앞날각이다. 다만, 프로그램에서 처리를 용이하게 하기 위해 nose반경을 각 공구에서 동일한 크기로 하였다.

3.2 공구선택과 공구경로

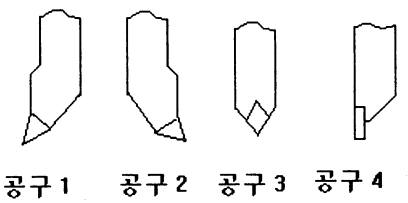

Fig. 3.1 사용공구형상

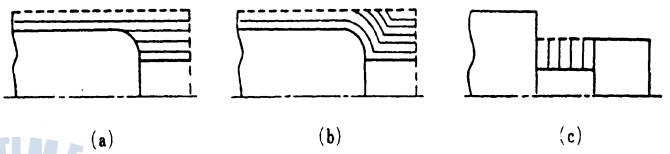

Fig. 3.2 절삭 가공법

공구경로의 결정은 어떤 가공을 선택하는가에 따른다. Fig. 3. 2(a)~(c)에 3개의 가공법을 나타내었다.

제 1의 가공법 : 축에 평행으로 절삭하는 것 (Fig. 3.2(a))

제 2의 가공법 : 윤곽을 따라 절삭하는 것 (Fig. 3.2(b))

제 3의 가공법 : 일정 구간을 반복하는 것 (Fig. 3.2(c))

개발한 프로그래밍 시스템에서는 제 1의 가공법으로 한정하고 있다. 즉 공구를 공작물의 회전축에 평행하게 이동하여 가공한다.

위의 방법을 이용한 가공은 황삭가공, 중삭가공, 정삭가공 순으로 이루어지며, 가공마다 공작물 형상이 판정되고, 사용공구도 결정된다. 공구와 공구경로는 공작물 형상에 의해 결정되기 때문에, 공구선택과 공구경로는 상호 밀접한 관계를 가지며 이의 기본적인 방법을 개발된 프로그램에 적용하였다.

4. 공구경로 변경점의 산출

공작물의 다듬질형상은 형상입력점에 의해 기술되지만, 공구위치는 전술한 것처럼 공구 nose원호의 중심을 기준으로 표시되기 때문에, 프로그램에서 계산한 공구경로는 nose원호중심을 지나가는 궤적으로 된다. 이 때문에 사상(仕上)공구경로의 경우는 nose원호반경 R에 관해서, 또한 황삭 다듬질 공구경로의 경우는 R에 다듬질 가공여 T를 더한 것에 관해서 보정하여 절삭해야 하며 이를 개발된 프로그램에 적용였다.

dCollection

공구경로변경점 산출은 형상 pettern을 참고 하면서 공구반경 보정처리를 한 직선, 원호에 대하여 한다. 우선 보정처리를 기본적인 직선의 경우에 그림 4.1에 표시한 것처럼 형상입력점 P_i, P_{i+1}로 주어진 공작물 형상으로 부터 거리 S만큼 떨어진 직선을 구한다. P_i, P_{i+1}의 좌표는 선반의 주축중심에서 심압대의 방향에 Z좌표를, 그것과 직각인 방향으로 공작물 직경을 증대하는 방향을 X좌표로 잡으면, 각각 (Z_i , X_i), (Z_{i+1} , X_{i+1})으로 주어진다. P_i, P_{i+1}를 연결하는 직선방정식은

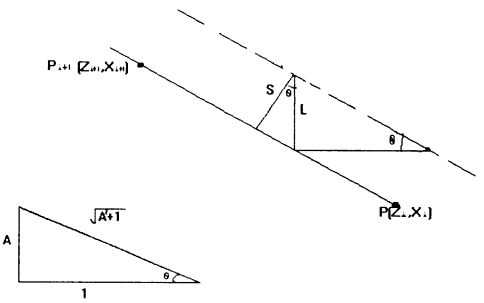

Fig. 4.1 형상입력점에서 공구경로의 결정

$$X = A_i Z + B_i \tag{4.1}$$

이 된다. 여기서, 기울기 A_i와 절편 B_i는

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

이 된다. 이 식을 기본으로 S만큼 떨어진 직선은 (4.1)식을 X 방향으로 거리 L만큼 증가시킨 것과 같기 때문에 다음과 같은 공식이 유도된다.

$$X = A_i Z + B_i + S\sqrt{A_i^2+1} \tag{4.2}$$

다듬질 공구경로의 경우는 S=R, 황삭 다듬질 공구경로에서는 S=R+T를 대입하면, 공구 nose반경을 보정한 직선식이 얻어진다. 원호의 경우도 같은 방법으로 생각해서 구할 수 있다.

패턴번호 PT=0의 경우는, 공작물 형상이 두 직선의 교점이므로, P_i의 전후 2점을 정하여 보정직선의 교점으로서 공구경로변경점을 구한다. 이 때, Z좌표에 공통 수치를 가지는가 어떤가에 따라서 5종류로 분류한다. 그림 4.2에 다듬질(왼쪽)과 황삭용 (오른쪽) 공구경로 변경점을 표시했다.

패턴번호 PT=1~4의 경우는, 점 P_i에서 두 직선 P_{i-1}-P_i와 P_i-P_{i+1}에 접한 원호를 표시하기 때문에, 보정직선(S=R_i)의 교점에서 원호중심 O_i의 좌표(OZ_i, OX_i)를 구하고, 다시 공구경로변경점이 되는 원호 개시점과 끝점을, 직선과 원호 접점으로써 산출한다. PT=1~4까지의 공구경로변경점을 그림 4.4 와 그림 4.5에 표시했는데 각각 Z좌표가 일치할 경우와 그렇지 않은 경우로 나누어 처리하고 있다. 이것은 기울기 A_i를 구할 때 분모가 0으로 되는 것을 막기 위해서이다.

패턴번호 PT=5, 6의 경우는, 점P_i에서 한 직선에 교차하고, 다른 직선에는 접하는 형상을 표시하는데, 이 경우 보정직선 (S=R_i)과 그것에 접한 원호 방정식의 해로부터 원호중심 좌표를 구한다. 그리고 공구경로 변경점이 된 원호개시점을 그 접점으로 정한다. 다음에는 또 하나의 공구경로변경점인 원호 끝점을 보정직선과 원호방정식과의 교점으로서 산출한다. 이 관계를 그림 4.6에 표시했다.

패턴번호 PT=7의 경우는, 두 개의 상한 (여기에서는 제3, 4 상한)에 걸친 가공이므로 상한이

dCollection

변하면 NC명령을 변경할 필요가 있기 때문에, 상한이 변한 점에 공구경로변경점을 1점으로 정하여 PT=5, 6의 조합으로 간주해서 같은 방법으로 처리한다. PT=7의 패턴번호는 5, 6의 조합으로서 기술하여도 되지만, 편리를 위해서 이 패턴을 정의하였다. 이 경우, 그림 4.7에 표시한 것과 같이 원호 개시점, 상한의 통과점, 원호종결점이 공구경로변경점이 된다.

이상과 같은 다듬질 및 황삭 다듬질 공구경로 변경점을 구하기 위한 처리가 형상입력점 P_i에서 P_{n-1}까지 행해진다. P_0과 P_n는 계산상 필요한 점이고, 절삭은 P_1에서 P_{n-1}까지 행해진다.

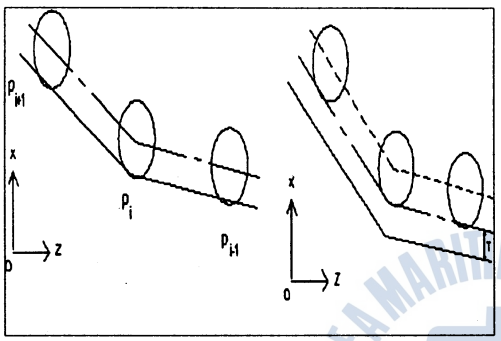

Fig. 4.2 PT=0

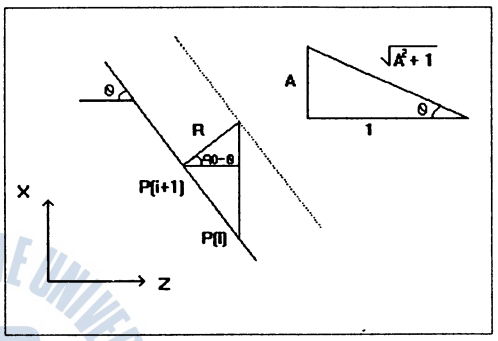

Fig. 4.3 PT=0의 기하학

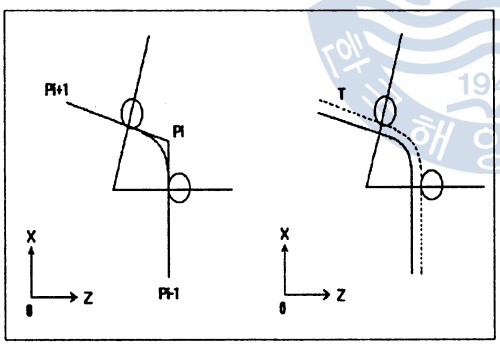

Fig. 4.4 PT=1~4, $Z_i=Z_{i-1}$

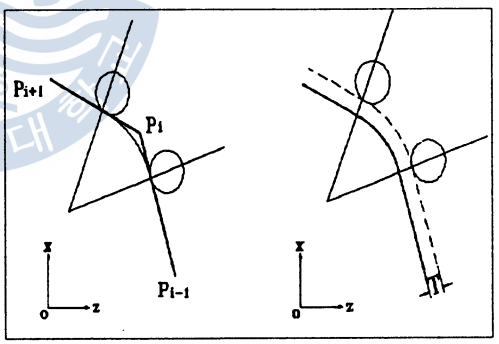

Fig. 4.5 PT=1~4, $Z_i \neq Z_{i-1}$

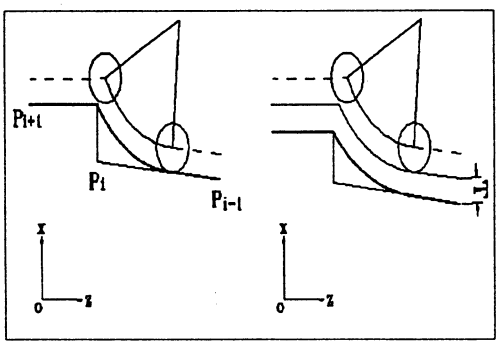

Fig. 4.6 PT=5

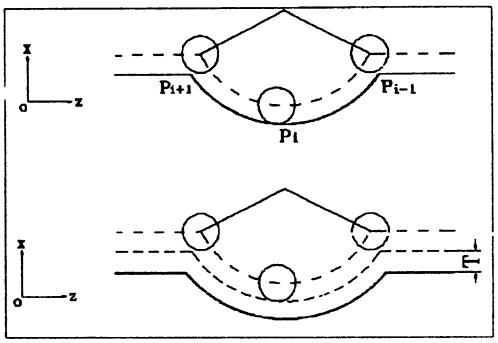

Fig. 4.7 PT=7

5. 시스템 구성 및 NC명령자동생성 프로그램

5.1 시스템 구성

개발한 NC명령자동생성 프로그램의 시스템은 아래의 표와 같으며, 그 구성은 아래 SOFTWARE 항목의 SYSTEM 사양에 준한다.

CPU	intel 80386 이상
Memory	4 MB
SYSTEM	한글 WINDOWS 3.1

임의 형상 모델링, 형상정의, 치수입력, NC 명령생성등의 Object에서 발생하는 다양한 Event 발생에 따라 최종적으로 NC 명령을 생성하게 구성하였다.

5.2 NC명령자동생성 프로그램에 의한 가공 예

프로그램은 앞절에서 설명한 구성에서와 같이 가공물 형상모델링, 치수입력,가공형상정의 ,절삭조건의 선택,NC명령생성의 순으로 실행되어 진다.

Fig. 5.1은 프로그램을 실행했을때의 초기화면으로 가공물 형상모델링을 위한 화면, 공작물의 2차원 실제 형상 및 기입 치수를 볼 수 있는 공작물의 형상화면, 가공점들의 형상을 정의하는 형상정의 버턴, 입력된 점들을 나타내고 치수를 입력하는 입력점 버턴, 그리고 실행순으로 나열된 명령버턴으로 구성되어 있다. Fig 5.2는 가공 형상의 모델링 및 치수를 기입한 후의 화면으로 4개의 단으로 구성된 형상을 예로 들었고, Fig 5.3은 입력된 치수에 따른 실제 비율로 표시한 것이다. Fig 5.4는 입력된 형상에 라운딩이나 모따기 등 형상 정의에 필요한 데이타를 입력하는 화면으로서 공작물의 형상을 자유롭게 변화시킬 수 있음을 보여주고 있다.

이런 과정을 거친 후, 절삭조건을 선택하는 화면(Fig 5.5), 공구의 원점 선택화면(Fig 5.6), 공구 선택화면(Fig 5.7) 등은 데이타베이스에 저장된 조건들을 보여주고 거기에서 선택하는 화면이다.

마지막으로 Fig 5.8은 이러한 과정을 거쳐 최종적으로 간단한 황삭 NC 명령을 생성한 예이다.

5.4 가공 예

개발한 시스템을 이용해 생성한 코드를 바탕으로 다음과 같이 가공하였다. Fig 5.9, Fig 5.10, Fig 5.11 는 각각 가공물의 형상, 가공용 CNC 선반, 가공에 사용된 공구들이다. 가공에 사용한 CNC 선반은 기아기공의 NR23이며, 실험은 컨소시엄 참여업체인 (주)대양계기에서 수행하였다.

Collection

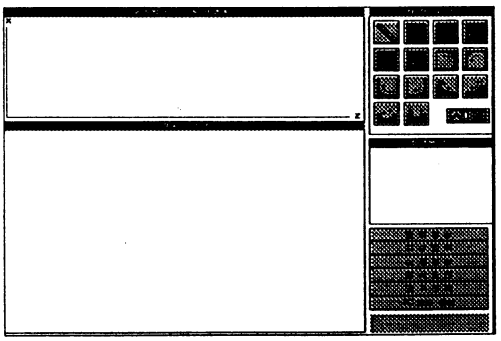

Fig. 5. 1 초기화면

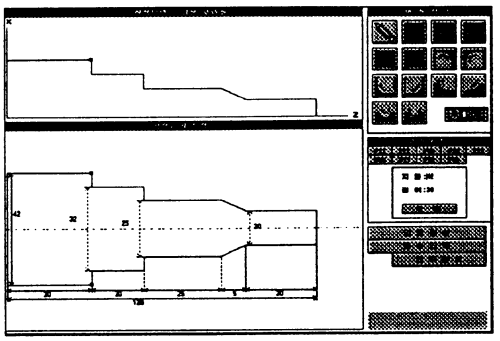

Fig. 5. 2 수치입력화면

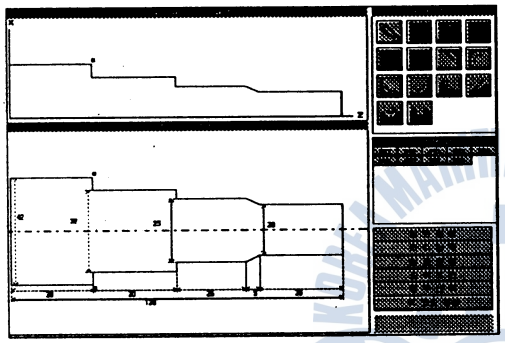

Fig.5.3 실제비율로 형상을 보여주는 화면

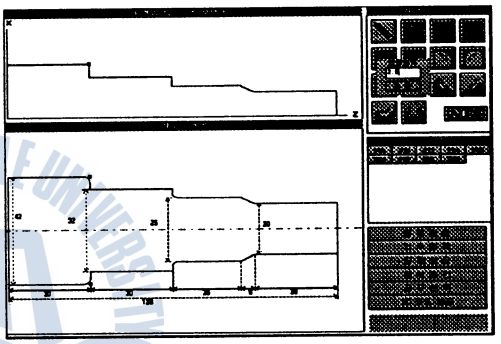

Fig. 5. 4 형상정의 화면

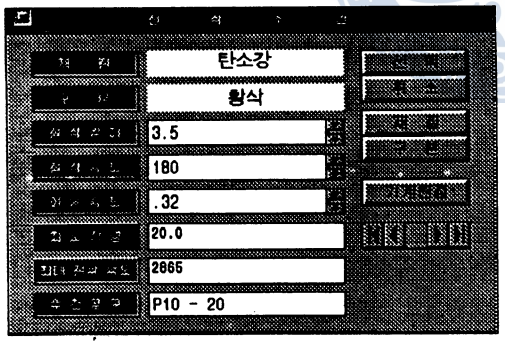

Fig. 5. 5 절삭조건 선택 화면

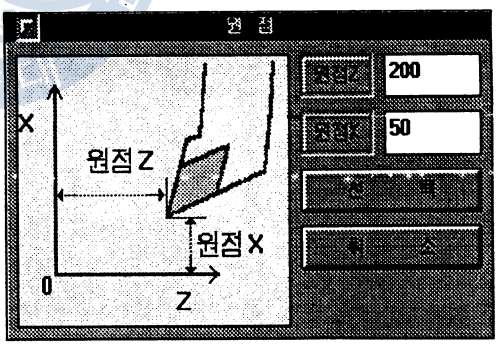

Fig. 5. 6 공구원점 입력 화면

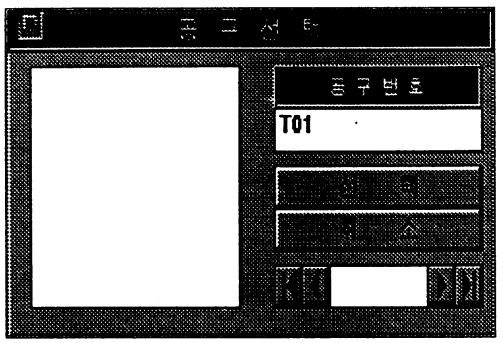

Fig. 5. 7 공구선택 화면

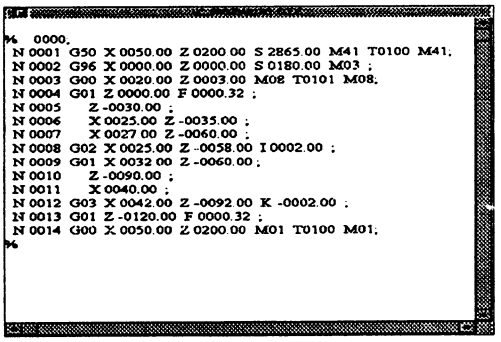

Fig. 5. 8 NC 명령생성 화면

dCollection

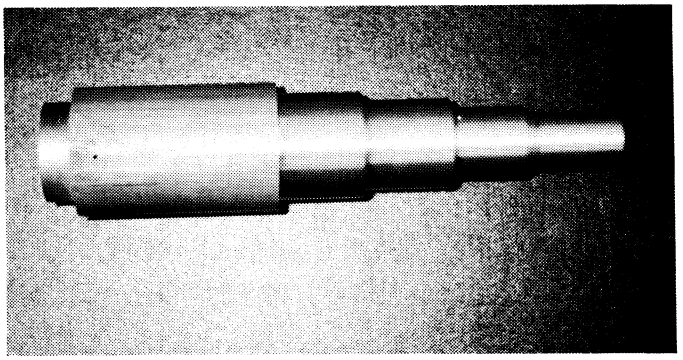

Fig. 5. 9 가공물의 형상

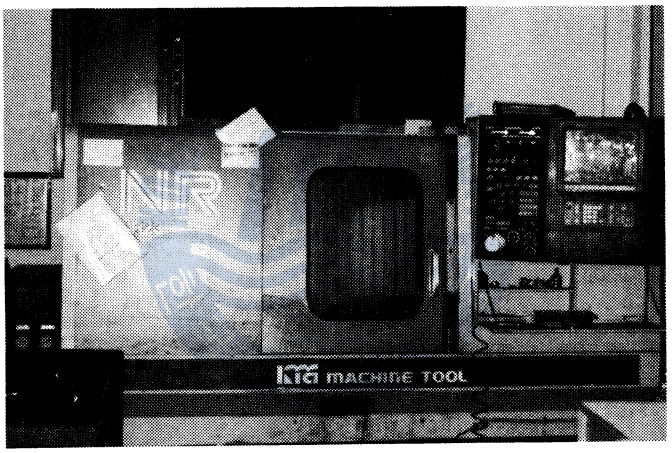

Fig. 5. 10 가공 CNC 선반

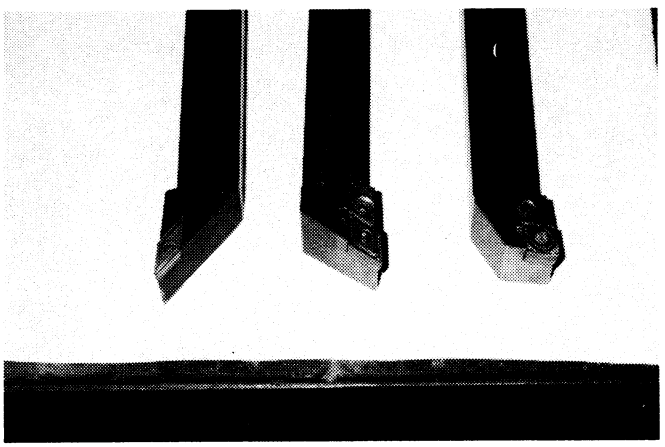

Fig. 5. 11 사용공구

dCollection

6. 결 론

퍼스널 컴퓨터를 이용한 NC선반의 직접 제어에 의한 자동가공 시스템을 구축하기 위하여 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. PC를 이용한 소규모 NC선반 가공용 대화형 시스템을 구축하였다.
2. 가공물의 형상을 정의하기 위한 사용자 인터페이스를 제작하였다. 이로 인해 기존의 형상정의의 번거로움을 대폭 해소할 수 있었다.

본 시스템의 개발에 의해 재정적으로 취약한 중소기업의 선반가공의 자동화가 이룩될 것으로 기대되며, 생산성 향상과 기술력 확보에 크게 기여할 것으로 생각된다. 그러나, 본 시스템의 완벽한 구동을 위하여는 가공 시뮬레이션 모듈,DNC기능 모듈, 최적 NC데이터 및 공구경로 생성 모듈 등이 추가되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 정재현, "부산 경남지역 금형 가공 정밀가공 및 금형가공업체 현황조사", 연구센터 한-일 워크샵, 한국(1994)
2. 최병규, "CAM시스템과 CNC절삭가공", 청문각, 대한민국(1995)
3. 정진식, "CNC선반", 성안당, 대한민국(1994)
4. 박상국, "CAM식 자동선반", 한국이공학사, 대한민국(1992)
5. 김형중, "CNC가공과 응용", 동명사, 대한민국(1993)

KOREA MARITIME UNIVERSITY

dCollection