

<論 文>

CIM 지원을 위한 선반 공구관리 시스템 'TOOLMAN-I'에 관한 연구

이 재 원* · 이 용 표** · 김광만**

(1988년 5월 6일 접수)

A Study on the Tool Management System 'TOOLMAN-I' of the NC Lathe for CIM

Jae Won Lee, Yong Pyo Lee and Kwang Man Kim

Key Words : Tool Management(공구관리), NC Lathe(수치제어선반), Insert(인서트), Holder(홀더), DBMS(데이터 베이스 관리 시스템), Graphics(그래픽스), CIM(컴퓨터 통합 제조)

Abstract

This paper presents a research on the development of a system which manages the tool data for the factory using NC machines. The tool information concerning each production stages of the industry is studied in the CIM(Computer Integrated Manufacturing) view point. The system gives the characteristics of the easy and reliable processing of the tool data by the help of menu and graphic functions. The DBMS(Data Base Management System) having relational model is used for the system build-up and is interfaced with CAD system for the display of the tool geometry.

1. 서 론

1983년도 기준으로 국내 일반기계기업체의 23.5%가 NC 공작기계를 보유하고 있음에도 불구하고⁽¹⁾ NC 공작기계를 이용한 국내의 자동화 생산 시스템에 대한 연구는 매우 빈약하여 APT-type의 언어를 중심으로한 자동프로그래밍이나 CAD/CAM 시스템에 의한 NC 가공프로그램의 생성에 겨우 관심을 갖고 있는 실정이다. 비록 이러한 시스템을 이용하여 작성된 NC 가공프로그램이라 할 지라도 이는 단순히 주어진 공작기계의 구동에 관련된 정보를 갖고 있을 뿐 사용 공구나 치구 등의

준비와 통제에 대하여는 별도의 정보를 처리해야 한다. 더욱이 이러한 정보는 생산활동의 여러 단계에서 공통적으로 필요한 경우가 발생되기 때문에 이를 위한 효과적인 정보처리의 필요성이 인식되며, 또한 날로 다양해지는 NC 공작기계, 공구제조업체 그리고 공구종류의 다양성을 고려해 볼 때 체계적이고 신속한 공구정보관리 시스템이 요청된다.

Rankey⁽²⁾는 유연 생산 시스템(FMS: Flexible Manufacturing System)에서 NC 프로그래머가 사용할 수 있는 공구 관리 시스템을 연구했으며, 솔리드 모델러(solid modeler)를 이용한 그래픽 기능을 두어 공구 형상 도시 기능을 설정했다. Elgomayel⁽³⁾은 선반 공구의 형상과 가공 특성이 공구 교환 시간에 미치는 영향을 고려한 가공 계획

*정회원, 인하대학교 공과대학 자동화공학과

**인하대학교 대학원

(scheduling) 연구를 수행하였고, 설계와 가공을 일괄처리할 수 있는 NC 선반 가공물 처리 시스템에서 자동 공구 선정을 위한 기능 연구가 Hinduja⁽⁴⁾와 Shyn⁽⁵⁾ 등에 의하여 행해졌다. Ber는 유연 생산 시스템에서 공구 관리 기능을 집중 분석했다⁽⁶⁾. 국내 연구로는 NC 밀링의 효율적인 관리를 위한 것과 NC 선반공구 관리에 관한 것이 있다^(7,8). 이러한 연구는 주로 공구가 갖는 정보의 처리로는 제한적인 것인 만큼 통합적인 연구가 필요한데 여기에는 기업의 생산활동의 제 분야에서 발생하는 다양한 공구정보가 취급되어야 한다.

본 연구는 생산관리 정보와 기술정보를 동시에 처리하는 생산정책(production strategy)인 컴퓨터 통합제조(CIM: Computer Integrated Manufacturing)⁽⁹⁾를 위한 공구 관리 시스템(tool management system)의 개발에 관한 것으로 대상 공구는 NC 선반공구로 제한하였다.

2. 생산활동과 공구정보

2.1 제품설계

제품설계 단계는 제품의 가격을 실질적으로 결정하기 때문에 최근에는 생산기술자가 설계단계에 참여하여 제품형상과 사용공구의 수를 검토하는 사례도 있으므로⁽¹⁰⁾ 설계단계부터 공구 형상에 관한 정보는 검토되어지는 것이 좋다.

2.2 공정설계

선반 가공의 공정 설계는 주어진 NC 공작기계에서 가공순서, 사용공구, 가공조건 등에 관한 정보를 결정해야 한다. 특히 NC 가공프로그램의 생성을 위하여 검토되어야 할 공구 정보로는 인서트(insert)와 홀더(holder)의 모양과 크기에 관한 것이 필요하다. 이들은 가공작업의 종류(홈가공, 나사가공, 내경가공 등)에 따라 이용 가능한 범위가 선정되지만 또한 작업순서(sequence of operation)의 결정, 최적 공구경로의 생성, 그래픽 기능에 의한 공구 충돌검점(collision check)시에도 고려되어야 한다. 그밖에 가공조건과 관련된 형상 정보로서, 공구의 절삭 진행방향(이송방향)에 따른 사용 가능한 인서트와 홀더의 종류를 구별해야 하며, 절삭 깊이 및 가공표면 정도에 따라 인서트의 절삭날 길이 및 노우즈반경(nose radius) 등을 고려해야 한다.

절삭속도, 이송속도(feed rate) 그리고 냉각제 사용에 관한 데이터는 절삭성(machinability)에 깊은 영향을 주는 정보로서 역시 NC 가공프로그램 내에 지정되어야 한다. 이를 위해서 NC 프로그래머가 이용할 수 있는 정보로는 공구제조사의 추천 데이터, 가공자 경험 데이터 및 기타 절삭 핸드북 데이터가 있다. 물론 이 절삭조건 선정은 절삭공구 및 피삭재의 재질이 동시에 검토되어야 한다.

사용공구 및 프리세팅(presetting) 번호의 지정은 NC 프로그램이 필요로 하는 또 다른 정보이다. 이 번호는 NC 공작기계 구동을 준비할 때 작업자에 의해 확인되어야 할 정보로서 터릿(turret)상의 공구착탈과 CNC로 프리세팅 값을 입력할 때 필요하게 된다.

이밖에 공정 설계단계에서 필요한 정보는 NC 가공시간의 계산이다. NC 프로그램의 생성에 사용되는 대부분의 CAD/CAM 시스템이나 자동프로그램밍 시스템이 비록 가공시간에 관한 데이터를 제시하고는 있지만 절삭시간과 급속이동에 관한 비절삭시간에 대한 엄밀한 시간정보를 제시하지 못하고 있다^(11,12). 특히 NC 선반 가공 조건으로서 가장 많이 사용되는 절삭속도 조건과 이송조건의 경우에는 실제 공구 이송 속도는 일정하지 않기 때문에 절삭시간 계산은 이를 위한 계산식을 이용하면 상세한 가공시간 추정이 가능하다⁽¹³⁾.

2.3 생산계획

생산계획과 관련된 공구정보는 공구의 재고 및 구매에 관련된다. 공정설계 단계에서 결정된 NC 가공시간은 각 공구의 공구 수명과 더불어 사용 공구의 수량 및 공구 교환에 관한 시기 등의 결정을 하는데 이용되며 이는 곧 소모품인 인서트의 최적 재고 관리와 자재 수급 계획(MRP: Material Requirement Planning) 수립에 필요하다. 공구구매는 공구관련 코드로서 사용자코드, ISO코드 및 공구제조사 코드가 필요하며 경우에 따라서 공구형상 정보를 확인할 필요가 생긴다. 기타 공구 판매자에 관한 정보 관리도 필요하다.

2.4 생산관리

제조 작업에 필요한 정보로는 사용 공작 기계의 가동에 필요한 공구 정보와 공구의 준비 및 통제에 따른 공구실 정보이다. 공구실에서는 공정설계 시 선정된 공구 종류, 생산계획에서 산출된 공구수량

등을 준비해야 하며 그밖에 공구실 내에서의 창고 관리에 필요한 공구 분류 코드 설정, 공구 대출에 관련된 사용자, 사용 공작 기계, 대출 공구 종류 및 수량, 공구운반대(pallettet) 및 사용 NC 프로그램 등에 관한 정보를 관리해야 한다. 공작 기계 가동에 필요한 정보로는 주어진 NC 공작 기계의 터릿(turret)에 장착될 공구 번호와 프리세팅(presetting) 번호 및 그에 따른 프리세팅 값(value)이다. 또, 공구수명에 따른 공구교환이 필요하므로 필요한 공구수량 및 공구교환 시기가 공구수명과 더불어 확인되어야 한다. 가공중이나 끝난 제품의 측정은 품질관리의 중요한 항목으로서 역시 공구에 관한 정보를 필요로 한다. 특히, 표면정도, 치수정밀도 등에 대한 검토는 인서트의 형상 절삭조건 및 공구 제조자의 정보 등을 요구할 수 있다.

3. 시스템의 개발

3.1 시스템 설계기준

시스템 설계기준은 다음과 같이 설정하였다.

- (1) 가공기술에 관한 데이터 파일을 설정하여 다양한 정보출처로부터의 데이터를 검색해 볼 수 있도록 하므로써 개인중심적인 데이터로부터 시스템의 지원에 의한 자료 활용이 가능토록 한다.
- (2) 공구 선정시 필요한 공구의 형상이 인서트 및 홀더 각각에 대하여 시각적으로 컴퓨터 화면에 그 모양이 실시간 내에 제시되도록 하여 데이터 처리 작업의 신뢰성을 향상시키도록 한다.
- (3) 데이터 수정, 보완 및 자료검색이 사용자에게

친숙한 형태로 되어 다양한 형태의 질문에 데이터의 접근이 용이해야 한다.

(4) 현재 사용하고 있는 공구 제조자 코드나 사용자 고유의 코드를 활용할 수 있도록 하되 동시에 유일한 독립코드를 설정하여 공구의 분류를 표준화한다.

3.2 시스템의 구성

공구관리 데이터는 인서트와 홀더의 모양과 치수에 관한 형상데이터, 가공기술 중심의 데이터 및 생산관리 데이터의 3개의 데이터 베이스를 갖는다. 이들 세 가지 데이터 베이스는 각각 하나씩의 연관된 코드를 갖고 있도록하여 공구 제조자 코드를 생산관리 데이터 베이스에, 공구 사용자 고유의 공구 코드를 기술 데이터 베이스에, 그리고 통일되고 유일한 독립코드로서, ISO 코드를 형상 데이터 베이스에 설정하였다. 독립코드로서 ISO를 사용한 이유는 국내 KS 규격이 없기 때문이기도 하지만, 기존의 공구 제조자들이 병행하여 사용하고 있기 때문이기도 하다. 이 독립코드가 제공하는 정보는 홀더와 인서트에 관한 모양, 치수, 공구 이송방향, 인서트의 고정방법 등을 제시한다⁽¹⁴⁾.

공정설계시 공구선택을 위한 시스템의 사용은 가공작업의 종류인 외경, 내경, 나사가공, 홈 가공 등의 작업형식을 지정함으로써 사용 가능한 인서트 및 홀더의 종류를 제공받을 수 있으며 원할 경우 형상에 관한 그래픽을 확인할 수 있다. 시스템은 선택된 정보를 갖는 모든 레코드(records)를 추출하여 재고 및 가공기술 정보에 관한 다른 정보의 검토가 가능하도록 하였다. 물론 이들 정보는 독자

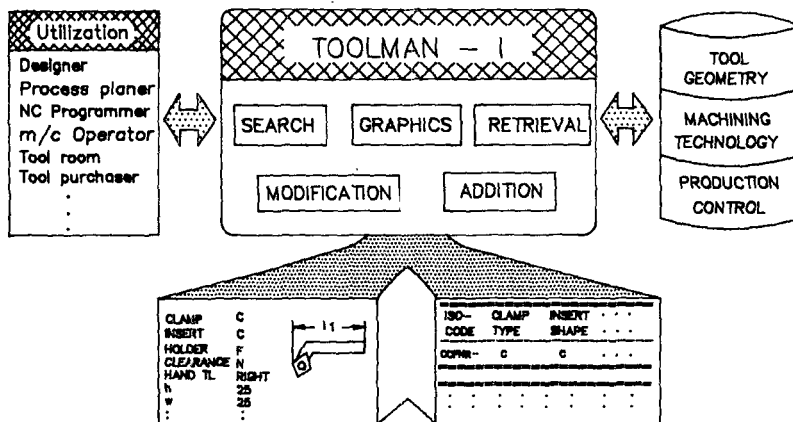


Fig. 1 Structure of TOOLMAN-1 system

적인 다른 방법으로도 접근할 수 있다. 자료의 검색(search)과 추출(retrieval) 및 그래픽(graphics) 도시 외에도 시스템의 자료처리 기능으로는 수정(modification)과 새로운 자료의 추가(addition)가 존재하여 도합 다섯 가지 기능을 갖도록 하였다(Fig. 1 참고).

시스템과 사용자와의 호환성(interactivity)을 높이기 위하여 메뉴(menu) 기능을 설정하였다. 이는 비록 일반적인 데이터 베이스 관리시스템(DBMS: Data Base Management System)이 제공하는 질의어(query language)가 비순차언어(non-procedural language)⁽¹⁵⁾로서 사용이 용이하다 할지라도, 역시 전문적인 명령어나 표현방법을 기억하고 있어야만 한다는 불편을 덜어주기 위한 것이다. 개발에 사용된 데이터 베이스 관리 시스템은 관계모형 구조를 갖는 dBASEIII PLUS를 이용하였다⁽¹⁶⁾.

그래픽 기능을 위하여 사용한 CAD 시스템은 소형 컴퓨터에서 사용 가능한 AutoCAD로서 dBASEIII PLUS와 인터페이스가 가능하도록 FORTAN77 언어로 변환 모듈을 개발하였다^(17,18). 이 변환 모듈은 dBASEIII PLUS의 ASCII 파일을 AutoCAD 시스템이 처리할 수 있도록 하기 위한 것이다. 특히 주기억 용량 640K의 IBM PC/XT 호환기종하에서 두개의 시스템이 동시에 탑재(loading) 가능함으로 실시간 그래픽 처리를 할 수 있다.

4. 사례연구

개발된 시스템 TOOLMAN-I의 기능확인을 위한 사례연구로 공정설계시 공구정보를 검색, 추출하는 경우를 설정해 보았다. 시스템의 주 메뉴에서 공구 홀더를 선택하고 다음 메뉴에서 시스템의 탐색(search) 기능을 선정하면 선반작업의 종류에 관한 메뉴가 제시된다. Fig. 2는 이때 컴퓨터 스크린(screen)을 보여준다. 작업의 종류를 외경가공이라고 할 경우, 시스템은 홀더가 갖는 형상정보중 사용자가 결정할 수 있는 최대수의 데이터 결정을 허락한 다음 데이터 베이스의 파일중 이들 값을 갖는 모든 레코드(records)를 추출하게 된다. 이 중 하나의 경우를 그래픽 기능을 이용하여 도시한 것이 Fig. 3이다. Fig. 4는 시스템의 그래픽 도움(help) 기능에 의한 홀더 스타일(style) 정보로서 사용자가 원할 경우 Fig. 3의 우측 메뉴로부터 지

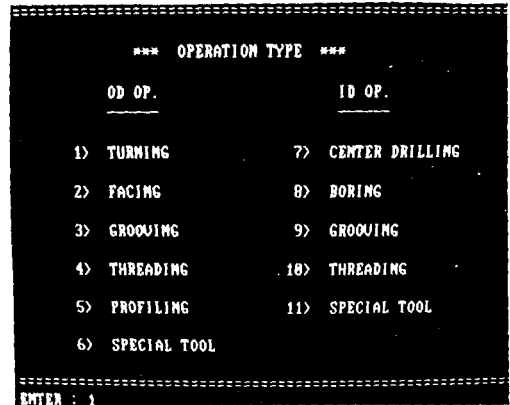


Fig. 2 Selection of operation types by menu

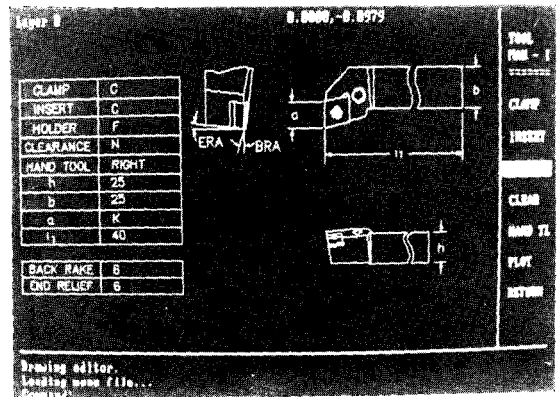


Fig. 3 Holder data retrieved from data base

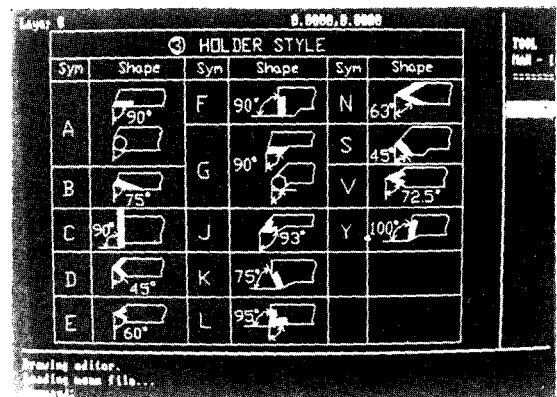


Fig. 4 Displayed holder styles

정이 가능하다.

5. 결 론

날로 증대되는 정보의 체계적 관리와 생산 리드 타임(lead time)을 줄이기 위한 신속한 정보검색의 요청은 기존의 생산기술만을 역점을 둔 상황에서 관리정보의 통합 중요성을 인식한 새로운 개념의 컴퓨터 통합제조에 관한 관심을 가져오고 있다. 이러한 노력의 하나로서 수행된 본 연구는 NC 선반 가공의 공구 관리 시스템 개발에 관한 것이다.

본 논문은 기업의 생산활동을 제품설계, 공정설계, 생산계획 및 생산관리의 제단계로 구분하여 각 단계에서 공구와 관련된 정보의 내용을 검토 분석하였으며 개발된 시스템의 구성을 논하였다. 시스템은 관계구조를 갖는 데이터 베이스 관리 시스템을 이용하여 IBM PC/XT 상태에서 개발되었다. 시스템의 특징은 메뉴 방식에 의한 데이터 처리가 가능하도록 하여 사용자와 시스템 간의 호환성을 높였다. 또 상용 CAD 시스템과의 인터페이싱 연구를 하여 공구형상에 관한 그래픽 기능을 와이어 프레임 모델(wire-frame model) 형태로 제공받을 수 있도록 하여 자료검색의 신뢰성을 높였다. 구축된 데이터 베이스는 형상, 가공기술 및 생산관리 정보에 관한 것으로 정보검색이 체계적이고, 공구 제조자 및 사용자 고유의 공구 코드를 병행 사용할 수 있도록 하였으며 또 별개의 독립 코드를 설정하여 공구 사용의 표준화를 꾀했다. 시스템은 컴퓨터 지원에 의한 공정설계(CAPP: Computer Aided Process Planning)의 공구 자동선택에 대하여 부분적으로 해답을 제공할 수 있고, 향후 완전한 선택을 위한 기초 연구로도 그 가치가 있다. 시스템은 비록 소형 컴퓨터에서 개발되었으나 엔지니어링 워크스테이션(EWS: Engineering Work Station) 수준의 CAD/CAM 시스템의 통합이 가능할 것이다.

참 고 문 헌

(1) 한택환, 1984, "NC 공작기계 산업의 현황과 전망",

산업연구원(KIET), 연구 보고서, 제62호.

- (2) P. Ranky, 1983, "The Design and Operation of FMS", IFS Ltd.
- (3) J. Elgomayel and V. Nader, 1983, "Optimization of Machine Setup and Tooling using the Principles of Group Technology", Computer and Industrial Engineering, Vol. 7, No. 3, pp. 187~198.
- (4) Hinduja and G. Barrow, 1986, "TECHTURN: a Technologically Oriented System for Turned Component", International Conference on Computer aided Engineering, Mechanical Engineering Publications Ltd., pp. 225~260.
- (5) J. M. Shyu and Y. W. Chen, 1987, "A Mini CIM System for Turning", Annals of the CIRP, Vol. 36/1, pp. 277~280.
- (6) A. Ber and D. R. Falkenburg, 1985, "Tool Management for F.M.S.", Annals of the CIRP, Vol. 34/1, pp. 387~390.
- (7) 김경수, 1986, "NC 기계의 효율적인 활용을 위한 공구 관리 시스템 개발", 석사학위논문, KAIST.
- (8) 김광만, 1987, "FMS를 위한 공구 관리 시스템의 개발 -NC 선반에의 응용을 중심으로-", 인하대학교, 석사학위논문.
- (9) A. Kochan and D. Cowan, 1986, "Implementing CIM", IFS Ltd.
- (10) "最近の工具管理", 機械技術, Vol. 33, No. 2, pp. 33~72.
- (11) "NC Vision Reference Manual", 1985, FANUC Ltd.
- (12) "FAPT TURN/MILL Operator's Manual", 1983, FANUC Ltd.
- (13) J. W. Lee, 1987, "Determination of the Actual Cutting Time of a Turned Part in NC Lathe", International Journal of Production Research(accepted).
- (14) ISO 1832-1985(E), "Indexable Insert for Cutting Tools Designation.
- (15) 오해석, 1984, "데이터 베이스", 정의사.
- (16) "Programming with dBASEIII PLUS", 1986, Ashton-Tate.
- (17) "AutoCAD User's Manual and Reference Manual", 1986, Autodesk Inc.
- (18) "Microsoft FORTRAN Reference Manual", 1985, Microsoft Co.