

〈論 文〉

CIMS를 위한 밀링공구관리 시스템 'TOOLMAN-II'의 개발

이재원* · 김광만** · 이용표*** · 강무진****

(1993년 3월 4일 접수)

Development of Tool Management System 'TOOLMAN-II' for CIMS : -on the Application of Milling Operation

J.W. Lee, K.M. Kim, Y.P. Lee and M.J. Kang

Key Words : Computer Integrated Manufacturing(컴퓨터 통합생산), Milling Cutter(밀링공구), Tool Management System(공구관리 시스템), Coding System(코딩시스템)

Abstract

This paper describes the development of a tool management system of milling operations in CIM environment. The system consists of modules for tool room management, tool purchasing, tool magazine management and tool selection. The tool selection is interactively performed by the aid of the graphic icons of milling cutter. The so-called UNICODE tool coding system is also developed to unify different kinds of codes from different tool manufacturers. The system runs on IBM PC AT.

1. 서 론

제품의 설계에서 공정계획, 일정계획을 거쳐 제조에 이르는 일련의 생산과정은 컴퓨터를 이용하여 하나의 생산시스템으로 통합발전시킬 때에 비로소 컨커런트 엔지니어링(concurrent engineering)이 가능하여지며 생산성은 향상된다. 이는 임의의 공정에서 처리되는 정보가 다른 단계에서의 의사결정에 효과적으로 사용될 수 있어야 함을 뜻한다.

절삭공구(cutting tool) 정보는 전술된 각 단계에서 이용되어지는 정보의 하나로서 이를 위한 컴퓨터정보관리 시스템의 개발은 컴퓨터 통합생산(CIM)시스템구현에 일익을 담당할 수 있을 것이다. 또한 자동화 또는 무인화를 위한 고가의 수치

제어(NC)공작기계의 도입은 특수한 공구홀더(tool holder)와 사용되는 공구에 대한 투자를 요구하며 이 투자액은 설비지출액의 10%를 상회한다.⁽¹⁾ 이러한 설비및 공구에 대한 자본투자의 효율을 극대화하고 불필요한 중복투자를 피하며 준비시간(setup time)과 정지시간(breakdown time)을 최소화하기 위하여 이들 공구에 대한 효율적 관리는 매우 중요하다.

공구관리 시스템에 대한 선행연구로서는 설계와 가공을 통합한 NC 선반 가공물 처리시스템에서 자동공구선정을 위한 기능연구^(2,3) 및 선반공구의 형상과 가공특성이 공구의 교환시간에 미치는 영향을 고려한 가공계획연구⁽⁴⁾ 등의 선반관련 연구가 있으나 통합적인 관리면에서 부족하며 드릴 공구를 코드화하여 공구선정에 이용한 연구⁽⁵⁾와 선반, 밀링, 드릴링 공구에 의한 새로운 코딩시스템의 개발⁽⁶⁾ 등의 공구의 코딩에 관한 연구가 수행되었으나 통합관리의 지원과 그래픽 기능이 부족하다.

이에 본 연구에서는 밀링머신에서 사용되는 절삭

*정회원, 인하대학교 자동화공학과

**인덕전문대학 공업경영학과

***대우정보시스템

****정회원, 한국과학기술연구원 CAD/CAM연구실

공구의 효과적 관리 및 통합운영을 위하여 새로운 체계의 밀링공구코드(UNICODE)를 제정하고 이를 이용한 밀링공구관리 시스템을 개발하였다.

2. 생산시스템과 공구관리

2.1 생산활동과 공구정보

일반적으로 공구정보는 제품설계나 공정설계시 뿐만 아니라 가공이나 재고처리에도 필요하며 이의 운용은 금형의 품질 및 정밀도에 직접 영향을 미치게 되어 시스템의 생산성에도 중요한 역할을 한다. 따라서 생산활동에 사용되는 공구정보로는 공구자체의 형상이나 성질, 작업순서, 공구경로, 절삭조건 등과 같은 기술적 정보와 공구의 수량이나 소모품인 인서트팁(insert tip)의 재고현황과 같은 사무적 정보로 나눌 수 있다. 또한 공구정보를 사용하는 업무에 따라 다음과 같이 분류 할 수 있다.⁽⁷⁾

- (1) 제품설계(product design)를 위한 공구정보
 - (2) 공정계획(process planning)을 위한 공구정보
 - (3) 생산계획(production planning)을 위한 공구정보
 - (4) 공장관리(shop floor control)를 위한 공구정보
- 이러한 공구정보는 그 사용목적에 따라 운영되어 생산활동을 수행할 때 적합한 공구를 필요할 시기에 정확히 준비함으로써 생산성 향상과 제품의 품질을 유지토록 하는것이 공구정보를 운영하는 목적이라고 할 수 있다.⁽⁸⁾

2.2 CIM에서 공구관리의 역할

생산시스템이란 원자재를 가지고 기계를 이용하여 가공 및 조립을 행함으로써 제품을 제조하는 체계를 의미하는 것으로, 수요자의 요구에 맞춰 제품 생산을 계획하고 이 계획에 따라 필요한 생산기술을 응용하며 각종 기계 및 부대설비를 이용하여 제품을 생산하도록 하는 것이다. 기계가공에 있어서 제품의 품질은 여러가지 요인에 의하여 변하겠지만 그 중에서 공구(tool)가 미치는 영향은 지대하다고 할 수 있다. 따라서 다품종 소량생산체계를 지향하는 오늘날의 시대에 있어서는 품종이 다양해질수록 공구의 수는 증가되어 매우 많은 종류의 공구가 필요하게 된다. 그러므로 이러한 공구의 효율적 활용은 기업의 생산성 향상에 크게 기여할 수 있으므로 이의 관리보전은 기계설비와 유사한 관점에서

이루어 져야 한다. 이를 위하여 설계 및 자재수급 계획에서부터 생산, 저장 그리고 판매에 이르기까지 생산활동을 종합화한 전체시스템(total production system)을 지향하는 컴퓨터 통합생산(CIM; computer integrated manufacturing)시스템에 있어서 중요한 역할을 담당할 수 있는 종합적이고 보다 체계적인 공구관리 시스템(tool management system)의 개발 및 이용은 중요하다 하겠다.

3. 공구분류 및 코딩

수십 수백개의 많은 공구를 취급하기 위해서는 사용목적에 알맞은 분류방식과 그에 따른 코딩(coding)작업이 필요하다. 특히 밀링공구에 관해서는 규격이 통일되어 있지 않으므로 그 제조회사마다 나름대로의 분류체계를 갖고있다.^(9,10,11) 그러나 이러한 분류체계를 사용하는 하나의 기업에서 다수의 공구제조회사 제품을 사용하는 경우나 특별히 제작된 공구를 사용하는 경우에는 공구분류 및 사용에 불편을 겪게된다. 따라서 공구를 사용하는 회사에서 생산활동에 알맞도록 분류된 통일된 코드의 사용이 필요하다.⁽¹²⁾

3.1 공구정보의 생성

공구의 분류 및 코딩을 위해서 다루어야 할 정보들은 많이 있지만 이들은 크게 다음과 같이 기술정보, 형상정보, 관리정보의 세가지로 구분할 수 있다.

- 기술정보 (technological data) : 재질, 작업종류 등
- 형상정보 (geometrical data) : 길이, 지름, 날의 각도, 인서트의 형상 등
- 관리정보 (managerial data) : 수량, 가격, 제조회사, 가격 등

따라서 이러한 정보들을 데이터베이스(database)내에 저장하고 공구정보의 속성치(attribute value)를 이용하여 생산활동의 목적에 알맞게 사용할 수 있다.

Table 1은 기술정보의 일례로서 밀링작업(operation)의 종류와 그 코드를 나타내고 있다. 이 코드는 다음절에서 설명될 UNICODE에서 사용되게 된다.

3.2 통합코딩시스템 'UNICODE'의 설계

기업에서 컴퓨터를 이용한 공구의 관리를 위해서

Table 1 Milling operations and code

code	작업의 종류	code	작업의 종류
01	Plain milling	19	Double equal angle milling
02	Face milling	20	Unequal double angle milling
03	Half side milling	21	Convex form milling
04	Double side milling	22	Concave form milling
05	Staggered tooth side milling	23	T-slotting
06	Interlocking side milling	24	Dovetail formed milling
07	Shell end milling	25	Gear cutting
08	Square end milling	26	Woodruff keyslot milling
09	Ball end milling	27	Metal slitting saw
10	Taper end milling	28	Taper reaming
11	Taper ball end milling	29	Drilling
12	Long edge end milling	30	Counterung drill
13	Button end milling	31	Straight reaming
14	Spot facing end milling	32	Taper reaming
15	Chamfering end milling	33	Boring
16	Corner rounding milling	34	Counter sinking
17	Centering end milling	35	Tapping
18	Single angle milling		

는 단일화된 코드의 개발노력이 필요하게 된다. 그것은 밀링공구에 관한 통일된 표준 코드가 제정되어 있지 않고 각 공구제조회사마다 사용되는 공구 코드 또한 매우 다양한 상태이기 때문이다. 이에 본 연구에서는 UNICODE라는 밀링공구의 코드를

제정하여 일반 사업장에서 통일화된 코드로서 사용할 수 있도록 한다.

이 코드의 정보종류는 크게 네 그룹으로서 프로세스(process), 작업(operation), 공구형상(cutter geometry) 그리고 인서트 형상(insert geometry)

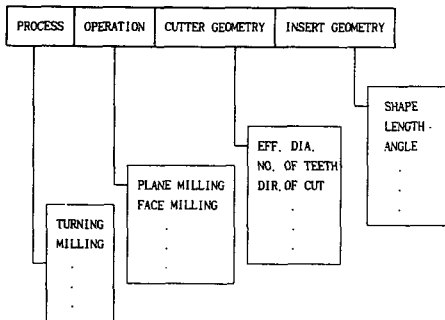


Fig. 1 The structure of UNICODE

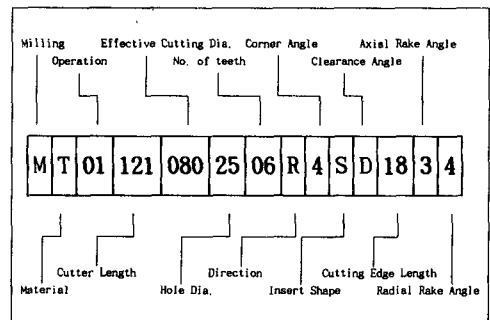


Fig. 2 The UNICODE example of a milling cutter

이며 각 그룹은 다수의 digits를 갖게된다. 이 코딩 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 밀링, 선삭 등의 공정별 구분이 가능하다.
- 밀링공구가 갖는 주요형상 정보가 포함된다.
- 인서트의 형상정보를 포함한다.
- 밀링공구의 작업별 용도 및 기능이 내포된다.
- 공구의 재질정보를 포함한다.

Fig. 1은 UNICODE의 구조를 나타내고 있으며 Fig. 2는 생성된 UNICODE의 일례를 나타내고 있다.

4. 공구관리 시스템 TOOLMAN-II의 설계 및 구조

본 공구관리 시스템은 2절에서 설명한 제품설계, 공정계획, 생산계획, 공장관리 등의 업무를 수행하는데 필요한 정보와 기능들을 분석하여 다음과 같이 그 사용목적을 분류하였다.

- 공구실 운영기능
- 공구구매 기능
- 공구선정 기능
- 공구매거진(magazine) 운영기능

4.1 공구관리 시스템의 설계기준

(1) 데이터 수정, 보완 및 자료검색이 사용자에게 친숙한(user friendly) 형태로 되어 다양한 형태의 질문에도 데이터의 접근이 용이해야 한다.

(2) 공구선정작업시 필요한 공구의 형상이 인서트 및 커터 각각에 대하여 시각적으로 컴퓨터 화면에 그래픽처리가 되도록 하여 데이터처리 작업의 신뢰성을 향상시키도록 한다.

(3) 공구에 대한 모든 정보를 테이블 형태로 프린트 할 수 있도록 하며 이 때 공구형상의 그래픽이 함께 출력되도록 하여 정보확인 신뢰도를 높이도록 한다.

(4) 시스템의 구성을 모듈화 하여 시스템의 수정, 보완 및 확장이 용이 하도록 한다.

(5) 개발시스템의 각 모듈에서 가급적 UNICODE를 이용하여 정보처리를 하도록 한다.

4.2 시스템의 구성

본 밀링공구관리 시스템은 IBM PC AT에서 구현되었으며 사용언어로는 dBASEIII+ 및 Clipper를 이용하여 데이터베이스 구축 및 주 프로그램을

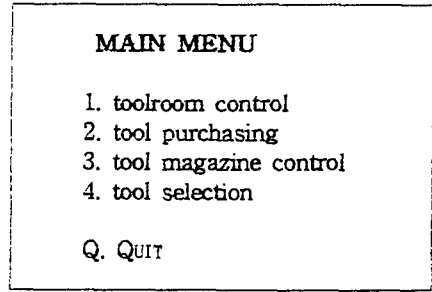


Fig. 3 Main Menu in TOOLMAN-II system

작성하였고 DR. Halo 를 이용하여 그래픽 기능을 표현하였으며 Clipper와 DR. Halo의 연결을 위하여 C 언어를 사용하였다. 이 시스템은 데이터베이스 내에 필요한 정보를 저장하여 두고 사용자의 요구에 따라 필요한 정보를 제공하기 위하여 다음과 같이 4개의 모듈을 구성하였다.

Fig. 3은 본 시스템의 주 메뉴를 나타낸 것이다.

(1) 공구실 운영모듈

공구의 등록 및 삭제, 공구의 반입, 반출 등의 기능을 수행하는 모듈로서 새로운 공구의 등록은 대화방식으로 공구정보가 입력되며 공구의 등록이 끝나면 시스템은 입력된 정보를 바탕으로 UNICODE를 자동으로 생성하게 된다. 이때 동일한 UNICODE를 갖는 다수개의 공구가 존재할 수 있으므로 각각의 공구는 고유의 IDCODE (identification code)를 부여받는다. 또 공구의 반입, 반출은 사용 매거진이나 사용기계 등에 관한 정보를 내포하게 되어 공구의 현위치를 알 수 있도록 정보를 제공한다.

Table 2는 공구실 운영과 관련된 세부목적별 관리사항을 나타내고 있다.

(2) 공구구매 모듈

공구의 사용 중 파손이나 폐기로 인하여 구매해야 할 때 또는 새로운 공구의 필요성이 대두될 때 시스템은 구매대상이 되는 공구의 리스트를 제시함으로써 공구구매업무의 효율화를 이룰 수 있게 한다.

(3) 매거진(magazine) 관리모듈 머시닝 센터 등 다수의 NC 공작기계는 필요한 공구를 샵(shop)의 공구 매거진에 보유하여 두고 필요에 따라 각 공작기계의 자동공구 교환장치(ATC: automatic tool changer) 등에 분배하여 사용하고 있다. 따라서

Table 2 The items for Toolroom control

Main issue	Sub-issue	Control items
TOOLROOM CONTROL	Registration of tool data	Technological data Geometrical data Managerial data
	Taking in/ Taking out	Taking out Taking in Taken out tools Taken in tools Unreturned tools Tool list of the workers
	Regrinding/ discarding	Tool selection by UNICODE Reentry of regrinded tool Tool discarding List of discarded tool
	Purchasing	Tool purchasing with UNICODE Tool purchasing with milling operation Purchasing of new tools
	Tool status	Tool location Tool list in magazine Tool inventory

공구의 반입, 반출 및 현황관리 등은 이 매거진을 기준으로 운영된다. 이러한 매거진이 없는 경우는 각 공구매거진을 각각의 공작기계의 공구교환장치로 생각하여 이용할 수도 있다. 이는 FMS 환경이 아닌 기존의 공장에서 사용하기 위함이다.

(4) 공구선정 모듈 필요한 특정의 공구를 선정하는 기능으로서 UNICODE에 의한 선정방법과작업의 종류에 의한 선정방법이 있다. UNICODE에 의한 공구선정은 각 코드에 해당하는 속성치를 기준으로 선택되며 이 속성치의 일부만을 입력하여도

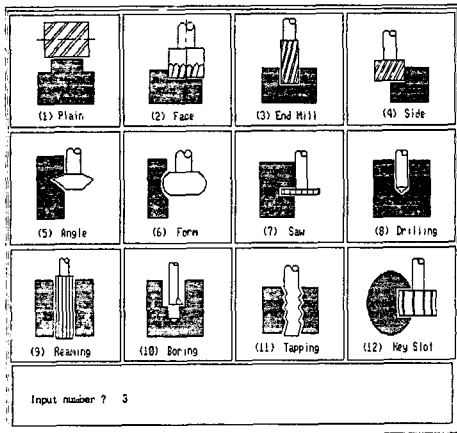


Fig. 4 Main menu for cutter selection

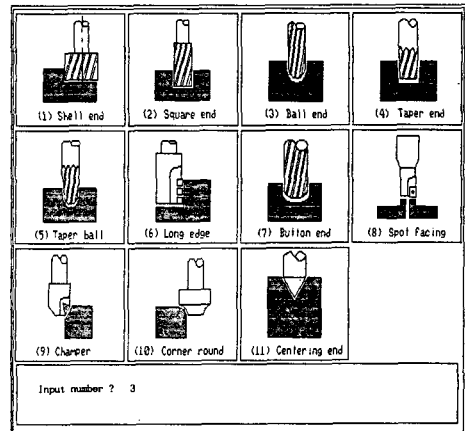


Fig. 5 Sub-menu for end milling

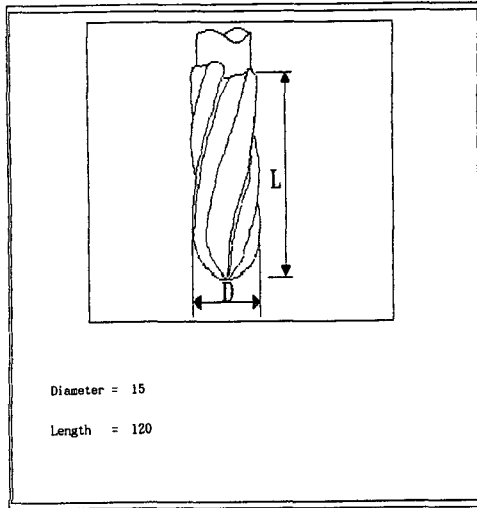


Fig. 6 Ball end mill

원하는 공구를 선정할 수 있다. 작업의 종류에 의한 공구선정방법은 밀링공구로 할 수 있는 작업을 그래픽을 이용하여 나타냄으로서 사용자가 편리하게 공구를 선정할 수 있다.

Fig. 4와 Fig. 5는 밀링작업의 형태에 따른 공구선정화면을 나타내고 있으며 Fig. 6은 그래픽 메뉴를 이용하여 선정된 공구의 예를 나타내고 있다.

5. 결 론

본 공구관리 시스템은 밀링공구를 효율적으로 관리하기 위한 컴퓨터 정보관리 시스템이다. IBM PC AT 에서 개발된 본 공구관리 시스템의 특징은 다음과 같다.

- (1) 사용자의 편리성을 도모하기 위해 그래픽기능 및 메뉴선택기능을 채택 하였다.
- (2) 밀링공구 코딩시스템인 "UNICODE" 를 개발하였으며 이 코딩시스템은 공구제조업체마다 상이한 코드의 체계를 하나로 통합시킴으로서 산업 현장에서 공구의 관리를 효율적으로 할 수 있도록 하였다.
- (3) 본 공구관리 시스템은 공구실, 구매, 매거진 등의 운영기능과 적합한 공구를 선정하는 선정기능을 보유하고 있다.
- (4) 공구정보는 대화식으로 입력하게 되며 이에 따라 UNICODE가 자동생성 된다.

(5) 그래픽 아이콘을 이용한 공구선정작업을 수행함으로써 선정작업의 편리성 및 신뢰성이 확보되었다.

(6) 본 밀링공구관리시스템은 FMS환경이나 기존의 비 자동화된 환경에서도 사용이 가능하다.

이후의 연구과제로는 아아버(arbor), 콜릿(collet), 척(chuck) 등과 같은 밀링공구의 홀더(holder)에 관한 코드체계의 제정과 밀링 이외의 프로세스에 대한 UNICODE를 개발하고 이들을 밀링공구와 동시에 관리하는 종합적인 관리 시스템의 개발이 필요하다 하겠다.

참고문헌

- (1) Crossley, T.R. and Costello, P.M. 1984, "Computer Aids for the Classification of Pre-Set Tooling for Numerical-Controlled Machine Tools," Annals of the CIRP, Vol 33/1, pp 313~315.
- (2) Shyu, J.M. and Chen, Y.W. 1987, "A Mini CIM system for Turning" Annals of the CIRP, Vol. 36/1, pp 78~93.
- (3) Hinduja and Barrow, G. 1986, "TECH-TURN: a Technologically Oriented System for Turned Component," International Conference on Computer Aided Engineering, Mechanical Engineering Publications Ltd. pp. 225~260.
- (4) Elgomayel, J. and Nader, V., 1983, "Optimization of Machine Setup and Tooling using the Principles of Group Technology," Computer and Industrial Engineering, Vol. 7, No. 3, pp. 187~198.
- (5) Crossley, T.R. and Costello, P.M. 1984, "Computer Aids for the Classification of Pre-Set Tooling for Numerical-Controlled Machine Tools," Annals of CIRP, Vol. 33/1, pp. 315~319.
- (6) TSONG-DA CHOU, 1987, "TOOLING-A BRIDGE TO THE BETTER WORLD OF BCL," Association for Integrated Manufacturing Technology/Numerical Control Society 24th Annual Meeting and Technical Conference Proceedings, AIM TECH 87

- (7) 이재원, 이용표, 김광만, 1988, "CIM 지원을 위한 선반공구관리 시스템 'TOOLMAN-F'에 관한 연구," 대한기계학회논문집, 제 12권 5호, pp. 1092~1096
- (8) Eversheim, W. Kals, H.J.J.Konig, W. van C. A. Luttermelt, Milberg, J. Storr, A.Tonshoff, H.K. Weck, M. Weule, H. Zdeblick, W.J. 1991, "Tool Management: The Present and Future," Annals of the CIRP, Vol. 40/2, pp. 631~639
- (9) SANDVIK-Coromant, Catalogue C-1511: 003-ENG, 1988
- (10) HERTEL Catalogue 4010-3 GB, 1986
- (11) HERTEL Catalogue 5020 D, 1986
- (12) Paul Ranky, G. 1990, Flexible Manufacturing Cells and Systems in CIM, CIM WARE, pp. 199~204
- (13) Carrie, A.S. Perera, D.T.S. 1986, "Work Scheduling in FMS under Tool Availability Constraints," INT.J.PROD.RES., V. 24, N. 6, pp. 1299~1308
- (14) Giusti, F. Santochi, M. Dini, G. 1986, "COATS: an Expert Module for Optimal Tool Selection," Annals of CIRP, Vol. 35/1, pp. 337~340
- (15) Jonathan F. Bard, Thomas A. Feo, 1989, "The Cutting Path and Tool Selection Problem in Computer Aided Process Planning," Journal of Manufacturing Systems, V. 8, No. 1, pp. 17~26