

공장 자동화를 위한 공구관리 시스템

김 동 훈, 김 선 호, 이 춘 식

한국기계연구원 기계자동화연구부

Tool Management System for Factory Automation

Dong Hoon KIM, Sun Ho KIM, Choon Shik LEE

Automation Eng. Dept.
Korea Institute of Machinery & Metals

ABSTRACT

At present, the manufacturing industry is in a process of great change of circumstances like meeting demands to involve a great variety of types and shorter product life and thus more flexible manufacturing. These changes cause the larger number of different tools and frequent tool changes, which lead to the considerable losses in productive time and the high amount of capital tied up in the tool area. In our country, for the most part, the individual tool are still being presetted according to a data sheet and the measured values are entered, output in a list manually or via punched tapes. This usually takes a considerable amount time and lead to a high error rate. This paper describes a computer controlled tool data management system combined with the bar code tool identification labeled on cutting tools.

1. 개요

최근의 기계가공 생산시스템은 제품수명 단축 및 다양화에 따라 다품종 소량 생산체제로 이행되고 있고 컴퓨터와 자동화 설비를 주축으로 한 자동화가 진행되고 있다[1]. 또한 다품종 소량 생산으로의 이행에 의해 부품 가공을 위한 공구의 종류와 수가 증가함에 따라 공구 관련 투자가 증가되고 관리 시스템이 더욱 복잡하게 되었다[1-2]. 머시닝 센터(Machining Center)의 경우 ATC(Automatic Tool Changer) 용량이 40-300본이므로 머시닝센터가 5-6대만 되어도 관리해야 할 공구수는 1000-2000본이나 되며 머시닝센터에 대한 총투자비용의 30%를 공구가 차지하고 있다.

외국의 경우 FMS를 주축으로한 공작기계 업체에서는 이러한 공구관리의 복잡성의 해결과 효율화를 위해 다양한 연구를 수행하고 있으며 상당 부분 실용화도 되었다[2-8].

그러나 현재 우리나라의 기계가공 공장에서는 NC장치로의 공구 데이터 입력, 확인등 공구 관리가 작업자에게 전적으로 의존하고 있어 비 효율적일 뿐 아니라 공구 관련 정보의 다양화, 공구 이용의 효율화에 적절히 대처하고 있지 못한 실정이다. 이러한 난후된 공구관리 방법을 개선하기 위해 국내에서도 선삭과 밀링을 주제로 한 공구관리 시스템이 개발된 바 있으나 [9,10] 주로 공구관리를 위한 Software에 국한되어 있어 머시닝센터, 툴 프리세터(Tool Presetter)등 Hardware와의 결합에 대해 보완할 필요가 있다.

본 연구에서는 이러한 공구관련 정보의 다양화, 공구이용의 효율화에 적절히 대처하고, 작업자 개입 부분을 줄여 자동화 범위를 확장하며 공구 관리의 효율화를 위해, LAN에 의한 공구 데이터베이스의 공유, 바코드시스템에 의한 공구 식별, 공구 Preset 정보의 NC기계로의 전송, 공구수명관리등이 가능한 공장 자동화를 위한 공구관리 시스템에 대한 개발 사례를 소개한다.

2. 하드웨어 구성

종래의 공구 관리 시스템에서는 공구 준비실에서 가공에 필요한 공구들을 찾아 조립한 후 툴 프리세터에서 측정된 공구 보정치를 전표에 적어서 공구 준비실과 CNC 공작 기계를 오가면서 ATC의 공구 위치를 확인해 가며 공구코드와의 대응표 작성, 공구길이, 공구경 보정 값등을 설정해야 했다. 이경우 다수의 머시닝 센터를 운용할 시에는 확인과 입력에 시간이 많이 소요되어 작업 효율이 떨어질 뿐 아니라 기록, 입력등에 오류가 발생할 가능성이 높다.

최근에는 이에 대한 대처 방안으로 그러한 전표 대신에 IC 기억소자 또는 Bar Code를 이용한 공구식별과 DNC에 의한 공구코드, 공구 보정치등의 송신이 가능한 집중 공구 관리 시스템의 개발및 도입이 추진 되고 있다. 기억소자를 이용한 공구관리 시스템은 식별 데이터의 입출력 및 수정, 변경, 삭제가 용이하다는 장점은 있으나 이를 구성하기 위해서는 관리 대상 공구홀더수 만큼의 IC 기억소자(Code Tag), 읽기/쓰기 스캐너(Read/Write Head), 변환기(Converter), 처리기(Processor)등을 필요로 하기 때문에 Hardware를 구성하기 위해 많은 비용이 소요된다. 이러한 기억소자를 이용한 공구관리 시스템은 스웨덴 SANDVIK사, 일본의 MAZAK사, 大昭和精機, 黒田精工, 東芝 Tungaloy 등에서 개발 시판중이다[5,8].

본 연구에서는 경제성과 기계 대응성에 주안을 두어식별 기호써 Bar Code 시스템을 이용한 집중공구관리 시스템을 구성하였으며 그림 1은 하드웨어 구성도이다.

그림에서 중앙 통제부와 생산현장의 공통 데이터베이스

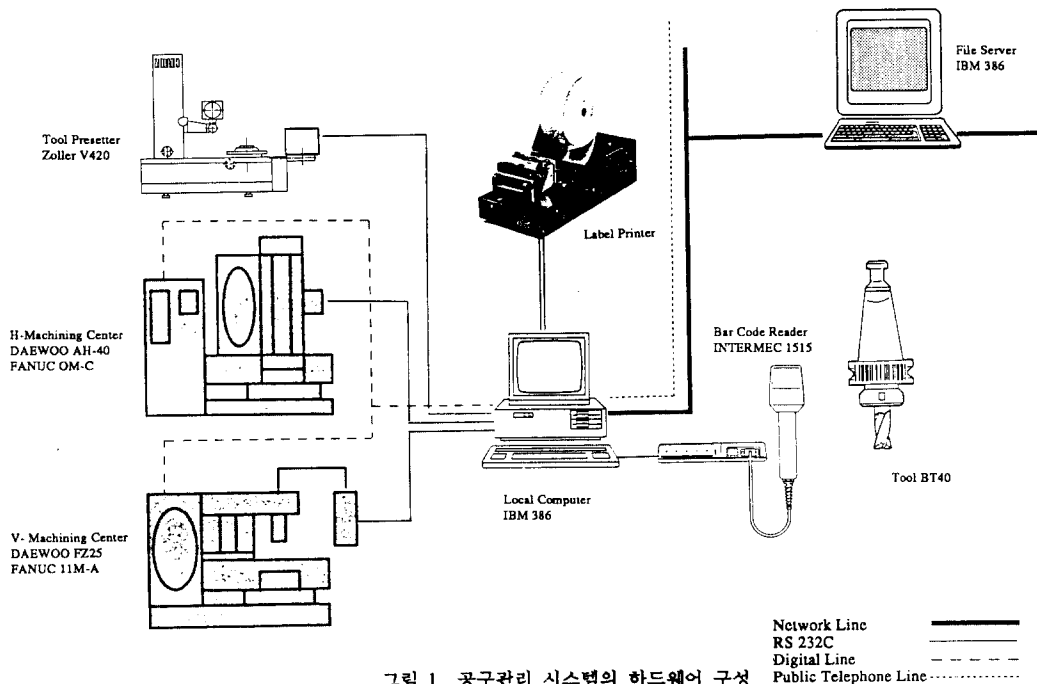


그림 1. 공구관리 시스템의 하드웨어 구성

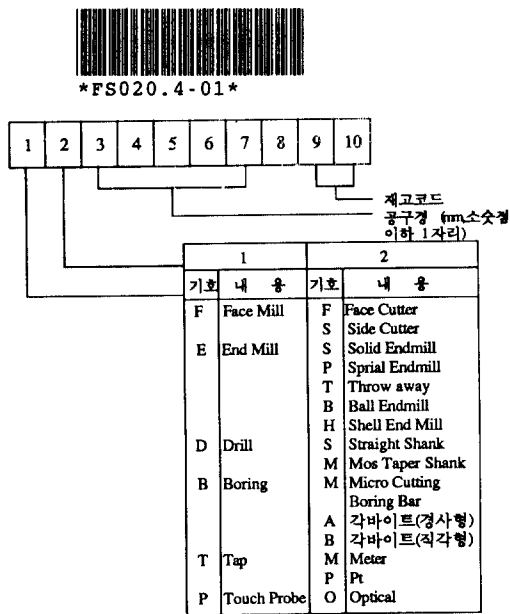


그림 2. 공구관리 시스템에서 사용된 공구코드

구축을 위해 File Server(IBM 386)와 Local Computer(IBM 386)는 Token Bus방식의 Arcnet Network에 의해 정보통신이 가능하며, 운용 프로그램은 Foxpro/LAN으로 작성 되었다.

생산현장을 관리, 운용하는 Local Computer에 공구정보와 함께 공구관리 시스템이 탑재되어 있으며 공구보정 정보의 측정을 위한 Tool Presetter(Zoller V420)와 보정정보 및 공구수명 정보교환을 위한 Machining Center(Daewoo FZ25)는 RS-232C로 연결되어 있다. 또한 공구식별을 위해서는 알파뉴

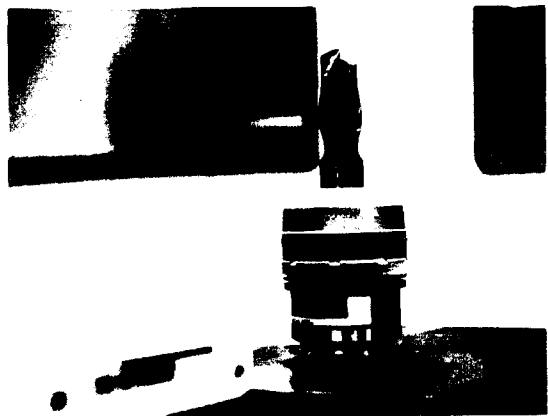


그림 3. 공구식별을 위한 Bar Code가 부착된 Holder

메릭 사용이 가능하고 신뢰성이 있어 산업계에서 가장 많이 쓰이고 있는 Code 39 방식을 채택해 Bar Code Reader INTERMEC 1515를 사용하고, 중간결합기(INTERMEC 9570)를 이용해 Local Computer의 키보드와 직접 연결하였다. 공구분류 및 식별을 위한 10자리 기호의 분류식별코딩 체계는 그림 2와 같고 그림 3에 Bar Code가 부착된 공구 Holder와 Bar Code Reader를 나타내었다.

Local Computer와 Machining Center는 DNC 방식으로 결합되어 상기내용의 정보 교환외에 DNC운전을 위해서도 사용되고 있다.

3. 공구정보 관리 S/W 구성

개발된 집중공구관리 시스템의 Software는 공구

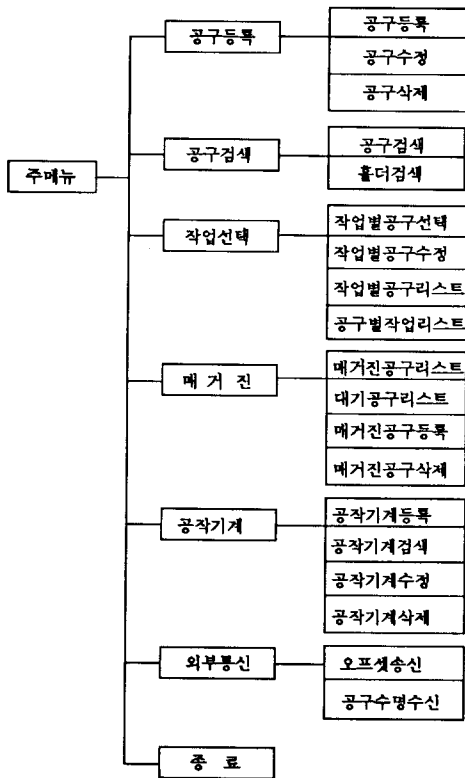


그림 4. 공구관리 시스템의 구성도

Database를 관리하는 부분과 이를 바탕으로한 공구가 존재하는 Magazine의 관리 및 공작기계의 정보를 관리하는 부분, 외부기기(Tool Presetter 및 CNC)와의 인터페이스를 통한 공구 정보의 송수신을 관리하는 부분, 그리고 공구 선택시 요구되는 정보를 관리하는 부분으로 나누어 설계 되었고 한글은 KS 완성형(KSC 5601)을 사용하였고 사용된 DBMS는 Foxpro 2.0이다. 공구 관련 데이터베이스의 내용은 다음과 같이 구성 되어 있다.

- . 공구 데이터베이스 : 공구를 체결된 상태로 관리하기 위하여 공구체결에 필요한 커터, 홀더 및 공구의 속성 (공구명, 공구 Id, 총길이, 유효길이, Cutter Dia, 공구경 및 공구길이 offset, 공구수명, 사용시간등)에 관한 데이터
- . 공작기계 데이터베이스 : FMS내에 있는 공작기계에 관한 정보
- . 작업정보 데이터베이스 : 작업에 사용된 공구와 이에 관련된 정보
- . 매거진 데이터베이스 : 공작기계에 위치한 매거진에 속한 공구에 관한 정보

공구관리업무는 기능에 따라 그림 4에서 보듯이 크게 공구등록, 공구검색, 작업선택, 매거진, 공작기계, 외부통신

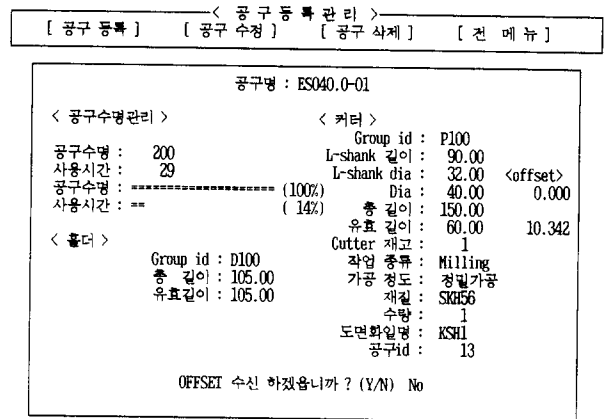


그림 5. 공구등록 화면

등으로 모듈화되어 있으며 19개의 서브 모듈로 구성되어 있다.

1) 공구 등록

공구정보를 등록하고 이를 관리하는 부분으로 먼저 공구 정보를 등록하는 부분과 이를 바탕으로 공구정보를 수정, 삭제하는 기능이 있다. 공구등록이나 공구수정후에는 Tool presetter로부터 측정된 공구 길이, 공구경의 보정값을 자동적으로 수신하여 저장한다. 작업자는 공구 등록시 등록 공구에 대한 공구수명을 입력하게 되며 향후 등록 공구의 수명이 끝날때까지 머시닝센터로부터 공구사용 시간에 관한 정보를 수신해 사용시간이 누적 계산되며, 사용시간에 대한 백분율을 그래프로 표시하여 작업자가 알아보기 쉽게하였다. 또한 한번 등록된 공구에 대해서는 향후 공구보정값 변경 및 공구정보 수정, 삭제, 검색시 Bar Code Reader에 의해 간단하게 호출이 가능하다. 그림 5는 공구등록 화면을 나타낸 것이다.

2) 공구 검색

공구의 특성을 검색하기 위한 것으로 커터, 홀더를 중심으로 검색한다. 공구검색을 위해서는 공구식별기호를 키보드를 통해 입력하거나 Bar Code Reader에 의해서도 가능하다.

3) 작업 선택

NC program이나 Process를 설계하는 작업자가 공구 데이터를 이용하고 이를 바탕으로 NC program 작성에 필요한 공구를 등록하는 부분으로 이에 필요한 기능들로 구성되어 있다. 작업명은 일반적으로 NC Part Program번호와 동일하게 사용하는 것이 편리하며 공구별 작업선택시 작업명을 선택한 후 Bar Code Recoder 또는 마우스로 화면에 나열되는 공구를 선택할 수 있도록 구성되어 있다. 작업별 공구 선택시 공구의 사용시간이 공구수명을 초과한 경우는 컴퓨터에서 부저가 울려서 작업자에게 대체 공구를 선택토록 한다. 그림 6

< 작업선택 >

[작업별공구선택] [작업별공구수정] [작업별공구목록] [공구별작업목록] [전메뉴]

작업명 : 01000			
공구 코드	공구 목록	공구 수명	사용 시간
T22	ES010.0-01	130	23
T23	ES020.0-01	200	0
T03	ES020.6-01	200	23
T04	ES025.0-01	200	39
T05	ES030.0-01	240	78
T06	FF150.0-01	300	129
T07	TM020.0-01	120	0
T12	DM015.0-02	240	230
T20	FC100.0-01	300	245
T21	ES040.0-01	200	29

아무키나 치십시오 .

그림 6. 작업별 공구목록 화면

은 작업별 공구선택 목록으로 공구코드, 공구명, 공구수명, 사용시간이 출력되어 있다. 외부통신시 공구 Offset 송신 및 공구수명 수신에서도 본 작업선택의 작업명을 이용하여 관련정보를 머시닝센터와 교환하게 된다.

4) 매거진

공작기계의 공구 매거진 내의 공구정보 관리를 위한 것으로 매거진에 내의 공구 등록, 검색, 삭제 기능이 있다.

5) 공작기계

공작기계에 관한 정보를 관리하는 부분으로 공작기계 관련정보의 등록, 검색, 수정, 삭제를 관리하는 모듈로 구성되어 있다.

6) 외부통신

외부 기기와 공구 데이터 베이스와의 데이터 송수신과 송수신 데이터를 관리한다. 외부 기기와의 송수신 종류로는 공구정보등록, 수정이 끝난후 Tool Presetter로부터의 공구 길이와 공구경의 보정값 수신과 CNC로의 보정값(오프셋) 송신, 작업이 끝났을 때의 CNC로부터의 공구사용시간 수신 이 있다. 이중 오프셋 송신과 공구사용시간 수신의 상세 사항은 다음과 같다.

a) 오프셋 송신

Tool Presetter에서 수신받아 공구데이터 베이스에서 관리하고 있던 공구 Offset(보정값)값을 Macro program으로 편집하여 이를 DNC에 의해 CNC에 송신한다. 수신받은 Macro Program은 CNC에서 NC Part Program의 Sub Program으로 사용된다.

b) 공구수명 수신

NC Program에 의한 작업이 끝나면 공구의 사용시간을 자동적으로 산출하여 외부통신 모듈의 공구수명 수신 기능에 의해 수신된 공구사용 시간을 공구 데이터 베이스의 기존 누적 사용 시간에 누적한다.

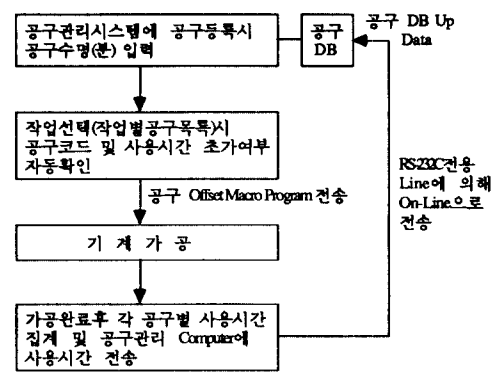


그림 7. 공구수명관리 흐름도

4. 공구수명관리

공구수명관리는 가공생산성뿐 아니라 공구비용의 절감에 있어서도 중요한 인자이다. 즉, 수명이 다하지 않은 공구를 교체하거나, 이미 공구수명이 끝난 공구를 사용하는 것은 공구 비용면이나 가공상태의 유지에 나쁜 결과를 초래한다. 외국에서의 경험에 의하면 공구수명관리를 하지 않는 개별 공작기계상의 공구는 평균적으로 총수명의 75% 밖에 사용되지 못하는 것으로 지적되고 있다[4]. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 특정 공구에 대한 기계 가공 시간을 관리하는 것이 바람직하다. 그림 7은 본 시스템에서의 공구수명관리의 흐름도를 나타낸 것이다.

이상과 같은 공구수명 관리를 위해서 NC Part Programmer는 Programming시 다음과 같은 공구수명 관리 코드를 삽입해야 한다.

- 실제 절삭 수행전 : M151, 공구수명 Counter Start 코드
- 실제 절삭 수행후 : M152, 공구수명 Counter End 코드
- Part Program 종료후 : M153, 공구사용시간누계 및 전송 코드

5. 공구보정값 자동 전송

공구보정값은 공구길이 보정값과 공구경 보정값으로 나눌 수 있다. 본 시스템에서는 공구길이와 공구경을 Tool Presetter에서 측정후 RS-232C를 통해 수신해 공구 데이터 베이스에 저장된다. 또한 사용이 완료된 공구는 다음 가공 투입전에 공구길이와 공구경을 재 측정을 할 필요가 있다. 동일한 방법에 의해 측정된 공구값은 측정 즉시 On Line으로 공구 데이터 베이스의 보정값으로 갱신된다. 이와같이 측정 및 수정된 공구 보정값은 NC Program 수행전에 CNC 메모리내의 사용공구의 설정 오프셋으로 설정되어야 한다. 본 시스템에서 개발한 공구보정 데이터 자동전송 방법은 그림 8과 같다.

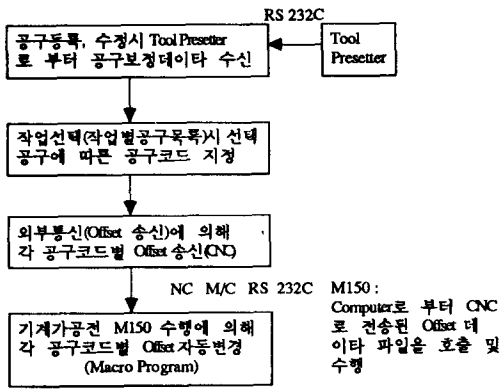


그림 8. 공구 보정데이터 전송 흐름도

6. 결론

본 연구는 고정밀도, 고효율 및 유연성을 요구하는 생산 시스템을 구성하는 중요한 구성요소의 하나인 효율적인 집중 공구관리시스템 개발에 관한것으로, 기계가공에 사용되는 많은 공구와 공구 정보를 작업자의 불필요한 개입을 최소화하고 자동화 영역을 보다 확장하기 위해 외부기기(Tool Presetter 및 CNC)와의 인터페이스를 통한 공구관련 정보의 송수신 및 관리가 가능토록 하였다. 이와 더불어 Host Computer의 공구정보 관리 Software에 의해 공구 데이터의 등록, 검색, 작업선택, 공작기계 관련 정보 검색등 DBMS를 사용해 효율적인 데이터 관리가 가능하게 하였고, 공구 식별 시스템으로는 경제적인 공구 식별을 위해 Bar Code를 이용하였다.

개발된 본 공구관리 시스템은 일반 기계 가공 현장뿐 아니라 FMC, FMS에서도 경제적으로 사용될 수 있는 시스템으로

- LAN에 의한 정보 공유기능
- 공구 정보의 등록, 수정, 검색, 작업선택, 외부 기기와의 통신
- Tool Presetter, Bar Code 시스템으로 부터의 공구관련 정보 수신
- 공구별 수명 관리
- 공구 보정값의 CNC기계로의 자동 전송 및 DNC운전등의 다양한 기능을 가지고 있다.

7. 참고 문헌

- 1) Rhodes, J. S. , "FMS Tool Management System", CASA/SME ,Flexible Manufacturing Systems'86 Conference, pp 269~286, 3, 1986.
- 2) Chapman, B., "Total Tool Management-The Big Puzzle", SME technical paper MS 90-253, 1990.
- 3) WERNER, "GUIDEPOST", WERNER Company.
- 4) WERNER, "Flexible Manufacturing Systems in Practice", WERNER and KOLB, 1988.
- 5) MAZAK, "Operating Manual for Tool Management System", Yamazaki Mazak Co., Ltd, 1991.

- 5) 太坪壽, "인공지능화 의 現狀 與 動向 " 應用機械工學, 1, pp80~84, 1988.
- 7) 能明彦, 佐藤進一, "ハンディターミナルによる 工具管理", 精密工學會誌, Vol.57, No.7, pp 1193~1198, 1991.
- 8) 泉屋雅信, "ID 시스템による生産管理", MACHINIST, No. 7, pp 102~105, 1990.
- 9) 김철한, 김은엽, 김광수, 김선호, 이춘식, "선반 가공자 동화를 위한 공구관리시스템 개발", IE Interface 산업공학, Vol.3, No.2, pp13~22, 1990.
- 10) 한국기계연구소, "FMS용 공구관리 Database System 개발", 1991.