

Plug/Play 타입의 개방형 CNC 기술 연구

윤원수*, 김찬봉, 이은애, 김세광, 오세봉 (터보테크㈜ 기술연구소)

Study on the Plug/Play Type Open Architecture CNC Technology

W. S. Yun*, C. B. Kim, E. A. Lee, S. K. Kim, S. B. Oh (TurboTek R&D Center)

ABSTRACT

This study aims at developing the high speed/intelligent machining system using the plug/play method of an open architecture controller. The plug/play technology by the Application Specific Function (ASF), can readily implement the open architecture controller into various machining system or other automatic equipments.

For the open architecture controller, this study developed the open HMI, screen editor, ASF, visual builder, and controller OS technology as software components. On the other hand, we developed the I/O module and main board as control hardware system.

This study, as an example, presents integration of individual component technologies for the plug/play type open architecture CNC system.

Key Words : Plug/Play technology (플러그/플레이 기술), Application Specific Function (ASF), Visual builder, Open architecture CNC (개방형 CNC), I/O module (I/O 모듈), main board (메인 보드)

1. 서론

제어 시스템은 수치제어 공작기계, 반도체 장비, 그리고 전용 기계 등의 다양한 기계 장비 산업에서 필수적인 기술이다. 또한 2 차적으로 제어 시스템 기술은 기계 장비를 통하여 생산되는 부품들의 생산성 및 정밀도를 좌우하게 되어, 관련 부품 산업 및 제조 산업 전반에 걸쳐 큰 영향을 미치게 되는 국가적인 핵심 기반 기술이라고 할 수 있다.

이러한 제어 시스템의 국제적인 경향은 PC 와 주변 기술의 발달에 따라서 전용의 하드웨어 기반 제어 시스템(a proprietary hardware-based system)에서 모듈화된 개별 소프트웨어 제어(an unbundled software-based control)로 변하고 있다. 또한 소수의 전문가들 만에 의해 지원되는 시스템(an "expert-only" supported system)에서 소비자 제품(a consumer product)으로 변하고 있으며, 네트워크 기술의 발전과 함께 폐쇄된 고립 기술(stand alone islands of technology)에서 네트워크 분산 기술(network-distributed technologies)로 나아가고 있다⁽¹⁾. 이러한 국제적 흐름에 맞추어 본 연구에서는 고속/지능형 가공 시스

템에 적합한 개방형 제어기 기술을 개발하도록 한다.

이러한 고속/지능형 가공 시스템의 기술이 개발 되기 위해서는 개방형 Platform 의 CNC 가 우선적으로 개발되어야 하며, 또한 지식 기반에 의거한 가공 및 오차 극복의 단위 기술 S/W 가 개발되어야 한다. 본 연구에서는 PC 를 기반으로 하며, 다양한 기반 S/W 와 단위 H/W 모듈의 원활한 인터페이스를 위해 Plug/Play 기술이 도입된 개방형 CNC 시스템을 개발하고자 한다.

2. 개방형 CNC 시스템 구조

2.1 국내외 연구현황

개방형 제어(Open Architecture Control)⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾는 공작기계 제어 분야에서 널리 알려진 용어이다. 1990년대 초반부터 미국(OMAC), 유럽(OSACA) 그리고 일본(JOP)⁽⁵⁾⁽⁶⁾에서는 컨소시엄을 구성하여 개방형 제어기에 대한 연구를 오랜 기간동안 진행해 왔다. 최근에 OMAC, OSACA 그리고 JOP 는 개방형 제어기(Open Architecture Controller)에 대한 HMI 설계를

위한 통일된 API 를 정의하기 위하여 국제적인 HMI 표준을 개발하기 시작했으며, 목적은 전세계의 대다수 제어 제품들에 대한 HMI API 를 정의하는 것이다⁽¹⁾.

한편 대학 연구기관으로 미국의 미시간 대학 내에 있는 RMS/ERC⁽²⁾ 는 재구성형 가공 시스템을 개발하고 있으며, 다수의 기업체들을 회원사로 확보하여 공동으로 연구를 진행하고 있다. 재구성형 가공 시스템의 핵심은 재구성형 제어 시스템이며, 현재 미국계 기업인 MDSI (Manufacturing Data System Inc.)사의 OpenCNC 라는 상용의 PC 기반 CNC 시스템을 이용하여 연구를 진행하고 있다.

국제적인 흐름에 따라 국내에서도 CNC 제어장치 전문 업체와 공작기계 업체들 간에 컨소시움을 구성하여 수년간 PC 기반 CNC 장치를 개발하기 위한 과제를 수행하였다⁽⁷⁾. 국내에서 개발된 PC 기반 수치제어 장치는 대체로 준 개방형(semi-open) 제어기의 구조를 갖추고 있으며, 개방형 제어기가 갖추어야 할 기능을 충분히 확보하지 못한 상황이다. 특히 국제 컨소시움에서 소외되어 있어 개방형 제어기의 아키텍처, HMI, API, 그리고 PLC 등의 국제 표준에 대한 기술 분석이 부족한 형편이다.

2.1 PLUG/PLAY 방식의 시스템 구조

제어 시스템은 서보 모터를 제어하기 위한 모션 제어 모듈, PC 와 서보 모터 제어부 사이의 원활한 정보 흐름을 담당하는 Driver 모듈로 구성된다. 그리고, 자동화 기계의 상태를 제어하는 PLC, PC 와 자동화 기계의 I/O 와의 통신을 담당하는 통신 모듈이 있다. 이러한 소프트웨어는 전체 시스템의 외부 인터페이스 층으로 구성된다.

또한, 하드웨어와 접속하는 기본적인 하위 소프트웨어 이외에 사용자와 인터페이스 해야 하는 다양한 소프트웨어가 상위에 있다.

기존에 Plug/Play 기술로서 많이 사용되는 것으로 소프트웨어 분야에서는 API 가 있다. 이 기술은 소프트웨어의 표준 인터페이스를 제공하는 데 있어서 매우 기본적인 것임에 틀림이 없지만 제어 시스템을 신속하게 구성하는 데 있어서 개발자가 해야 할 노력이 매우 크다. 본 연구에서는 이러한 API 기술을 포함하면서 보다 강력한 형태의 Plug/Play 기술이 될 수 있는 새로운 개념의 기술을 개발하려고 한다. 표준 인터페이스의 API 로 개발된 모듈을 시스템으로 손쉽게 구성하기 위하여 새로운 표준 인터페이스 방식인 ASF 를 정의하고 이러한 ASF 를 시스템 개발 도구인 Visual Builder 를 통하여 시스템을 구성 할 수 있도록 하는 것이다. 결과적으로 새로운 개념의 Plug/Play 기술은 ASF, Visual Builder 및 Controller OS 기술이 조합된 형태이다.

전체적인 소프트웨어 구조는 개략적으로 Fig. 1 과 같이 나타낼 수 있다.

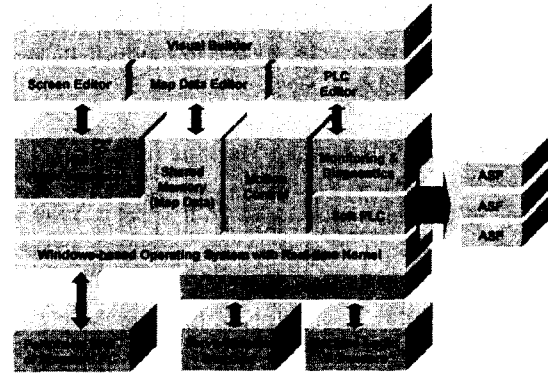


Fig. 1 Schematic diagram of open architecture CNC

Fig. 2 에 고속/지능형 가공 시스템 개발을 위한 개방형 CNC, 단위 지능 요소 기술들, 그리고 그들의 연결 구조가 나타나 있다. 그림에서 나타난 바와 같이 개발된 개방형 CNC 에 다양한 연구기관에서 개발하고 있는 지능형 요소 기술들이 적용될 수 있다. 지능형 요소 기술에는 고속 이송 및 고품위 가공을 위한 NURBS 보간기⁽⁸⁾, 고속 가공을 위한 절삭 시뮬레이션⁽⁹⁾, 가공 시스템의 이력관리 및 고장 진단이 가능한 원격 감시/진단⁽¹⁰⁾ 등이 있다. 이러한 기술들은 개발 장비의 요구에 따라 개방형 CNC 와 결합하여 고속, 지능형 시스템으로 발전할 수 있다.

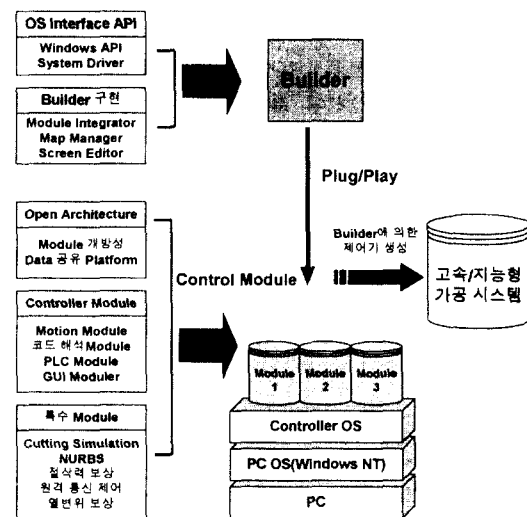


Fig. 2 Basic model of open architecture module

3. 개방형 제어기 소프트웨어 개발

개방형 제어기의 표준 인터페이스를 위한 소프트웨어는 크게 개방형 HMI, 화면 편집기(Screen Editor), ASF, 그리고 이들을 통합하는 Visual Builder 로 구분할 수 있다.

3.1 개방형 HMI(Human Machine Interface)

HMI 는 화면 구성, CNC 시스템 내의 공유 메모리의 맵 데이터 파일의 정보 출력, 그리고 조작자의 요구에 따라서 주어진 업무를 수행하는 3 가지 주요 기능을 담당하는 것이다. 본 연구에서는 9 개의 범주로 HMI 와 관련한 항목을 구분하였다.

사용자는 화면 구성 및 화면 전환에 대한 HMI 데이터 파일을 이용하여 자신의 응용에 맞게 구성할 수 있다. 이러한 방식을 채택함으로써 다른 기종에 응용할 경우에도 CNC 소프트웨어의 재컴파일 없이 손쉽게 화면을 구성할 수 있다. HMI 데이터 파일을 이용하여 화면을 구성할 수 있는 개념은 시스템 내의 CNC 맵 데이터의 내용을 다양한 포맷으로 변환하여 화면에 나타내는 기능으로 메인 CNC 소프트웨어 내에서 독립된 스레드 형태를 가진다.

3.2 화면 편집기(Screen Editor)

앞서 정의한 HMI 의 경우, 사용자 혹은 개발자가 화면 구성에 필요한 데이터 파일들을 수작업으로 작성해야 하는 어려움이 있다.

HMI 의 기본은 사용자 편의성에 있다. 이를 위해서는 HMI 개발과 더불어, HMI 의 화면을 구성하고 이를 유지, 관리하기 위한 전용의 소프트웨어 개발이 병행되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 전용의 소프트웨어를 화면 편집기라고 한다. 화면 편집기를 이용할 경우, 수작업으로 작성하던 데이터 파일을 화면 편집기의 화면을 통하여 직접 보면서 작업할 수 있고, 또한 사용이 편리하기 때문에 기존의 방법에 비하여 시간과 노력을 절감할 수 있다.

화면 편집기는 각각의 화면들을 카테고리에 맞추어 트리화하여 보여주는 Screen Tree Space 와 직접 객체를 추가, 삭제, 편집할 수 있는 작업영역(Workspace), 객체가 가지고 있는 속성을 열람하고 변경할 수 있는 속성창의 세 부분으로 나눌 수 있다. Fig. 3 은 화면 편집기의 구성과 예를 나타낸다.

Screen Tree Space

Screen Tree Space 는 화면별로 구성되는 화면 전환을 위한 메뉴를 트리화하여 정렬하는 것으로, 구성 화면들을 트리 형태로 보여주기 때문에 각 화면을 보다 쉽고 빠르게 접근할 수 있으며 필요에 따라서 화면을 추가하거나 삭제할 수가 있다. 이는

사용자 또는 개발자가 손쉽게 사용자 환경에 맞는 형태로 재구성할 수 있게 하기 위함이다.

작업영역

Screen Tree Space 에서 선택된 카테고리의 화면을 보여주며, 화면을 구성하는 객체들의 위치와 크기 속성을 마우스와 키보드를 사용하여 변경하는 영역이다.

속성 창(Property Window)

화면 구성 객체의 속성을 열람할 수 있으며, 각각의 속성을 변경할 수가 있다.

본 기술들은 PC 를 기반으로 하는 제어 시스템의 개방화 Plug/Play 기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있으며, 개방형 HMI 의 구현과 화면 편집기의 개발은 향후 개발 예정인 ASF 기능과 더불어 CNC 시스템의 개방화를 위한 강력한 도구가 될 것이다.

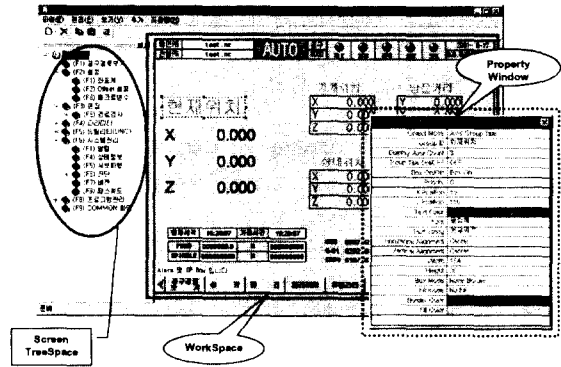


Fig. 3 Screen Editor

3.3 ASF(Application Specific Function)⁽¹¹⁾

ASF 는 개방형 HMI 기능으로 구현이 불가능한 응용 기능을 구현 하는데 목적이 있다. NC 프로그램 편집 기능이나 기하학적 공구 경로 애니메이션 같은 기능이 이에 포함된다. ASF 는 사용환경에 따라 함수 라이브러리 형태이거나 독립된 스레드(thread) 형태를 가진다.

Fig. 4 는 ASF 로 작성된 응용 기능의 예로서 공구 경로 보기를 위한 것이다.

3.4 Visual Builder

Visual Builder 는 마우스를 이용한 직관적인 인터페이스와 GUI 메뉴 방식의 손쉬운 운영 양식을 추구한다. 이는 모듈 통합기, 맵 운영자, 스크린 에디터로 구성된다. Fig. 5 는 Visual Builder 의 각 항목별 설정을 보여 주고 있다.

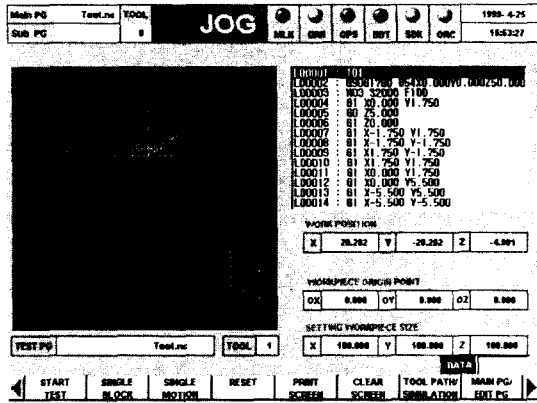


Fig. 4 An example for the ASF application

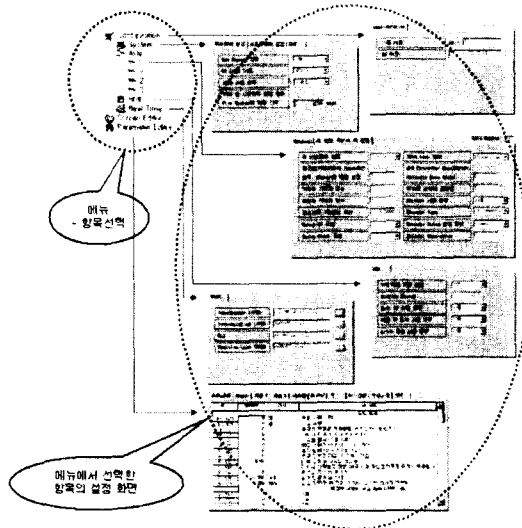


Fig. 5 Structure of Visual Builder

4. 하드웨어의 인터페이스 방식 설계 및 개발

4.1 Main Board 개발

본 연구에서는 CNC 시스템 중 고속, 지능형 시스템 성능에 맞도록 main board 를 설계, 개발하였다.

Main board 의 사양은 표 1 에 나타나 있으며, CPU 는 National Semiconductor(NS) 사의 Pentium II 급 SC3200 으로 동작 속도는 266Mhz 이다.

Fig. 6 은 main board 의 구조를 보여 주고 있다.

Main Board 는 NS 사의 SC3200, 제약된 판수를 위한 Mini super I/O 인 PC87360, Main memory, ROM BIOS, 그리고 외부 디바이스와 연결되는 Connector 부분으로 구성되어 있다. Main board 는 NS 사의 SC3200 을 사용함으로써 최대 동작 주파수에 있어

기존의 시스템에서 사용하던 Intel 사의 Pentium 133Mhz CPU 에 비해 266Mhz 로 단순하게 비교할 때 동작 속도가 약 2 배 빨라졌다. 또한 소모 전력은 NS 사의 SC3200 이 3.0Watt 로 Intel 사의 Pentium CPU 의 11.2Watt 에 비해 약 74%정도의 전력 소모를 줄일 수 있다. 또한 최대 버스 주파수도 SC3200 이 Pentium 133Mhz CPU 에 비해 34Mhz 빠르다.

항목	사양
CPU	SC3200(x86 Compatible, P-II 급, 266Mhz)
Main Memory	SDRAM 32(~256) Mbyte
Secondary Storage Device	HDD 6.4 Gbyte
Operating System	Windows NT 4.0 with RTX
Graphic Interface	TFT LCD, Analog RGB
I/O Interface	2 serial ports, Keyboard, Mouse

Table 1 Specification of the main board

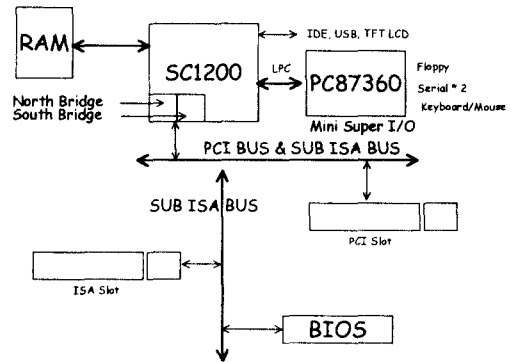


Fig. 6 Structure of main board

4.2 Main board 와 I/O 모듈의 연결

Fig. 7 은 개발된 Main board 와 이미 개발된 I/O 모듈⁽¹²⁾과의 연결 구조를 나타내고 있다.

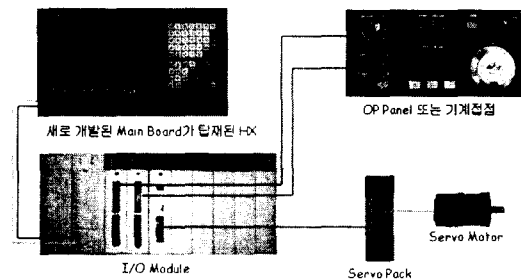


Fig. 7 Connection between I/O module and main board

4.3 System Integration

본 연구에서 개발한 main board 와 I/O module 을 통합하고, 부가적인 요소들을 추가하여 CNC 하드웨어 시스템을 구현할 수 있다. 본 CNC 시스템은 기본적으로 SERCOS 통신 기능을 탑재하고 있기 때문에 아날로그 방식의 서보 드라이브 및 디지털 방식의 서보 드라이브와도 통신할 수 있으며, 일반 범용의 PC 와 결합하여 CNC 하드웨어를 구성할 수 있다. 이러한 하드웨어 설정은 다음의 4 가지 유형으로 구분할 수 있다.

- ▶ Analog Interface Configuration
아날로그 서보/스핀들 드라이브와 인터페이스
- ▶ Hybrid Interface Configuration
아날로그/디지털 서보/스핀들 복합 인터페이스
- ▶ Digital Interface Configuration
디지털 서보/스핀들 인터페이스
- ▶ Standard PC platform Configuration
표준 PC 를 이용하는 경우의 인터페이스

Fig. 8 은 디지털 서보와 아날로그 스펀들 드라이브를 사용하는 복합형에 대한 하드웨어 설정 예를 보여 주고 있다.

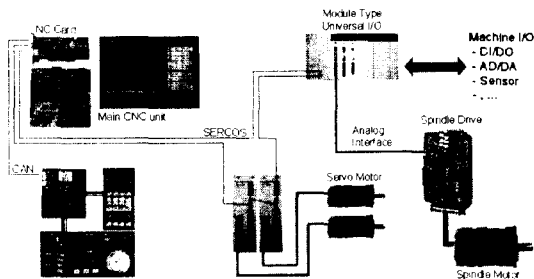


Fig. 8 Hardware configuration for digital servo and analog spindle drives

5. 결 론

본 연구는 고속/지능형 가공 시스템 개발을 위한 개방형 CNC 를 개발하였다. Plug/Play 방식의 시스템을 위하여 H/W 와 S/W 모듈을 개발하였다.

본 연구를 통하여 CNC 소프트웨어의 표준 인터페이스를 위한 HMI 와 화면 편집기를 개발하였으며, 고속/지능형 CNC 시스템을 위하여 개방형 구조에 적합한 ASF 와 Visual Builder 등의 표준 인터페이스 기능을 확대 개발하였다.

또한 하드웨어의 표준 인터페이스를 위하여 개

방형 I/O 모듈과 메인 보드를 개발하였다. 이들을 통합하여 3 대의 CNC 를 제작하였고, 이를 시뮬레이터를 통하여 시험/검증하고 있다. 향후 CNC 시스템의 시험 단계를 거쳐, 고속 가공용 공작기계에 장착하여 실제 검증을 진행할 것이다. 또한 다양한 연구 기관들에서 개발된 지능형 요소 기술들을 CNC 에 탑재하여 그 성능을 평가할 것이다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 산업기반 기술개발과제 사업의 지원으로 이루어졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. ARC Advisory Group, <http://www.arcweb.com>
2. R. Katz, B. K. Min, and Z. Pasek, "Open Architecture Control Technology Trends," ERC/RMS Report #35, September 2000.
3. Noker, P. M., "The PC'S CNC Transformation," Manufacturing Engineering, 1995. 11.
4. Wright, P. K., "Principles of Open-Architecture Manufacturing," J. of Manufacturing Systems, Vol. 14, No. 3, 1995.
5. "OSEC-I 보고서, OSE 연구회편, 1995. 9.
6. "OSEC-II 보고서, OSE 연구회편, 1996. 10.
7. 수치제어장치 기술개발에 관한 연구 , 3 차년도 보고서, 1998.
8. 양민양, 최인휴, 김수진, 김주한, 김찬봉, "고속 가공을 위한 NURBS 보간 알고리즘 개발, 제 1 회 고속 지능형 가공 시스템 기술 workshop, pp. 143-152, 2000.
9. J.H. Ko, W.S. Yun, D.W. Cho, "Off-line Feed Rate Scheduling Based on Cutting Process Simulation in Pocket Machining", 2nd. International conference on advances in production engineering, Warsaw, Poland, June 7-9, 2001, part 2 pp.153-160.
10. 김선호, 김동훈, 이은애, 한기상, 권용찬 "공작기계 원격 감시를 위한 진단모델 및 웹 환경 , 제 1 회 고속 지능형 가공 시스템 기술 workshop, pp. 137-142, 2000.
11. 한기상, 권용찬, 김주한 "모듈구조를 갖는 개방형 CNC 의 구현," 한국정밀공학회지, 제 17 권, 제 5 호, pp. 34-40, 2000.
12. 윤원수, 김찬봉, 권용찬, 한기상, 양희구, 김세광, 김주한, 박종권 "PLUG/PLAY 방식 고속 지능형 가공 시스템의 연구," 한국공작기계학회, 2000 년 도 추계학술대회 논문집, pp. 483-488.