

개방형 구조를 갖는 CNC의 연구 동향

김선호(*), 박경택(*), 이태역(**)

* 한국기계연구원 자동화연구부 ** 한국과학기술원 산업공학과

1. 서론

제조 시스템의 환경은 60년대의 더 많이, 70년대의 더 싸게, 80년대의 더 좋게, 그리고 90년대의 더 빠리라는 생산체제에 적응하기 위해 다양한 생산자동화 시스템이 개발되고 적용되어 왔다. 그러나, 최근에는 소품종다량생산 또는 다품종 소량생산으로 특징 지을 수 없는 변종변량이라는 새로운 생산체제가 등장하면서, 생산 시스템에 있어서도 정보화를 도입한 새로운 변화가 강력히 요구되고 있다. 이러한 현상은 생산자동화에 대한 관심이 종전에는 특정 장치나 기계 그리고 물류 이동 등에 관심이 있었으나, 최근에는 생산 시스템의 아키텍처, 생산 시스템의 개방화(Open), 그리고 정보기술의 표준을 구현하는 기술에 많은 관심을 가지게 된 것으로도 알 수 있다.

생산 시스템이 제조환경의 변화에 대응하기 위해 새로운 시도들이 이루어지고 있는데, 이에 대한 요구사항은 다음과 같이 정리해 볼 수 있다 [1,2,3,4].

- 신속한 시스템의 개발, 다양한 제품군에 대응한 운용상의 융통성, 짧은 제품 수명주기에 대응하기 위한 손쉬운 시스템 변경 등의 변화에 대한 적응력 (Adaptability)
- 표준화된 통신 및 연계 메카니즘에 의한 시스템의 상호 운용성 (Interoperability)
- 다양한 종류의 플랫폼에서 작동 가능하도록 하는 이식성 (Portability)

- 필요에 따라 기능의 확장 및 축소가 가능하도록 하는 확장성 (Scaleability)
- 기능 및 신뢰도에 따라 구성 요소를 상호 대체 가능하도록 하는 교환성 (Interchangeability)

이러한 요구사항과 관련하여, 최근 추진되고 있는 FA 시스템의 개방화의 목표는 시스템 구성요소를 모듈화하고, 모듈간의 접합과 하부구조를 표준화하여 특정 목적에 맞는 시스템을 개발하고자 할 때, 기존의 구성품을 최적으로 조합하여 구성함으로써 다양한 벤더 (Vendor)로부터 생산된 장비의 상호 통합을 쉽게 할 수 있도록 하자는 것이다. 개방형 FA 시스템의 발전 단계는 첫째 단계에서 개방형 통신 네트워크를 통해 장비들을 상호 연결하고, 다음 단계에서 개방형 구조를 갖는 컨트롤러를 개발 및 적용하고, 최종 단계에서 개방형 네트워크와 개방형 컨트롤러를 기반으로 하여 분산 객체 관리 기법에 의해 Application을 개발, 구축하는 방향으로 진행되고 있다.

FA 시스템에서 가장 중요한 역할을 수행하는 장치는 CNC 공작기계이다. 1952년 미국 MIT의 서보기구 연구소에서 NC가 개발된 이후, 메카트로닉스 기술의 발전과 더불어 NC 공작기계의 보급확대는 기계가공을 중심으로 하는 생산시스템을 크게 변화시키면서, 무인화 및 고도의 대화성과 시스템 통합을 지향하면서 DNC, FMC, FMS로 발전해 왔다. 또한 최근의 가공기술은 고속화, 고정밀화, 가공형상의 복잡화가 요구되고, 기타 시스템과의 통합이 요구되면서 사용자 입장에서

NC 커널(Kernel)에 대한 접근할 필요가 증대되고 있다. 이에 따라 개방형 구조의 NC 개발, CAD/CAM 통합을 위한 새로운 NC 데이터 양식의 개발, 표준화, 개방형 구조의 NC를 채용한 지능형 가공시스템의 개발 등에 대한 연구가 이루어지고 있다. 대표적인 연구로 미국의 GM/Ford/Chrysler사에 의한 OMAC, 미공군의 NGC/LEC, 미국 NIST의 EMC, 미국 DOE의 TEAM-ICLP와 ICON, 유럽 ESPRIT의 OSACA 그리고 일본의 OSEC 등이 있다[3].

여기서는 최근 활발하게 연구되고 있는 개방형 구조를 갖는 CNC의 연구 배경, 필요성 그리고 연구동향에 대한 동향을 소개하고자 한다.

2. CNC 개방화의 배경

CNC의 개방화의 배경을 정리해 보면 다음과 같다[5, 6].

1) 요구의 다양화와 변화의 대응

생산 시스템을 구성할 때, 각각의 요구에 적합한, 낭비가 없는 시스템 구축이 요구되고 있다. 또한, 시장환경의 급속한 변화에 따라 요구 그 자체가 급격히 변화하고 있다. 이같은 상황에 대응하기 위해서는 가공 시스템이 다양한 요구에 부응하는 적응성을 가지고 있어야 한다.

2) 시스템 통합화에 대한 요구

생산시스템의 효율을 제고하기 위해, 네트워크를 통해 상위 제어 계층과의 접속에 의한 시스템 통합, 혹은 CAD/CAM 시스템과 데이터 교환에 의한 시스템 통합 등이 추진되고 있다. FA 기구 제어장치와도 통합이 요구되고 있다.

3) 고기능화의 기대

고능력, 고정밀도 추구는 지속적으로 진행되고 있으며 이를 위한 센서 피이드백 제어와 이상처리 등의 지적인 기능실현이 기대된다

4) 급속히 발전하는 정보처리 기술의 활용

PC를 중심으로 최근의 정보처리 시스템은 하드웨어, 소프트웨어의 양면에서 현저한 발전을 이루고 있다.

NC 장치에도 나날이 발전하는 이 기술을 효과적으로 활용하는 것이 요구된다.

3. CNC의 참조 모델

CNC의 개방화를 설명하기 위해서는 우선 CNC의 구성과 기능을 정의하고 이를 중심으로 개방화 방안을 설명하는 하는 것이 바람직하다. 본고에서는 FA 제어 시스템 구성과 기능을 일반적으로 정리해서 표현한 참조모델중의 하나인 일본 IROFA FA기술센터의 NC 개방화 정책위원회 WG에서 제시한 NC 제어장치의 참조 모델을 중심으로 CNC 개방화 동향을 소개한다. 참조 모델은 3가지 관점에서 정의할 수 있다[5].

- 외부환경과 인터페이스
- 기능구성
- 제어 아키텍처

3.1 외부환경과의 인터페이스

CNC는 <그림 1>과 같이 8개의 외부환경으로 분류할 수 있다.

- 1) CAD/CAM 시스템 : 작업설계 레벨이상 부분과의 인터페이스
- 2) 상위레벨의 제어장치 : 셀 제어장치 이상의 제어 레벨과 인터페이스.
- 3) 동일 레벨의 타 제어장치 : 셀을 구성하는 로봇트 제어장치와의 인터페이스등
- 4) 서보 액츄에이터 : 서보 증폭기, 서보 모터와의 인터페이스
- 5) 논리입출력 : PLC의 입출력부
- 6) 센서 : 센서 피이드백등의 기능을 실현하기위한 센서와 인터페이스
- 7) 조작반 : 표시장치, 원격 조작, 조작반 등과의 인터페이스

8) 사용자 : 그래픽스, 각종 출입력등의 휴먼·인터페이스

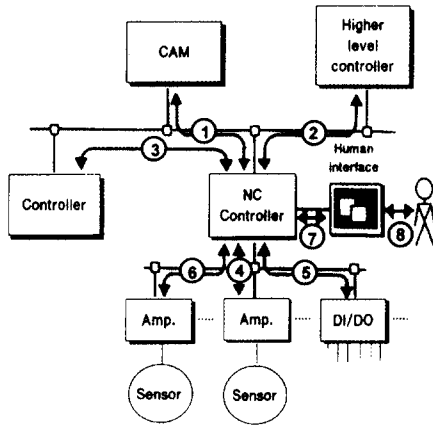


그림 1. NC 장치의 외부환경(IROFA).

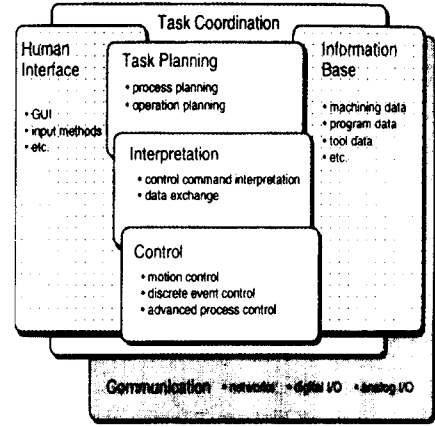


그림 2. 제어장치 기능 구성(IROFA).

3.2 기능구성

참조모델을 기능관점에서 보면 <그림 2>와 같이 분류할 수 있다.

- 1) 계획 : 공정계획, 작업계획등의 CAM기능
- 2) 제어명령 해석 : 외부에서 부여되는 작업명령의 해석기능
- 3) 제어 : 운동제어와 시퀀스 제어기능
- 4) 휴먼 인터페이스: 유저에 대한 각종 제어정보의 표시, 유저에서의 입력 접수, 도움말, 조작, 네비게이션 등의 기능.
- 5) 데이터 관리 : 가공 데이터, 공구 데이터, 제어 프로그램 등 각종 데이터의 보관, 관리를 위한 데이터베이스 기능
- 6) 통신 : 아키텍처, 센서, 네트워크등 외부와의 통신 기능.
- 7) 태스크 관리 : 상기 각기능의 실행 관리를 위한 기능

3.3 제어 아키텍처

제어 아키텍처는 다음과 같다.

- 1) CAD : 가공형상의 정의를 실행
- 2) 작업계획 : CAM기능으로서, 가공순서, 공구 경로, 가공조건 등의 결정을 실행
- 3) 가공프로세스 제어 : 가공프로세스가 적절 하도록 제어를 실시
 - 외부에서 부여되는 가공명령의 해석
 - 수동, 자동 등의 운전모드 제어
 - 가공 프로세스의 센서 피이드백 정보를 근거로 실현되어, 가공 프로세스 제어
 - 이상 감시, 진단, 자동복귀 등의 이상처리 기능
 - 열 변형 보정등의 보정기능
 - 궤도 제어부에 대한 공구운동 명령의 송출
 - 이산사건(離散事件) 제어부에 대한 시퀀스 제어 명령의 송출
- 4) 궤도제어 : 3차원 공간에서 공구의 운동제어, 기준 좌표계 위에서 부여된 운동에서 각축의 운동으로의 변환
- 5) 축 제어 : 각 축마다의 운동제어
- 6) 이산사상제어 : 시퀀스 제어의 실행
- 7) 기구제어 : 시퀀스 제어에 의해 기동되는 기구의 제어

- 8) 액츄에이터(운동제어) : 서보 증폭기와 서보 모터
- 9) 액츄에이터(이산제어) : 피 제어기구에 따라 다양한 형태
- 10) 가공 프로세스 : 실제로 실행되는 가공 프로세스
 - 계획부 : CAD 및 작업계획이 포함. 준비기능이고 통상, 가공프로세스에서의 직접적인 피이드백은 없음.
 - 제어부 : 가공 프로세스 제어, 궤도제어, 축제어, 이산사상제어, 기구제어가 포함
 - 실행부 : 액츄에이터와 가공 프로세스가 포함. 실제로 기계가 운동하고, 가공하는 부분

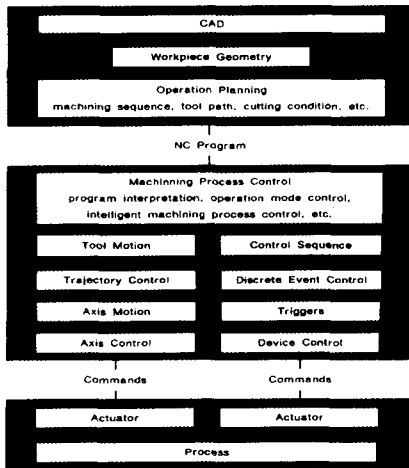


그림 3. NC 장치의 제어 계층(IROFA).

이상과 같은 제어계층은 <그림 3>과 같이 3개 부분으로 크게 분류된다.

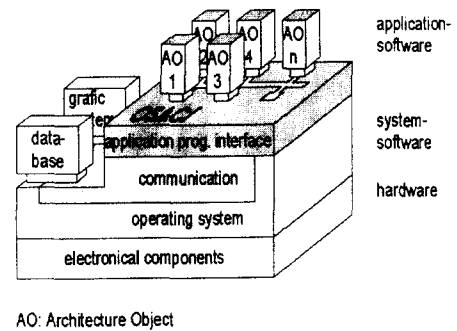
- 1) 계획부 : CAD 및 작업계획이 포함된다. 준비기능이고 가공 프로세스에서의 직접적인 피이드백은 없다.
- 2) 제어부 : 가공 프로세스 제어, 궤도제어, 축제어, 이산 사상제어, 기구제어가 포함된다. 가공 프로세스에서 직접적인 피이드백이 있을 수 있다.
- 3) 실행부 : 액츄에이터와 가공 프로세스가 포함된다. 실제로 기계가 운동하고 가공하는 부분이다.

4. 개방화 연구 현황

4.1 유럽

유럽에서 FA용 제어장치의 개방화에 관한 가장 조직적인 움직임은 ESPRIT의 OSACA(Open System Architecture for Controls within Automation Systems) 프로젝트이다. 이것은 독일의 Stuttgart 대학 연구소가 중심이 되어 유럽의 8개 기업(공작기계 제조업체 3개, INDEX, HURON, COMAU, 제어장비 제조업체 5개, ATEK, NUM, BOSCH, FAGOR, SIMENS), 3개의 연구기관(CICBT, FISW, WZL)이 참여하고 있다. 기간은 제1단계가 1992년 5월에서 3년간이고, 제2단계는 1995년에서 2년간의 계획으로 수행되고 있다.

목적은 특정업체에 의존하지 않는 개방형 제어장치를 참조 아키텍처로 정하는 것이다. 여기에서 제어장치란 CNC 장치를 비롯해서 로봇, PLC, 셀(Cell)의 각종 제어 장치를 포함하고 있으며, 아키텍처란 소프트웨어 아키텍처를 의미하며, 하드웨어에 의존하지 않는 시스템을 고려하고 있다. 특히, 객체 지향적(Object Oriented) 시스템 구축을 목표로해서 제어장치의 기능을 재편성하는 것이 항상 가능한 것이 시스템의 특징이다. OSACA 프로젝트에서 구성한 시스템 플랫폼을 <그림 4>에 나타내었다.



AO: Architecture Object

그림 4. OSACA 프로젝트의 플랫폼.

OSACA의 경우 계층화된 제어구조를 갖추고 있으며, 상위계층의 통신은 MAP/MMS, DNC 등과 접속이 되며, 센서 및 액츄에이터와 같은 하위계층의 접속으로는 PROFIBUS, FIP 등의 필드버스가 있으며 서보 시스템은 SERCOS 등의 버스 시스템을 적용하고 있으며, 원

격진단 등을 위해 ISDN과의 접속도 정의하고 있다. OSACA의 기능중심의 제어모형을 도해하면 <그림 5>와 같다. OSACA에서는 제어 시스템의 특성에 따라 제어 소프트웨어 모듈을 동적으로 조합, 구성하여 원하는 소프트웨어 토폴로지를 구성할 수 있다.

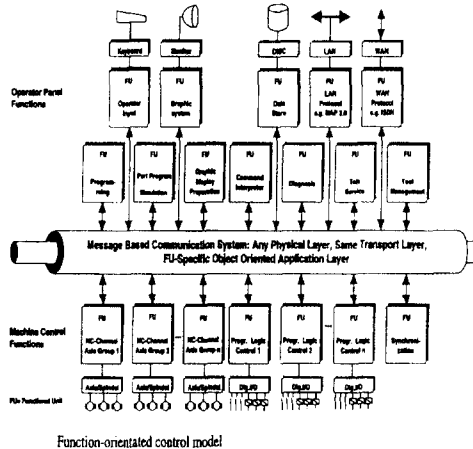


그림 5. OSACA의 객지향 아키텍처.

4.2 미국

미국은 NC 개방화를 OAC(Open Architecture Controller)라고 부르고 있다. 시스템의 중심 플랫폼이 PC인 경우, PC Based Controller라고 불리운다. OAC에 관한 주요 국가 및 민간 연구개발로서는 다음의 3가지 프로젝트가 있다.

(1) NGC(Next Generation Controller)

미국에서의 개방화 CNC에 대한 연구는 국방성(공군)에서 1987년부터 미국 공작기계 산업의 부흥을 목표로 해서 실시된 연구로서 NGC가 가장 활발했다. 이 연구는 Martin Marietta Corp., NCMS(National Center for Manufacturing Science)가 주도 했으며, SOSAS

(Specification for an Open System Architecture Standard)라고 일컬어지는 요구사항이 책정 되었다. 연구결과가 실용화로 연결되지는 못했지만 미국의 OAC 연구를 촉진한 공헌은 크다.

(2) EMC(Enhanced Machine Controller)

EMC는 미국 상무성 산하의 연구소인 NIST (National Institute of Standards and Technology)가 추진하고 있는 연구이다. 이 연구에서는 CNC의 아키텍처로서 <그림 6>과 같이

- 1) Workstation Planning
- 2) Workstation Management
- 3) Plan Interpretation
- 4) Trajectory Generation/Discrete IO
- 5) Servo Control

의 5계층의 모델을 제안하고 있다. 이 아키텍처는, 이 전부터 제안되고 있는 NIST의 계층제어 모델을 NGC의 SOSAS에 적합하게 만든 것이다. 이것을 기반으로 하여 IBM 호환기종의 포트와 소프트웨어를 이용하여, Shop Floor Controller와 Laboratory Development Controller라 불리는 2개의 시스템을 試作하고 있다. 전자는 Delta Tau의 PMAC 보드를 Monarch VMC-75 머시닝 센터에 맞게 재구성한 것으로 Widows상에서 기동되는 유저 인터페이스의 試作이나 열변형 보정실험 등에 이용되고 있다. 후자는 Ethernet에 접속된 2대의 IBM PC 호환기종중 한 대는 사용자 인터페이스용으로 다른 한 대는 POSIX에 준거한 Real Time UNIX를 기반으로 기계제어용으로 구성하여 탁상 공작기계로 접속하여 EMC 아키텍처 측면에서 소프트웨어의 개발에 이용하는 것을 목적으로 하고 있다. 1996년부터는 콘소시움을 조직하여 연구를 진행하고 있다. API 책정에 관해서도 적극적이며 미국 에너지성에서 연구중인 TEAM 프로그램중의 ICLP(Intelligent Closed Loop Processing) 연구와도 공동작업을 진행중이다. TEAM(Technologies Enabling Agile Manufacturing)은 1993년 부터 시작한 미국내의 공개 프로젝트로 상당수의 민간, 대학, 연구소가 참가해서 행해지고 있다. 위에서 말한 EMC, NGC 등의 프로젝트 연구성과를 계승하면서 차세대 제어장치 개발을 위한 연구가 수행되

어 프로세스 모델을 기초로 한 고도의 Sensor Feedback Control이 가능하게 하는 NC장치 실현을 목표로 한다.

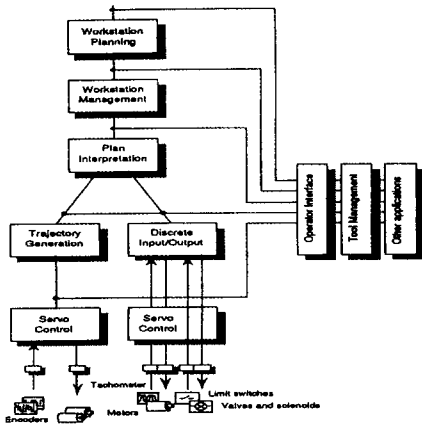


그림 6. EMC의 계층제어 아키텍처.

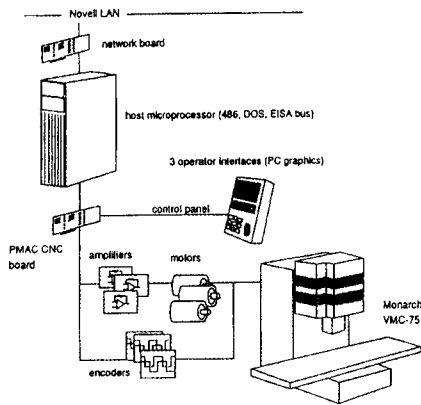


그림 7. Shop Floor Controller.

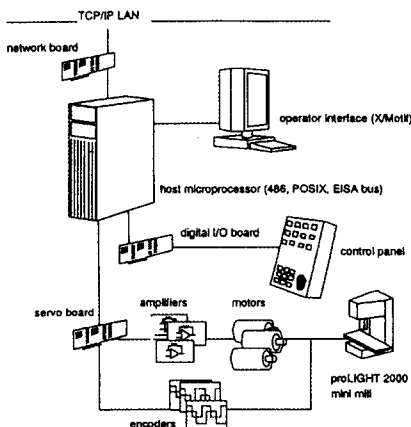


그림 8. Laboratory Development Controller.

(3) OMAC (Open Modular Architecture Controller)

OMAC은 1994년 부터 GM 개발센터와 엔진부문의 NC 담당자가 중심이 되어, 통합(Integration)이 용이한 NC 장치의 실현을 목표로 하고 있다. Ford와 크라이슬러도 검토에 참가하고 GM이 1994년 발표한 OMAC이 최종적으로 실현하고자 하는 시스템은 PC를 플랫폼으로 한 OSACA와 동일한 모듈러 구조를 가진 시스템이다. 단, 그의 구현은 단계적으로 추진하고자 하고 있다. 추진계획을 보면 1) PC 상에서 유저 인터페이스 실현, 2) 커스터마이징이 가능한 유저 인터페이스, 3) OS는 Windows, OS2 또는 Windows NT, 4) PLC 언어는 IEC 1131 기준의 Flow Chart Programming 언어, 5) 구동기 인터페이스로서 SERCOS 등을 요구하고 있다. GM은 자사에서 개발하는 것은 아니고, 벤더에게 개발을 제안하고 있으며, 또한 EMC 프로젝트 등의 성과도 적극 활용하고 있다. 실제 EMC의 일부 연구는 GM의 설비를 이용하여 행해지고 있다. API에 대해서도 EMC의 연구성과의 이용도 고려하고 있다.

OMAC이 지향하는 방향을 <그림 9>에 나타내었다. <그림 9>에서 보이듯이 개방화 개념으로 생산체제를 전환하여 최종적으로는 OMAC 시스템으로 교체하겠다는 계획을 가지고 있다. <그림 10>은 OMAC의 모듈화된 구조를 나타내고 있으며, 표 1은 이러한 철학을 실천하고 있는 예이다. GM의 자회사인 GM Power Train은 생산현장의 모든 라인과 장비를 PC를 기반으로 한 개방형 제어구조로 전환하고 있다[7].

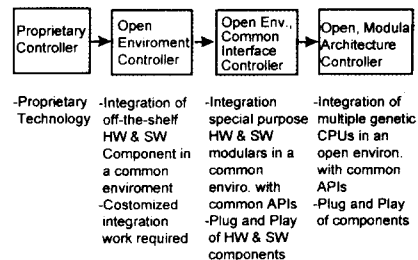


그림 9. OMAC의 개방화 추진 방향.

표 1. Control System Matrix for GM Power Train.

Application	Current	Near Future	Future
Transfer Lines	PC Controls	PC Controls	Open PC Controls
Assembly Lines	PC Controls	PC Controls	Open PC Controls
Agile CNC Machining Lines	Tier II CNC & PC Controls (Material Handling)	Tier II CNC (PC Front End) & PC Controls (Material Handling)	Open PC Controls
Stand-Alone Non CNC Machining System	PLC or PC Controls	PLC or PC Controls	Open PC Controls
Stand-Alone CNC Machining System	Tier II CNC or OEM CNC	Tier II, OEM CNC (PC Front End) or Open PC Controls	Open PC Controls

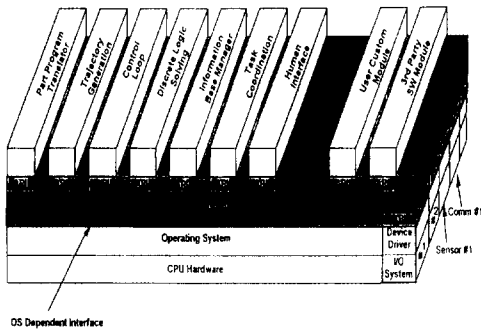


그림 10. OMAC의 Open Modular Architecture.

(4) 대학에서의 연구

미국의 대학에서는 University of California-Berkeley 대학의 Wright 교수는 IMADE(Integrated Manufacturing and Design Environment)라고 하는 설계, 공정 계획, 가공을 통합하기 위한 종합환경 구축에 대한 연구를 수행하고 있다[8]. 또한 IMADE에서 가공에 대해서는 MOSAIC-PM(Machine Tool Open System

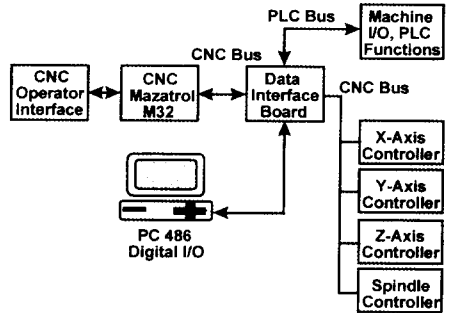
Advanced Intelligent Controller for Precision Machining)을 사용한 HAAS의 머시닝 센터를 EWS (Engineering Works Station)으로 제어하고 있다. Michigan 대학의 Koren 교수는 VX WORKS라고 하는 OS(Operation Software)로 EWS를 이용해서 Controller를 시험 제작하고 있다. Purdue 대학의 신영철교수는 CNC가 가지고 있는 버스에 PC의 버스를 연결하기 위해 Data Interface Board를 이용하고, 이를 이용해 PC에서 CNC의 기능을 구현하는 연구를 수행하고 있다 [9]. 캐나다의 British Columbia 대학의 Altintans 교수는 HOAM-CNC(A Hierarchical Architecture Multi-processor CNC)를 개발하고 PC-AT와 ISA 버스를 채용한 플랫폼을 이용하여 축 제어에는 DSP(Digital Signal Processor, TMS320C30)을 이용한 기판을 설계하고 있다. 이것을 사용해서 공작기계의 적응제어, 가공 중 공구결손 검출, 진동회피 기능을 동시에 실현하고자 하는 연구를 하고 있다[10].

으로 OAC 개발을 하고 있는데 비해 일본은 IROFA를 중심으로 OAC에 대한 각종 위원회와 분과위원회를 운영하고 있다. 그러나 1995년 9월에는 Toyota Koki와 일본 IBM을 비롯한 6개사 연합에 의해 새로운 PC-NC 규격안이 제창되었으며 10월에는 NEC 및 Fujitsu와 FANUC이 참가하고 있다.

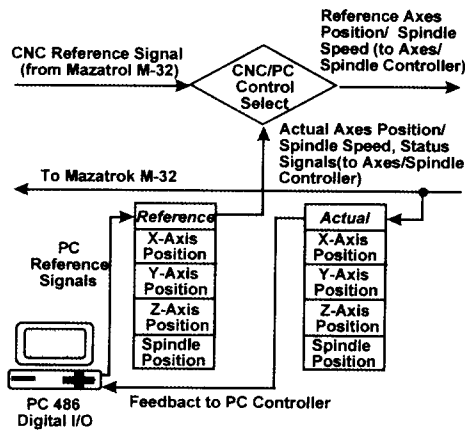
(1) OSEC (Open System Environment for Controller)

일본에서 가장 주목 받는 OAC에 관한 연구는 OSEC이다. OSEC은 1993년 10월 "차세대 생산기계 시스템"을 연구하기 위해 연구를 시작하여, 1994년 12월 "생산 시스템 환경의 개방화"를 추진한다는 목표로 "OSE 연구회"를 발족했다. 연구회에 참여한 기업으로는 東芝機械, 豊田工機, 日本 IBM, 三菱電機, 야마자키 마작(주), SML 등 6개사가 참가했다. 연구결과로서 1995년 9월 25일 제1단계로서 개방형 NC 구조[OSEC Draft 1.0]와 試作 시스템을 발표했으며, 1995년 12월 제2단계로서 실용 시스템이 되는 핵심 시스템의 개발에 착수하여 약 10개 회사와 단체가 새롭게 참가했으며, 이후 참가업체가 더욱 늘어 1997년 5월 현재 17개 업체와 1단체가 본 연구에 참가 하고 있다. 1996년 8월에는 제2단계 개방형 NC 구조[OSEC Draft 2.0]이 발표되고 동시에 실증 시스템이 공개되었다.

OSEC은 <그림 13>과 같이 크게 조작계, 기계계, CAD계 그리고 생산 네트워크계 등 4개의 관점에서 개방화를 추진하고 있다. 조작계에서는 기계의 표준 모델을 추진하고 있으며, 기계계에서는 제어 소프트웨어의 부품화와 인터페이스 표준화를 위한 OSEC API를 표준화 했다. CAD계에서는 형상정의에 대응한 가공법의 서술과 가공 노하우를 소프트웨어 부품화하기 위해 OSEL이라는 표준을 정했다[11].



(a) PC-based Controller Interface



(b) Detail of CNC Bus Interface

그림 11. PC를 베이스로한 CNC 인터페이스.

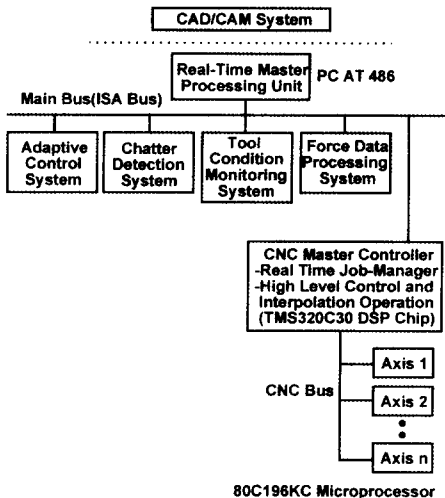


그림 12. HOAM-CNC의 하드웨어 구조.

4.3 일본

미국은 정부가 사업을 주도해서 시작해 민간과 공동

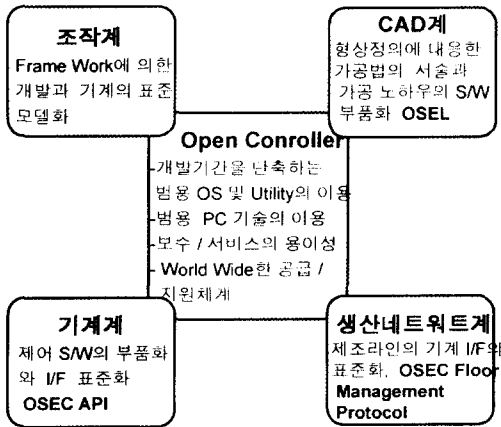


그림 13. OSEC 아키텍처를 규정하는 4가지 관점.

OSEC의 또 다른 장점은 <그림 14>와 같이 설계 데이터에서 가공까지 7개의 처리계층으로 정의해서 계층 간의 접속방법(프로토콜)을 정의 하고 있는 것이며, CAM Station은 AutoCAD 데이터보다 간결한 가공 데이터를 작성하며, 제1단계에서는 OA용 PC(Windows NT)와 NC 보드(MELDAS Magic)로 머시닝 센터(豊 III, PV4-IIA)를 제어하며, 제2단계에서는 Panel 컴퓨터로 서보모터를 제어 (FADL: Factory Automation Descript Language: 자동화 공장을 위한 기계記述언어) 하는 특징을 갖는다 (참고로 나중에 FADL은 OSEL로 대체되었다).

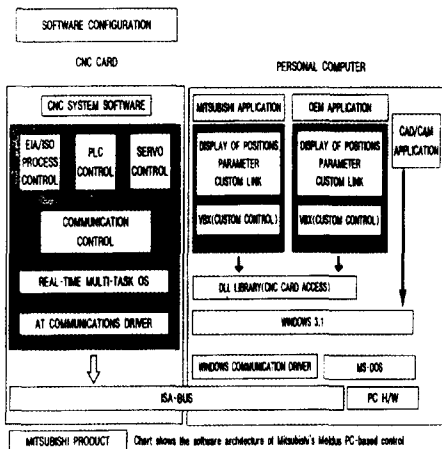


그림 14 . OSEC 시스템의 계층구조.

<그림 15>는 OSEC 연구회 회원인 三菱電機가 개발한 MELDAS 보드의 구조를 나타내고 있다. 三菱電機는 인터페이스 프로토콜을 이용하여 AutoCAD 시스템의 도면으로부터 OSEL Format의 NC 데이터를 생성하고 모니터링하는 CAM Station, PC 기반 CNC로 제어되는 수직형 머시닝센터, 패널 컴퓨터기반의 CNC에 의해 OSEL 인터프리터러 제어되는 SERCOS에 접속되는 3개의 서보 모터 등의 세가지 試作 시스템을 개발하였다(<그림 16> 참조).

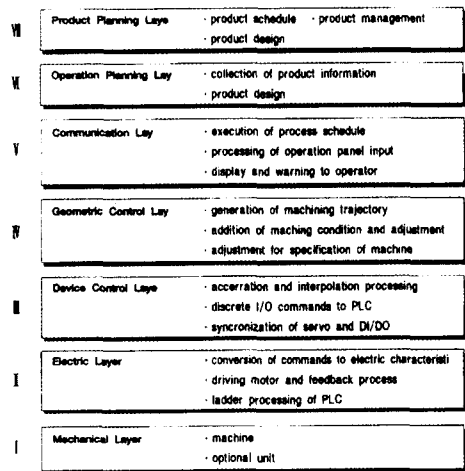


그림 15. 미쯔비시가 개발한 MELDAS 보드의 구조.

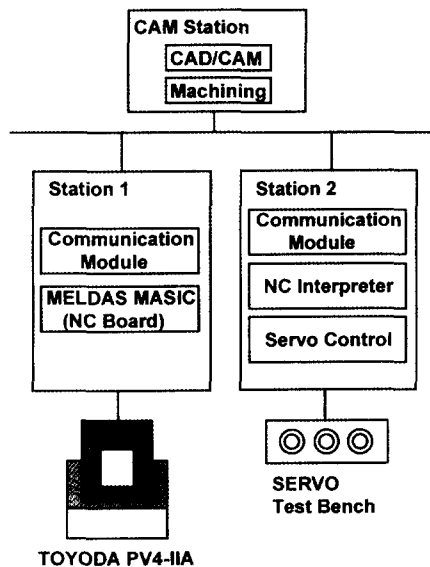


그림 16. OSEC I 실증 시스템.

(2) OSEC II

OSE 컨소시움은 Brother Industries, Fuji Electric, Fuji Machine MFG, Karatsu Engineering, Komatsu, Mitsubishi Electric, Niigata Engineering, Nippei Toyama, Toyoda Machine Works, Toshiba Machine, Tsugami, Sony Magnescale, Yasunaga, Yuasa Trade, 일본기계진흥협회의 기술연구소 등이 신규 참여하여 95년 12월에 시작되었다. 목표는 장기적으로 개방형 CNC 구조의 의 조사연구를 수행하고 해외와의 정보 교류를 통해 표준화를 추진하는것이다. 그리고 최근의 기술 소프트웨어와 하드웨어를 試作하고 개방형 구조를 검증하는 개발작업을 수행한다[12,13].

<그림 17>은 OSE 연구회 조직 및 기술 WG의 구성도를 나타낸 것이다. OSE 연구회 회원의 의무는 연구 개발에 참여하는 것이다. 이러한 조건에 만족하는 어느 누구도 참여 가능한 개방된 컨소시움이다. 그림에서 보듯이 기술 WG으로서는 MMI, OSEL, 기계제어, 기기 제어 WG을 운영하고 있다.

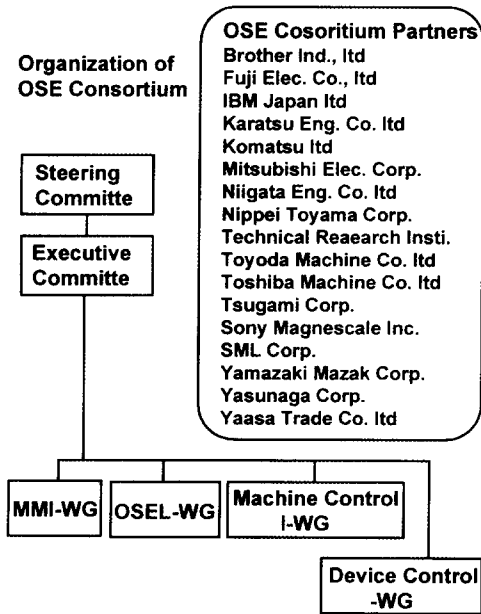


그림 17. OSE 연구회의 조직과 회원.

<그림 18>은 기능군(Group)의 접속 관계를 나타낸 것이다. OSE의 개방형 CNC의 구조는 MMI 기능군,

리소스 관리 기능군, 언어 프로세서 기능 군, 기계제어 기능군 그리고 기기제어(서보제어, PLC 입출력) 기능 군 등 5개의 기능군으로 나눈다. 특징으로는 기능군을 구성하는 각 기능을 모듈화하여 실장함으로써 공작기계의 재구성(Reconfiguration)이 가능하다.

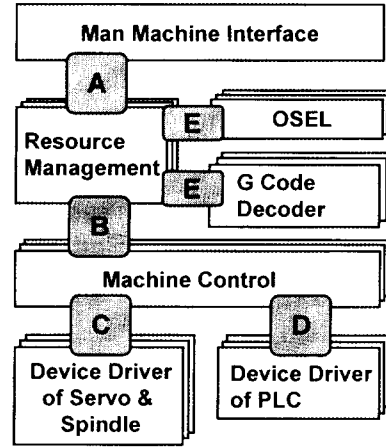


그림 18. 기능군간 인터페이스.

기능군간의 인터페이스를 좀더 자세하게 설명하면 다음과 같다.

- MMI

일본 IBM에서 제안한 Machine Framework를 기본으로, 객체지향의 GUI Tool(Visual Age)를 사용하여 조작반, 공구관리, 프로그램, 알람 등의 MMI 화면을 개발했다. <그림 19>에 MMI의 기본 개념이 되는 Machine Framework를 나타내었다.

- 공작기계의 자원 관리(Resource Management)

조작관넬, NC 프로그램·Tool·파라미터 등의 데이터 베이스, OSEL이나 G 코드 등의 언어 프로세서, 모션제어 소프트웨어, 서보모터, PLC, 주변 보조장치 등이 공작기계의 자원이다. 자원관리는 이러한 자원으로부터의 이벤트를 처리하고, 공작기계 시스템의 모드에 대응하여 공작기계를 관리하는 기능군이다. OSEC II 실장에서는 <그림 19>에 나타낸 바와 같이 Machine Framework의 내부에서 추상화된 CNC 보드(VNC Card)와 리소스 관리 서버 모듈을 공유 메모리로 결합

했다. 실증 시스템은 3개의 스테이션을 시작(試作)했고 MMI의 기본 모듈(Basic Module)은 일본 IBM가 개발했고, MMI-WG은 기본 모듈을 이용해 MMI 소프트웨어를 개발했다. 또한 개개 화면과 리소스 관리 모듈은 공작기계 메이커가 개발했다.

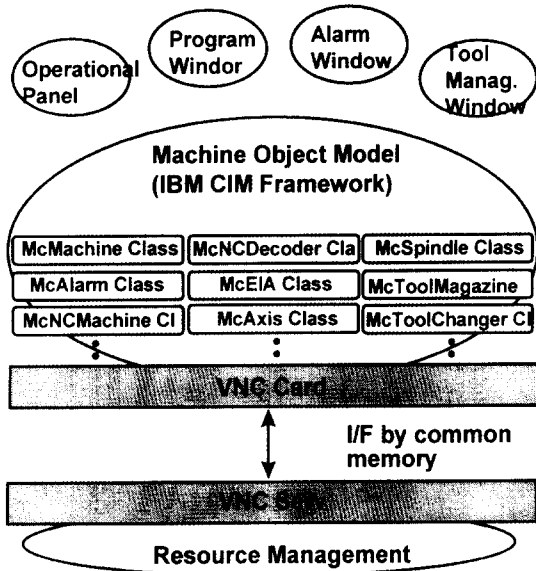
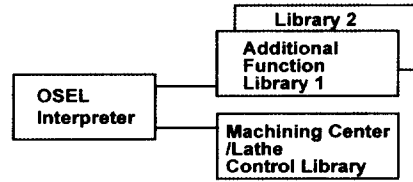


그림 19. MMI 기능군의 실장.

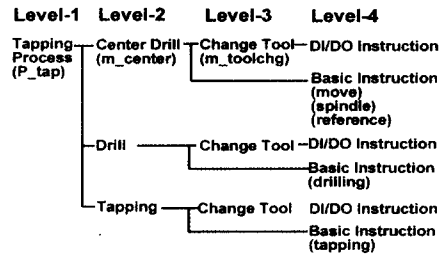
- OSEL

EIA 형식의 NC 언어는 간단히 기계를 조작할 수는 있어도, 메이커 독자적으로 마크로화 또는 코드화하는 경우, 호환성이 문제가 되었다. OSEL에서는 C 언어 형태의 고급언어로서 새로운 언어 OSEL의 개발을 시도하고 있다. 이 언어의 특징은 공구궤적이나 공구교환 등의 공작기계의 조작이 고급언어로서 기술(記述)이 가능하고, 구조화 프로그램에 의해 고도(High Level)의 가공 라이브러리를 간단히 개발할 수 있다. 이러한 방법을 이용하면 센서를 사용한 적응제어와 같은 기능 라이브러리의 제공이 가능하다. OSEL에서는 가공 Class를 객체지향을 도입하여 면가공이나 포켓가공 등과 같은 가공 프로세스 Class, Move·Line·Arc 등과 같은 CNC Class, 그리고 Axis Start나 Axis Move 등과 같은 기계제어 Class로 분류하고 있다.

제품정보의 포맷의 표준화를 위해, 제품모델과 STEP의 개발 및 Feature-based CAM 시스템의 개발도 시도되고 있다.



(a) Basic and additional Libraries of Machin Tools



(b) OSEL machining Class and an Example of Tap Planning

그림 20. OSEL의 개념.

- 기계제어(Machine Control)

기계제어를 위해서 OSEL 해석기(Interpreter) 뿐 아니라 기존 NC 프로그램과의 호환을 위해 G 코드 decoder도 포함하고 있다. 기계제어기가 OSEL로부터 가공명령을 받으면 보간처리, 가감속처리, 서보명령의 출력, PLC 입출력 등을 수행한다. 기계제어와 상위기능군과의 인터페이스 프로토콜로서는 기기제어, 모드제어, 축제어 등도 정의되어 있다.

- 기기제어(Device Control)

기기제어는 서보제어와 PLC I/O 제어를 수행한다. 서보 앰프와 모터간에는 SERCOS(SERial real time COMMunication System) 표준을 그리고 PLC 프로그램은 IEC1131-3 표준을 채용하고 있다. 기기 메이커가 이들 표준을 채용한 제품과 기기 구동기(Device Driver)를 전문업체에서 공급받아 자신의 CNC 장비에 손쉽게 Embedding 할 수 있도록 기기 구동기의 인터페이스를 정의하고 있다. 서보제어 및 PLC에 대해 다양한 벤더가 참여할 수 있는 환경이 조성되도록 기본 기능을 만족하면서 이들 메이커의 특수기능을 손쉽게 수용하여 시스템을 구성할 수 있도록 기술사양을 정의하고 있다.

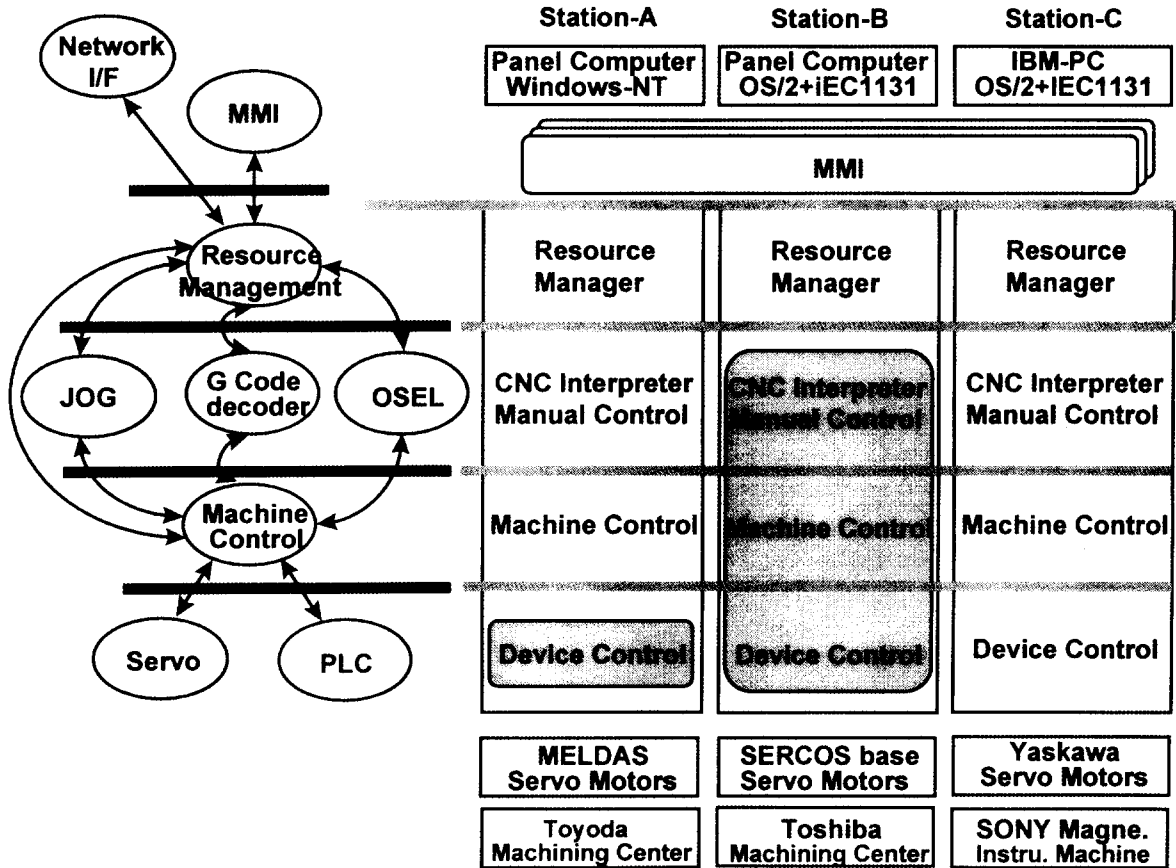


그림 21. 실증 시스템과 그 기능군의 실장 방법.

그림 21>은 3가지 실장 시스템을 서로 비교하고 있다. 스테이션 A, B, C를 설명하는 큰 블록은 CNC를 나타내고, 진하게 표시된 수평선은 스테이션간 공통 프로토콜을 사용한 기능그룹을 표시한다. 음영 표시된 블록은 추가의 NC 보드로 구현 되었음을 나타낸다. Station A는 기기제어 기능군을 NC 보드 구현하고 다른 기능군은 PC 기반의 SW로 구현하였다. Station B는 PC NC이며 모니터링을 위해 SW로 구현된 PLC(IEC1131-3 준거의 IsaGraph)를 채용하고 있다. 서보 드라이브는 SERCOS 사양을 따르고 있다. Station C는 완전히 SW로 구현한 CNC로서 시퀀스제어에도 SW PLC를 사용하고 있다.

결론적으로 개방형 CNC 아키텍처와 기능군간의 공통의 프로토콜을 사용함으로써 OSEL 및 G 코드 Decoder 정보교환이 가능하고 MMI 소프트웨어를

공유하고 MELDAS, Indramat, Yasukawa 등의 다양한 서보 드라이브 메이커와 PLC 메이커를 위한 사업환경을 조성할 수 있다. 멀티 OS, 멀티 플랫폼에 적용할 수 있도록 개발하고 원격 감시 및 제어를 위해 WWW나 JAVA를 이용하는 방안도 검토되고 있다.

5. 결론

기계가공을 중심으로하는 생산시스템의 환경변화, 가공기술의 고속화, 고정밀화, 가공형상의 복잡화가 추구되면서, 새로이 필요성이 대두되는 개방형 CNC에 대한 연구동향을 살펴 보았다. 이상에서 살펴 보았듯이 개방화의 추진 및 구현은 여러가지 방안이 있을 수 있다. 개방화 방향 및 내용을 개방화 필요성과 대응해서 정리하면 다음과 같다.

(1) 네트워크 인터페이스의 표준화

CNC의 상위부 및 하위부와 효과적인 통신을 위해 네트워크 표준화를 시도하는 것이다. 상위부와의 커뮤니케이션에 관해서 최근에는 Ethernet과 TCP/IP가 널리 이용되고 있으며 응용계층 서비스 및 메시지 규약으로 MMS(Manufacturing Message Specification) 등을 검토해볼 수 있다. 센서 및 시퀀스 제어용 I/O를 위해서는 최근 표준화되고 있는 필드버스를 채택하고, 서보계에 대해서는 SERCOS 등으로 대표되는 표준화된 서보 버스 채용을 통해 접속장치, 모터등 서보기구의 자유로운 선택이 가능하게 되어 사용자의 선택 폭이 넓어 질 것이다.

(2) 외부데이터의 표준화

CAD/CAM 시스템, 상위레벨 제어장치, 동일레벨 제어장치 등과의 사이에서 데이터나 NC 프로그램을 CNC 기종에 의존하지 않고 자유롭게 교환할 수 있게 하려면, 그것을 위한 데이터 모델과 언어수단의 표준화가 필요하다. 이것은 시스템 통합화를 위해 필수적인 과제이며, STEP, MMS 등의 표준의 채택을 검토할 필요가 있다. 이 분야에는, 이미 ISO/TC184/WG7의 검토가 이루어 지고 있다.

(3) 플랫폼의 표준화

제어장치에 대해서, 자유롭게 기능을 편성하게 하려면, 그 전제로서 하드웨어와 OS의 표준화가 필요하며 편성 기능에 따라 다른 방안이 있을 수 있다. 예를 들면, 휴먼 인터페이스, CAM 기능, 데이터베이스 기능 등은 실시간성이 강한 제어부와 분리해서 별도의 플랫폼으로 구현할 수 있다. 최근 발표된 소위 PC NC는 거의 이 형태를 취하고 있고, 대부분은 하드웨어로서 IBM 호환기종 그리고 OS로서는 Windows를 채용하고 있다. 한편, 제어부 기능을 자유롭게 재편성 되게 하려면 기계 제어에 관련된 기능을 각각의 소프트웨어 모듈로서, 그들을 자유롭게 편성할 필요가 있다. 이 경우, 필요한 실시간성을 확보할 수 있는 하드웨어와 실시간

OS 채용이 요구된다. 현재 이 형식의 개방형 NC 장치는 아직 연구개발 단계에 있다고 할 수 있다.

(4) 소프트웨어의 모듈화와 API의 표준화

(3)의 전반에서 서술한 것과 같이, 제어부를 포함한 자유로운 기능 편성을 가능하게 하려면, 플랫폼의 표준화와 더불어, 소프트웨어 모듈의 정의와 API 표준화가 필요하다. 이 분야에는 OSACA 프로젝트가 가장 선도적이다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 개방화 연구라는 것은 그 자체가 특정 제품을 구체적으로 개발하는 것이 아니라, 그 가능성 제공에 있음을 유의할 필요가 있다. 개방화 기술은 향후 새로운 기술장벽으로 작용할 수도 있으므로 우리나라도 관련 분야의 연구를 조직화하여 선진제국의 개방화 연구와 협력, 교류할 필요가 높아지고 있다. 참고로 일본의 OSEC II 프로젝트는 해외 연구기관 및 기업이 참여할 수 있도록 개방되어 있다고 한다.

참고문헌

- [1] Noker, P. M., "CNC's FAST MOVES," Manufacturing Engineering, 1995. 5
- [2] Owen, J. V., "Open Up Control Architecture", Manufacturing Engineering, 1995. 11
- [3] 高田祥三, "FA制御装置의 오픈화," 精密工學會誌, Vol. 63, No. 5, pp. 621-624, 1997
- [4] Takata, S., "Open Architecture Controller," OAC 세미나 자료, 한국기계연구원, 1997. 4
- [5] "生産시스템 오픈화 포럼 GO!," 第1會 OSACA Project Symposium Report, 1996. 1
- [6] 武藤一夫, "NC오픈화의 最近動向," 機械技術, pp. 18-29, 1997. 3
- [7] Noker, P. M., "The PC'S CNC Transformation," Manufacturing Engineering, 1995. 8
- [8] Wright, P. K., "Principles of Open-Architecture Manufacturing," J. of Manufacturing Systems,

- [9] Rober, S. J. and Shin, Y. C., "Modeling and Control of CNC Machines using a PC-Based Open Architecture Controller," *Mechatronics* Vol.9, No.4, 1995
- [10] Altintas, Y. and Munasinghe, W. K., "A Hierarchical Open-Architecture CNC System for Machin Tools," *Annals of the CIRP*, Vol.43/1, pp.349-354, 1994
- [11] "OSEC-I 報告書," OSE研究會編, 1995. 9
- [12] Fujita, S. and Yoshida, T., "OSE: Open System Enviroment for Controller - Development of an Open Architecture CNC with OSEC Specification-", 7th IMEC, pp. 234-244, 1996
- [13] "OSEC-II 報告書," OSE研究會編, 1996. 10

이태억

1980년 서울대학교 산업공학과 졸업 (공학사)
 1982년 한국과학기술원 산업공학과 졸업 (공학석사)
 1986년 대우조선 MIS부 과장
 1991년 Ohio State Univ. 산업 및 시스템공학과 졸업 (OR 및 시스템공학박사)
 1991년 ~ 현재 한국과학기술원 산업공학과 부교수
 주관심분야는 제조 시스템 모델링 및 제어, 자동화 통신, 스케줄링 및 시뮬레이션
 (305-701) 대전시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 산업공학과
 Tel. (042) 869-3162

- 담당 편집위원:

이태억 교수 (KAIST 산업공학과)-

저자소개

김선호

1984년 부산대학교 기계공학과 졸업(공학사)
 1986년 부산대학교 대학원 정밀기계공학과(공학석사)
 1997년 부산대학교 대학원 정밀기계공학과(공학박사)
 1989년- 현재 한국기계연구원 자동화연구부
 선임연구원
 주관심분야는 생산 시스템의 상태감시 및 진단, 개방형
 가공 시스템을 통한 시스템 성능향상
 (305-600) 대전시 유성구 장동 171, 한국기계연구원 자동화연구부
 Tel. (042)868-7146

박경택

1977년 부산대학교 기계공학과 졸업(공학사)
 1981년 부산대학교 대학원 기계공학과(공학석사)
 1989년 U. Of Cincinnati 정밀기계공학과(공학박사)
 1990년- 현재 한국기계연구원 자동화연구부
 선임연구원
 주관심분야는 로봇틱스 및 비전 시스템, 공장자동화,
 컨테이너 터미널 자동화
 (305-600) 대전시 유성구 장동 171, 한국기계연구원 자동화연구부
 Tel. (042) 868-7131