

# 생산장비 객체화와 개방형 가공 셀 구축 연구( I ) -생산장비 객체화-

김선호\* , 김동훈\* , 박경택\*

## Open Manufacturing System Using MMS Service and Object Oriented Manufacturing Devices(1st Report)

SunHo Kim\*, Dong Hoon Kim\*, KyoungTaik Park\*

### ABSTRACT

The background of appearing MMS is to cope with the difficulty that occurred in constructing CIM with multi-vendor production devices such as CNC, PLC and robot. But so far the popularized use of MMS service in machine shop is not generalized because of economical and environmental reason. In this paper to solve this problem the CNC\_VMD gateway for 3 types of heterogeneous machine tools in which MMS support is not available is developed and its performance is evaluated in shop floor having CIM environment. The developed VMD has the functions such as MMS service, driver for CNC interface and supporting for network. Non-MMS compatible machine tool can be MMS-compatible by using the developed gateway with CNC\_VMD.

**Key Words** : CIM(컴퓨터 통합생산), VMD(가상제조장치), MMS(생산 메시지 규약), Object Oriented Machine Tool(공작기계 객체화), OAC(개방형 CNC)

### 1. 서론

시대별 제조업의 환경은 60년대의 더 많이, 70년대의 더 싸게, 80년대의 더 좋게, 그리고 90년대의 더 빠리라는 생산체제에 적응하기 위해 다양한 생산자동화 시스템이 개발되어 왔다. 그러나 최근에는 소품종다량생산 또는 다품종소량생산으로 특징 지을 수 없는 변종변량이라는 새로운 생산체제가 등장함에 따라 새로운 기술로서 동시공학

(Concurrent Engineering), Agile Manufacturing 개념이 등장하고, 생산체제는 CIM(Computer Integrated Manufacturing)화가 강력히 요구되고 있다. 이러한 시대적 요구에 따라, 제조업체들은 CIM을 구축하면서 서로 다른 생산기기 즉, 이기종 시스템간의 연결시 많은 비용과 기술이 필요하다는 것을 알게 되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 통합이 쉽고, 비용과 시간이 절약되는 공통의 통신 규약이 필요하게 되었다. 이러한 필요에 의해 등장

\* 한국기계연구원 자동화연구부(Automation Eng. Dept., KIMM)

한 표준이 MMS(Manufacturing Message Specification : ISO/IEC 9506)이다. 1980년 GM(General Motors)이 자신들의 공장에 적용하기 위해 통신 프로토콜을 표준화하여 공통된 통신 사양을 제시했는데, 이때 OSI(Open System Interconnection) 참조 모델의 7개층에 기초하여 표준화 개념을 도입했다. 이것이 MAP(Manufacturing Automation Protocol)으로 발표되었고 MAP 3.0의 응용 프로그램으로 정의된 것이 MMS이다.<sup>(1,2,3)</sup>

이러한 국제적인 표준제정에도 불구하고 FMS(Flexible Manufacturing System)나 CIM 등을 구축할 때 MMS가 보편적인 방법으로 사용되지 못하고 있는 실정이다. 그 이유로서는 첫째, MMS를 구성하는 프로토콜이 어렵고, MMS 지원상품이 비싸다는 점과, 둘째, 현재 운영중인 생산장비의 대다수가 MMS를 지원하지 않는다는 점이다.<sup>(4)</sup>

MMS를 이용한 최근의 연구는 프로토콜 자체를 Ethernet상에서 구현하다가 현재는 대중성을 고려하여 Internet망의 TCP/IP(Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) 프로토콜 상에 구현하려는 연구와 CNC(Computer Numerical Control), PLC(Programmable Logic Controller) 등의 내부 기능에 실장 하려는 연구로 이루어 지고 있다. 또한, MMS가 Time-Based 정보교환을 지원하지 않는 단점을 극복하기 위한 연구도 이루어지고 있다.<sup>(4,5,6,7)</sup> 그러나 MMS 서비스를 TCP/IP로 매핑하는 방안에 대해서는 2가지 방법이 논의되고 있으나 아직까지 표준은 제정되어 있지 않다.

따라서 MMS가 갖는 상호운용성, 이식성과 같은 특성이 고려된 CIM 환경을 구축하기 위해서는, TCP/IP와 같은 대중성과 경제성이 고려된 MMS 서비스의 개발과 더불어, 기존장비를 객체화하여 MMS 표준을 이용할 수 있는 게이트웨이(Gateway)와 같은 중간기술에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 CIM 환경에서 MMS 서비스를 이용한 가공 Cell Controller를 구축하고자 했다. MMS를 구성하기 위한 통신비용 문제를 해결하기 위해서 대중성과 경제성을 가진 TCP/IP를 적용하였으며,<sup>(8,9,10)</sup> 생산장비를 MMS와의 호환성을 부여하고 객체화시키기 위해서 3가지의 동작기계 환경을 상정한 CNC\_VMD(Virtual Manufacturing Device) 실장 게이트웨이를 개발했다. 여기서

VMD는 서버로서 동작 하는 자동화 기기가 클라이언트로 동작하는 기기에서 보여지는 기능성에 대한 가상의 모형이다.<sup>(1,2,3)</sup> 이러한 결과는 CIM 환경이 고려된 Model Plant에서 다수의 동작기계로 이루어진 Cell Controller에 적용하고 성능을 평가했다. 평가 결과, MMS는 상호운용성, 이식성, 데이터 Access 측면에서 많은 장점을 가지고 있음이 확인되었다.

## 2. CIM 참조모델과 MMS

CIM의 아키텍처에 관한 기본적인 개념을 그림 1에 나타내었다. 5개의 층으로 구성된 모델의 최하층에는 실제 생산기계 및 설비가 있다. 제0층의 바로 위에는 Controller와 장비의 레벨로서 CNC, Robot, PLC, AGV 등이 여기에 위치한다. 이 층은 실시간 제어 및 빠른 응답성을 필요로 하게 된다. 제2층은 Cell 영역인데 아래층인 제1층의 Controller 및 장비를 관리 또는 제어한다. 이 층은 전형적으로 컴퓨터가 관리를 하게 된다. 제3층은 공장 전체를 운용하는 레벨이다. 즉, 생산관리, 스케줄링, 보수 및 품질관리 등이 이 층에 위치한다. 최상위층인 제4층은 기업 레벨로서 재무계획, 설비계획 등 광범위한 활동 등을 포함한다.

5개층 중 2층에 속하는 셀 레벨에서는 CNC 동작기계가 가장 중요한 역할을 하게 된다. 최근에는 CIM 환경에 적합한 Controller가 개발되고 있으나 아직 충분치는 못한 실정이다.<sup>(11)</sup>

CIM 성능을 향상시키기 위한 방법으로서는 단위

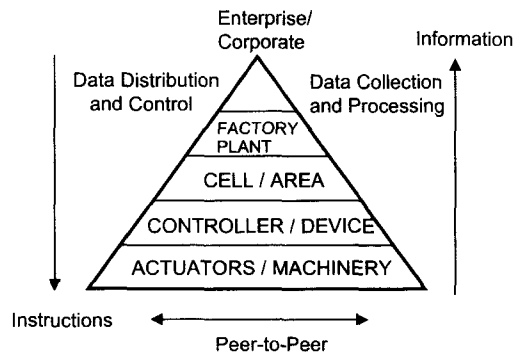


Fig. 1 CIM reference model

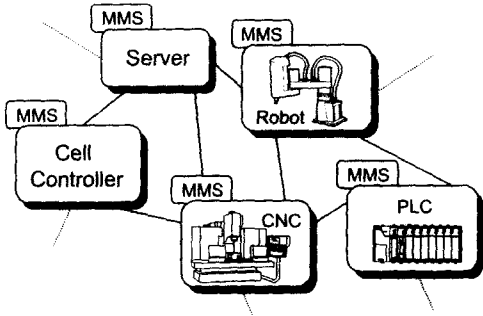


Fig. 2 Manufacturing system model using MMS

기기의 자동화와 더불어 표준화된 통신규약을 이용함으로써 시스템간에 상호접속을 통해 각 계층간에 정보화를 이룰 필요가 있다. 각 계층간 네트워크 방법으로는 MAP, Mini-MAP, Ethernet 등이 가능하나, MAP의 경우에는 많은 문제점이 노출되어 더 이상 발전하지 못하고 있는 실정이다. 또한, 0층과 1층과의 네트워크는 Fieldbus가 보편화되고 있는 실정이다.

MMS는 1층과 2층의 정보교환에 대한 표준으로 정의가 가능하며, 이러한 방법의 하나로서 등장한 것이 MMS이다. 1층과 2층간의 인터페이스에 개방형 표준체계를 적용했을 때의 생산 시스템의 모형을 그림 2에 나타내었다. 2층은 실시간 제어를 요구하지 않기 때문에 TCP/IP에 의한 네트워크 구축도 효율적이라 할 수 있다.

### 3. MMS 환경

MMS는 CIM 환경에서 프로그램 가능한 장치간의 메시지를 주고 받는 것을 지원하기 위해, 설계된 OSI 모델 제7층(응용 프로그램층)에서의 응용 서비스 규격이다. 즉, MMS란 공장구내를 둘러싸고 있는 통신망에 있어서 Host와 접속된 제어 대상 또는 생산장비간에 통신을 유기적으로 실시하기 위해 서비스 및 프로토콜을 규정한 것이다. MMS 표준은 공통사항 2개와 장비에 대한 표준 4개로 구성되어 있다. MMS에서 제어대상 및 생산장비는 CNC, Robot, 그리고 PLC를 말한다. 이에 대한 개념을 그림 3에 나타내었다. 그림에서 클라이언트는 MMS 특성 서비스를 이용하여 VMD를

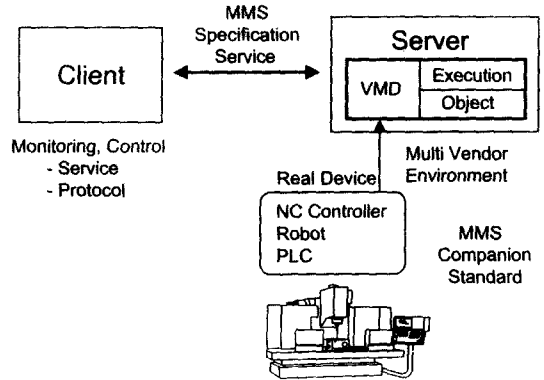


Fig. 3 MMS companion standard

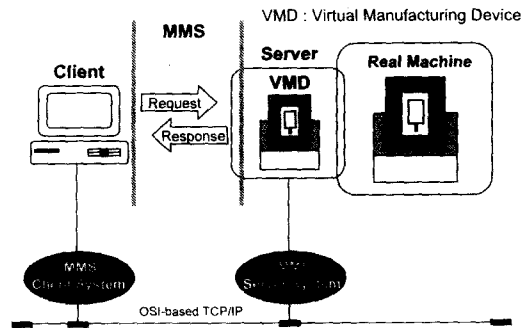


Fig. 4 Concept of VMD for CNC

이용하는 시스템이며, 서버는 VMD를 실장하여 응용하는 시스템이다. 또한 VMD는 제어, 모니터링에 필요한 기능과 객체를 추상화하여 가지고 있는 가상제조장치이다. MMS 동반표준(Companion Standard)중 NC 장치에 대한 MMS-CS의 역할은 다음과 같다.<sup>(1,2)</sup>

- 1) NC 장치의 응용을 위한, 생산 메시지의 통신 서비스에 대한 정의,
- 2) 응용기능으로 NC 모델을 정의하고, 이러한 기능과 VMD와의 연결에 대한 정의,
- 3) NC의 특성객체에 대한 표준명칭 제공,
- 4) NC 응용 모델 및 계층(Class)에 대한 정의

MMS를 CNC에 한정하여 구체적으로 나타낸 개념이 그림 4이다. MMS 환경은 MMS Client 시스

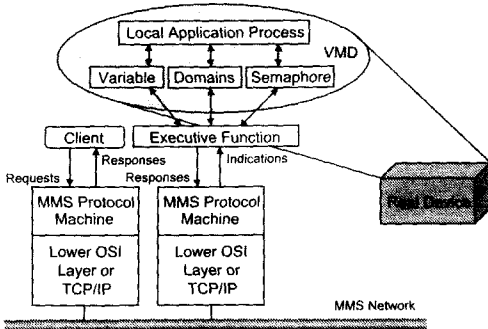


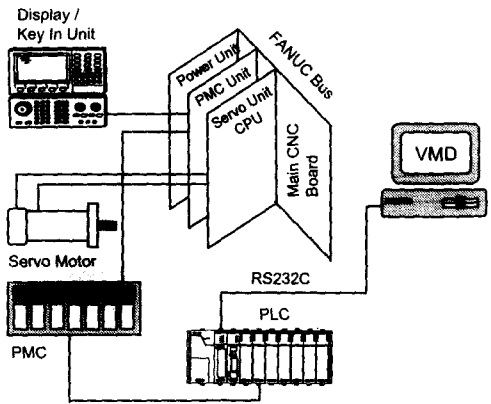
Fig. 5 Interface concept between VMD and real device

템, MMS 서비스, VMD를 포함하는 Server 그리고 MMS Server 시스템으로 구성된다. 여기서 가장 중요한 요소는 MMS Server 시스템으로서, 이는 MMS 환경에서 실제장비의 특성을 표현한다. 일반적으로 MMS Server 시스템에서 실제장비의 자원이나 역량은 VMD로서 모델링 된다. 만일 실제장비가 MMS-Compatible 생산장비라면 공작기계 제조업체가 실제장비와 더불어 Server를 사용자에게 공급하게 된다. 그러나 실제장비가 Non-MMS-Compatible 장비인 경우, CIM 환경에서 MMS 서비스를 제공하려면 CNC\_VMD 역할을 하는 인터페이스가 필요하다. 본 연구에서는 대상으로 하는 Non-MMS-Compatible 생산장비를 객체화 하기 위해 MMS 게이트웨이(Gateway)를 개발했다. 개발된 MMS 게이트웨이는 MMS 프로토콜과 제조업체별로 독자 체계를 갖는 실제장비의 프로토콜 사이의 기능 전환기능, 그리고 VMD와 실제장비간의 매핑 기능을 가진다.

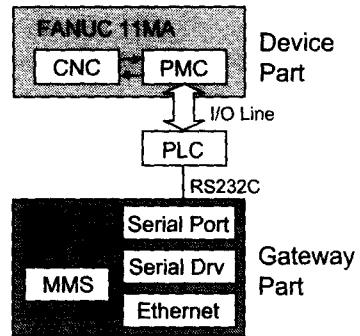
여기서 Server 응용 프로그램은 MMS-Interface에 기초를 두고 개발되었다. 또한, OSI 네트워크에 기본을 둔 OSI 서비스 기능을 갖는다.

#### 4. VMD 게이트웨이를 이용한 공작기계 객체화

VMD를 구성하기 위한 물리적 개략도를 그림 5에 나타내었다. VMD는 MMS 서버 내에 존재하며, 실제장비와 결합된 일련의 자원과 기능들에



(a) System configuration



(b) Gateway configuration



(c) System installation

Fig. 6 Gateway for general CNC using I/O access

대하여 감시와 제어가 가능하도록 한다. 그리고 이러한 기능에 대해 객체화 정보로 처리될 수 있도록 구성한다. VMD의 주요 요소로는 상태정보 관리에 주로 사용되는 변수(Variable), NC 또는 Robot의 프로그램 관리에 주로 사용되는 영역

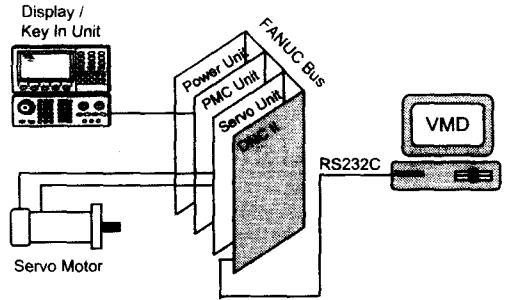
(Domain) 그리고 태스크간의 우선권을 관리하는 세마포어(Semaphore)로 구성된다. VMD에서는 실제장비의 상태를 항상 기억하고 있다가 클라이언트에서 이에 대한 요청이 있게 되면 응답을 해 주게 된다. 또한, 그 반대의 경우로 클라이언트에서 실제기계에 대한 제어 요청이 있는 경우 기계를 제어하는 역할을 한다.

#### 4.1 범용통신 매체를 이용한 게이트웨이 구성

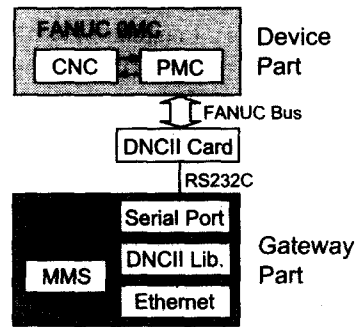
일반적으로 CNC 공작기계는 형상 가공시 각 축의 이동량 계산을 담당하는 CNC, 외부와의 입출력을 담당하는 PMC(Programmable Machine Controller) 그리고 모터와 같은 액추에이터로 구성된다. 이러한 형태를 갖는 CNC의 경우 PMC를 적절히 제어하게 되면, 공작기계의 제어와 상태 모니터링이 가능하다.<sup>(12)</sup> 그림 6은 PMC와 범용 통신 기능을 갖는 PLC와의 직접연결에 의해 게이트웨이를 구성한 예이다. 그림에서 PMC는 공작기계를 구동하거나 가동하기 위한 용도로 사용되며 PLC는 RS232C 또는 RS485 통신이 가능한 PLC를 사용했다. 게이트웨이는 MMS 서비스 모듈, 네트워크 서비스 모듈 그리고 PLC를 제어하고 통신하기 위한 직렬통신 구동기로 구성된다. PLC를 통한 공작기계 제어 및 공정상태 모니터링은 해당되는 PMC 접점과 PLC 접점을 1:1로 연결하고 PLC의 접점제어는 PLC의 래지스터 제어를 이용했다.<sup>(12)</sup> 본 연구에서는 삼성항공에서 제작된 SPC 300 모델의 PLC가 사용되었다. 이러한 방법은 공작기계 메이커에 관계없이 대부분의 CNC에 적용이 가능한 장점을 갖는다.

#### 4.2 전용 통신 보드를 이용한 게이트웨이 구성

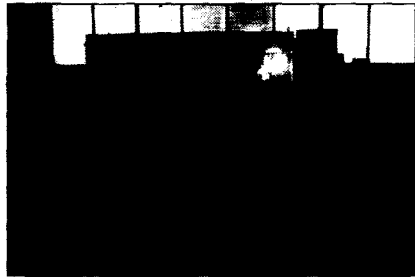
Non-MMS-Copatile 장비를 객체화하여 MMS 서비스를 제공하기 위해 전용통신 보드를 이용했다. 이 방법은 특정의 CNC 즉, FANUC 0 시리즈 모델 또는 15 시리즈 모델 이상 기종에만 적용 가능한 제한성을 갖는다. 그러나 FANUC 컨트롤러가 세계시장의 70%를 점유한다는 실정을 감안하면 현실성이 있다고 할 수 있다. 사용된 전용통신



(a) System configuration



(b) Gateway configuration



(c) System installation

Fig. 7 Gateway for FANUC CNC using DNCII communication board

보드는 FANUC의 DNCII 보드를 사용했다. FANUC 컨트롤러와는 FANUC Bus와 직접 연결되며 게이트웨이와는 19,600bps의 속도로 RS232C로 연결된다. 그림 7은 이러한 방법에 의해 게이트웨이를 구성한 예이다. 게이트웨이는 MMS 서비스 모듈, 네트워크 서비스 모듈 그리고 DNCII 보드

를 구동하기 위한 구동기로 구성된다. DNCII를 이용해 복수로 VMD를 구성하는 경우, 최대 8대 까지 접속이 가능하다.

### 4.3 개방형 CNC를 이용한 게이트웨이 구성

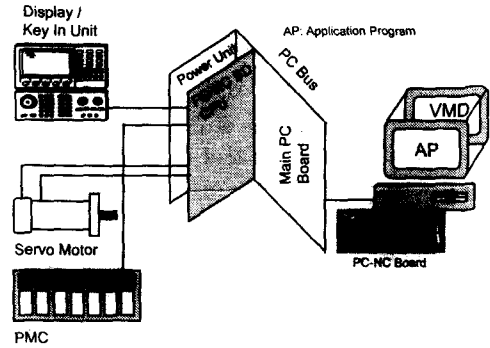
공작기계를 객체화시키기 위한 방법으로 최근, 가장 주목받고 있는 개방형 CNC를 이용해 공작기계를 제작하고, 이를 운용하기 위한 응용 프로그램과 병렬로 게이트웨이를 만들었다. 그림 8에 구성도를 나타내었다. 공작기계를 구동하기 위한 OAC(Open Architecture Controller)(PMAC, Delta Tau사) 보드는 PC Bus에 설치된다. 공작기계를 구동하기 위한 PMAC 보드와 MMS 운용을 위한 데이터 수집 및 처리는 Dual Port RAM을 이용해 실시간 처리가 가능했다. 게이트웨이는 MMS 서비스 모듈, 네트워크 서비스 모듈 그리고 PMAC을 구동하기 위한 통신 구동기로 구성된다.

### 4.4 게이트웨이 운영 실험

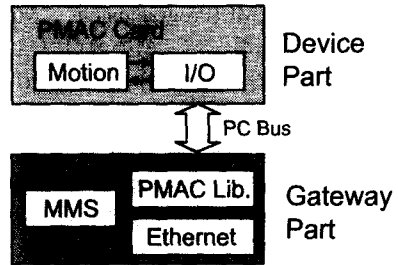
실제장비와 VMD의 대한 매핑으로 게이트웨이에서 공작기계의 제어와 모니터링이 가능한 내용

Table 1. Control and monitoring contents using CNC\_VMD

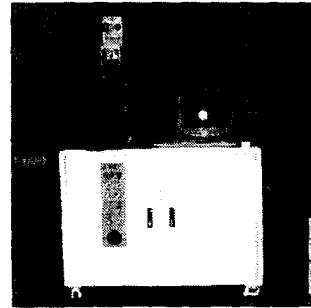
구분	동작/제어/모니터링
동작 제어	프로그램 Up/Down Load
	Program Search
	Cycle Start
	Reset / Stop
	비상정지/ 비상해제
	Offset량 Request
모니터링	현재 좌표계 Request
	Cycle Start 신호
	자동운전중 신호
	비상정지신호/비상해제신호
	Reset 신호
	Machine Ready 신호
	Servo Ready 신호
Servo Alarm	
프로그램 종료 신호	



(a) System configuration



(b) Gateway configuration



(c) System installation

Fig. 8 Gateway for OAC

을 표 1에 나타내었다. 구축된 CNC\_VMD를 이용해 표 1에 나타낸 정보교환 실험을 수행했다. 실험결과 제어 및 모니터링 정보의 교환은 약 0.3초 이내에 이루어지고 있음을 확인했다. VMD를 이용한 프로그램 운용 예를 그림 9에 나타 내었다.

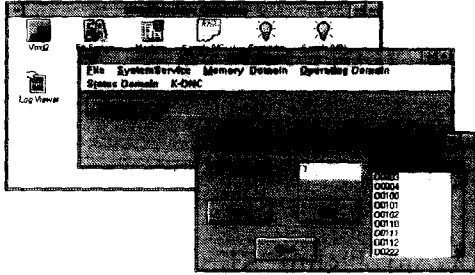


Fig. 9 VMD operation

### 5. 결 론

MMS가 등장한 배경은 Shop Floor에 설치되는 CNC, PLC, Robot 등의 생산장비가 Multi Vendor 제품에 의해 구성되는 관계로 CIM을 구축하는데 많은 어려움 있어, 이를 해결하고자 하는데 있었다. 그러나 아직까지는 경제적, 환경적 이유 등으로 이러한 기술의 보급이 보편화되고 있지 않은 실정이다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 CIM 환경하에 있는 CNC 동작기계를 MMS와의 호환성을 부여하고, 객체화시키기 위해, CNC\_VMD 실장 게이트웨이를 개발하고, 그 성능을 평가했다.

게이트웨이의 개발은 현재 사용중인 CNC를 3가지로 분류하고 이에 적합하게 개발했다. 일반적으로 CNC에 PLC 기능을 가지는 컨트롤러인 경우에는 범용통신 매체를 이용하여 VMD를 구성했다. 현재 시장 점유율이 가장 높은 FANUC 기종의 경우에는 전용통신 보드를 이용해 VMD를 구성하고, 본 연구를 위해 특별히 개발된 개방형 CNC의 경우에는 PC 내부에 별도로 소프트웨어적으로 구성했다. 개발된 VMD는 각각 MMS 서비스 기능, CNC 인터페이스를 위한 드라이버 그리고 네트워크 지원 기능을 갖는다. 개발된 CNC\_VMD 실장 게이트웨이는, MMS 서비스를 이용해 시스템을 구성할 때, 동작기계의 객체화가 가능하며 Non-MMS-Compatible 생산장비와 MMS-Compatible 생산장비의 혼용을 통해 효율적인 CIM 구축이 가능할 것이다.

### 참고문헌

1. 권옥현, MMS의 이해와 응용 프로그래밍, 서울대 제어계측 신기술 연구센터, 1997.
2. ISO/IEC 9506-4, Manufacturing Message Specification-Part 4, 1992.12.15
3. Ralph Mackiewicz, "An Overview to the Manufacturing Message Specification," 1994.
4. Cheah, RSS, "Design and Implementation of an MMS Environment on ISODE," Computer Communications, Vol. 20, No.15, pp.1354-1364, 1997.
5. George L., "Toward Intelligent and Open Control of Manufacturing System," Proceedings of IFAC, pp.133-137, 1995.
6. Quansheng WU., "Distributed Multimedia Modeling in a MMS Context," Proceedings of IFAC, pp.79-84, 1995.
7. MMS-EASE Reference Manual Revision 10, SISCO Inc, 1996.
8. 박홍성, 최명환, 김용석, 이철민, 강영진, "로봇용 가상 생산기기 구현," pp.13-17, 제6회 G7 첨단 생산시스템 Workshop, 1998.
9. 강성귀 외, "MMS on TCP/IP를 이용한 시범 플랜트 구축," pp.688-691, Proceedings of 13th KACC, 1998.
10. 이호길, 한만철, 박홍성, 김선호외, "표준 네트워크 실장 및 응용기술 개발-2차년도 연차 보고서," 통상산업부, 과학기술처, 1998.
11. 김선호, 박경택, 이태억, "개방형 구조를 갖는 CNC의 연구 동향," 제어 · 자동화 · 시스템공학회지, 제3권 제5호, pp.17-30, 1997.
12. 김선호 외, "DNC 시스템 개발," 한국정밀공학회지, 제12권 제12호, pp.19-29, 1995.