

# VMD(Virtual Manufacturing Device)를 이용한 공작기계 객체화

## Object Oriented Machine Tool Using Virtual Manufacturing Device

김선호, 박경택(한국기계연구원 자동화연구부)

SunHo KIM, Kyung Taik Park(Automation Eng. Dept., KIMM)

### ABSTRACT

CIM realization for the machinery manufacturing plant has several problems such as a lack of the adaptivity for system integration of the production machines, a lack of the flexibility for the information flow and a lack of the interchangeability for the variety of the interchange information. In this paper the development of VMD for the object oriented machine tool in CIM enviroment is accomplished. For this purpose VMD is constructed in PC with NT 3.51/OS enviroment by using the exculsive comunication board and PLC for the conventional CNC machine tool that VMD support is not available. And also RS232 interface between VMD and CNC's and DNC II communication board supplied by FANUC for two types of CNC are used. This developed VMD is very useful for CIM construction in the shop floor having the multi-vendor CNC controllers.

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

### 1. 서 론

시대별 제조업의 환경은 60년대의 더 많이, 70년대의 더 싸게, 80년대의 더 좋게, 그리고 90년대의 더 빨리라는 생산체제에 적응하기 위해 다양한 생산자동화 시스템이 개발되어 왔다. 그러나 최근에는 소품종다량생산 또는 다품종소량생산으로 특징 지을 수 없는 변종변량이라는 새로운 생산체제가 등장하면서 새로운 기술로서 동시공학(Concurrent Engineering), Agile Manufacturing 개념이 등장하고 생산체제는 CIM화가 강력히 요구되고 있다. 이러한 현상은 생산자동화에 대한 관심이 종전에는 특정 장치나 물류의 이동 등에 관심이 있었으나 최근에는 CIM의 아키텍처, CIM 통합화 그리고 정보기술의 표준을 실행하는 기술에 많은 관심을 가지게 된것으로도 알 수 있다. CIM 기술의 근간은 네트워크와 정보기술이며 이러한 기술이 기계 제조업에도 도입이 되면서 기계가공을 중심으로하는 생산시스템도 이러한 제조환경의 변화에 대응하기 위해 새로운 시도들이 이루어지고 있다.<sup>(1,2)</sup>

이러한 시도는 1980년 GM사 내의 7개 부문 대표로 구성된 MAP(Manufacturing Automation Protocol) 추진위원회에서 OSI(Open System Interconnection: 개방형 시스템간 상호접속) 적용을 검토하기 시작하므로써 본격화되었다. 1984년에는 36개사로 구성된 MAP 수요자 그룹을 결성하고 1984년 4월과 1985년 2월에 각각 MAP Ver. 1.0과 2.0이 발표되었으며 1988년 8월 Ver.3.0이 발표되어 현재에 이르고 있다.<sup>(3)</sup> 통신 프로토콜에 대한 표준이 이루어지자, 이를 생산현장에 이용하고자 하는 연구가 진행되었다. 그 대표적인 예는 생산현장에서 가동되고 있는 생산장비를 객체화하여 CIM 환경에 적극적으로 대응하

고자 하는 것이 MMS(Manufacturing Message Specification)이다. MMS에 대한 표준은 1990년 ISO/IEC 9506-1, 그리고 ISO/IEC 9506-2가 ISO의 TC184 SC1 WG3의 수행에 의해 제정되었다. NC 공작기계에 관련된 MMS 동반표준은 기술적 필요성에 의해 ISO/TC184/SC1/WG3에서 1987년부터 검토하기 시작하여 6번의 국제회의를 거쳐 1992년 12월 15일 ISO/IEC 9506-4로 발표되었다.<sup>(4)</sup>

이러한 MMS가 등장한 배경에는 Shop Floor에 설치되는 공작기계, 물류기기, Robot 그리고 전용기계들이 Multi Vendor 제품에 의해 구성되는 관계로 CIM을 구축하는데 많은 어려움이 있었다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 MMS가 등장했는데 아직까지는 경제적, 환경적 이유 등으로 이러한 기술의 보급이 보편화되고 있지 않은 실정이다. 또한 향후 VMD를 내재하는 공작기계가 등장하더라도 이것을 생산현장에 투입하여 MMS를 기반으로 한 공장을 구성하는 경우, 현재 사용되고 있는 CNC 공작기계가 혼재 될 수밖에 없는 실정이다. 따라서 현재 사용 중인 공작기계의 수명을 고려 할 때 이에 대한 대안이 필요한 실정이다.<sup>(5,6)</sup>

본 연구에서는 CIM 환경에서 생산을 담당하는 생산장비인 NC 장치를 객체로서 정의한 MMS 동반표준을 중심으로 CIM을 구축하기 위해 CNC 공작기계의 VMD를 구축하는 연구를 수행했다.

### 2. 기계 가공공장의 CIM화와 문제점

CIM 관점에서 기계공장 구성을 분류하여 보면, 가공장

공정	: 생산기기의 자동화	→ CNC 공작기계
물류의 흐름	: 반송장치 자동화, Robot 도입	→ 복수공정의 연계
정보의 흐름	: 공장내 통신의 네트워크화	→ CIM

그림 1. CIM의 단계

비 시스템(현장장비), 컴퓨터 및 네트워크 시스템, 그리고 생산관리 시스템으로 분류가 가능하다. CIM이라는 것은 현장에서 직접생산을 담당하는 생산장비와 하드웨어적인 네트워크, 그리고 소프트웨어적인 생산관리를 통합시키는 것이라고 할 수 있다. 현장장비 측면에서 보면 가공장비 시스템은 크게 CNC 선반, CNC 밀링으로 대표되는 기계 가공장비, 운반장비, 그리고 자동창고 시스템으로 이루어지며, 이들의 공정자동화는 그림 1과 같이 공정, 물류, 정보의 흐름으로 구분이 가능하다.

공정자동화는 공정을 처리하는 장비의 자동화로서 주로 CNC 공작기계가 이를 담당하고 있으며, 물류자동화는 각 공정간의 유기적인 연계를 통해 통합적인 생산시스템을 이루기 위한 중요한 요소로서 Robot, AGV 등이 사용되고 있다. 정보의 흐름은 가공장비간의 데이터 교환, 생산상황에 관련된 다양한 데이터의 흐름을 말하고, CIM의 효율은 네트워크가 공장내 어디까지 포함하고 있는가 하는 것이 중요한 변수가 된다.

공장자동화를 통해 CIM을 구축하기 위해 많은 노력들을 하여 왔다. 공정을 자동화하기 위해 CNC 공작기계를 도입하고, CNC 공작기계를 효율적으로 운용하기 위해 DNC가 도입되었다. 물류의 흐름을 자동화하기 위해 Robot, AGV, RGV를 이용한 FMC, FMS 등이 등장하였다. 그러나 지금까지 구축한 시스템은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다고 할 수 있다.

- 1) 생산장비의 통합에 있어서 범용성 결여  
생산장비, 제조업체, 제어방식의 다양성으로 인하여, 도입한 시스템을 확장하거나 보완시 유연성이 없다.
- 2) 생산장비간 정보흐름의 유연성 부족  
생산장비간 또는 생산장비와 상위 시스템과의 정보흐름의 변경이 어렵고 경직되어 있다.
- 3) 생산장비간에 교환정보 내용의 다양성 부족  
생산장비의 제어 데이터가 주류를 이루고 있고, 사용자 입장에서 정의하고 수집할수 있는 데이터의 정보가 적다.

이러한 근본적인 문제를 해결하기 위해서는 기기 상호간을 유연하게 연결할 수 있는 소프트웨어적인 표준화가 필요하다. 이러한 방법의 하나로서 등장한 것이 MMS이다.

### 3. CNC를 객체화 하기 위한 MMS

MMS는 CIM 환경에서 프로그램 가능한 장치간의 메시지를 주고 받는 것을 지원하기 위해, 설계된 OSI(Open System Interconnection) 모델 제7층(응용 프로그램층)에

서의 응용 서비스 요소의 규격이다. 즉, MMS란 공장구내를 둘러싸고 있는 통신망(LAN)에 있어서 Host와 접속된 제어대상 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 2에 나타내었다. 그림에서 클라이언트는 MMS 특성 서비스를 이용하여 VMD를 이용하는 시스템이며, 서버는 VMD(Virtual Manufacturing Device)를 실장하여 운용하는 시스템이다. 또한 VMD는 제어, 감시에 필요한 기능과 객체를 추상화하여 가지고 있는 가상제조장치이다. MMS를 CNC에 한정하여 구체적으로 나타낸 개념이 3이다. 클라이언트에서는 MMS라는 특성 서비스에 의해 VMD를 경유해 실제기계를 제어하거나 감시를 할 수가 있다. 이러한 MMS는 객체지향 프로그래밍 개념을 도입해서 이들 생산장비를 VMD로서 취급한다. 이 때문에 CNC와 Robot, PLC등 특정장비의 기능을 명확하게 정의할 필요가 있다. MMS 동반표준중 NC 장치에 대한 MMS-CS의 역할은 다음과 같다.

- 1) NC 장치의 운용을 위한, 생산 메시지들의 통신 서비스에 대한 정의
- 2) 운용기능으로 NC 모델을 정의하고, 이러한 기능과 VMD와의 연결에 대한 정의

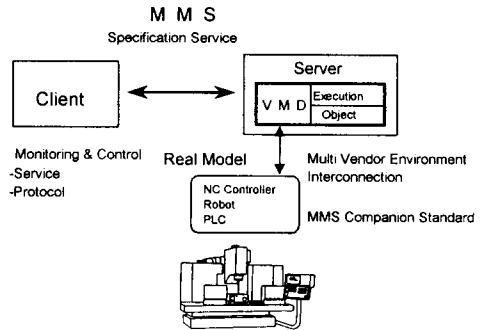


그림 2. MMS의 구성 개념

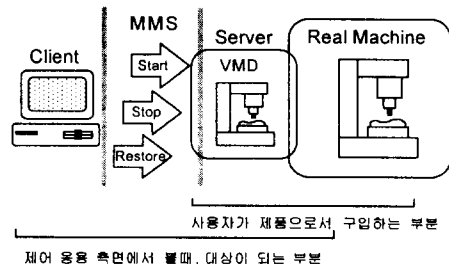


그림 3. VMD의 구성 개념

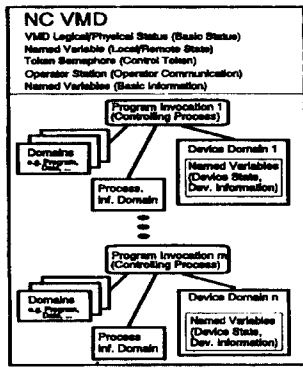


그림 4. ISO/IEC에 의한 VMD 정의

- 3) NC의 특성객체에 대한 표준명칭 제공
- 4) NC 응용 모델 및 계층(Class)에 대한 정의

이러한 VMD를 구성하기 위한 물리적 개념을 그림 4에 나타내었다. VMD는 변수(Variable)와 영역(Domain) 그리고 세마포어를 가지고 실제장비의 상태를 항상 기억하고 있다. 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.

MMS는 1992년 ISO 규격으로 제정된 후 지금까지 적용된 예는 다음과 같다.<sup>(6)</sup>

- 자동차 제조업체: Isuzu(UK), GM(UK, Ger.), Mercedes Benz(Ger.), Volvo(Sweden), Opel(Ger.), Renault(Fr), Volkswagen(Ger.)
- 항공기 제조업체: Aerospatiale, Boeing
- 전장업체: Ohio Edison(US, pilot), Houston Lighting & Power Company(US, pilot) Western Power Administration-Loveland Area Office(US, pilot)
- 기타: Copenhagen Airport(Den.), EDF(Fr.), NASA, Magneti Marelli(Italy) EFACEC (Por.), Tuborg(Den.)

#### 4. VMD 구성을 위한 공작기계 감시/ 제어

##### 4.1 전용 통신 보드를 이용한 VMD 구성

이상에서 설명한 바와 같은 VMD를 구성하기 위한 방법중 하나로 전용통신 카드를 이용했다. 전용통신 카드를 이용한 PC와 CNC의 인터페이스를 통해 VMD 구성을 위한 공작기계의 제어/ 감시 정보를 추출할수 있었으며 구성 내용을 그림 5에 나타내었다.<sup>(7)</sup> 사용된 전용통신 보드로는 DNCII 보드를 이용했으며 이는 FANUC 버스에 설치되는 통신 카드와 이를 운용할 수 있는 프로그램으로

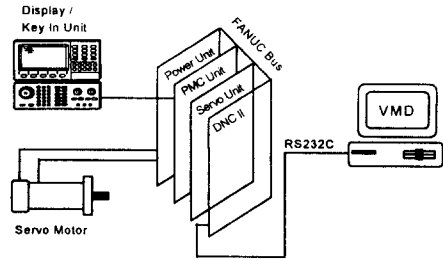


그림 5. 전용통신 보드를 이용한 VMD 구성

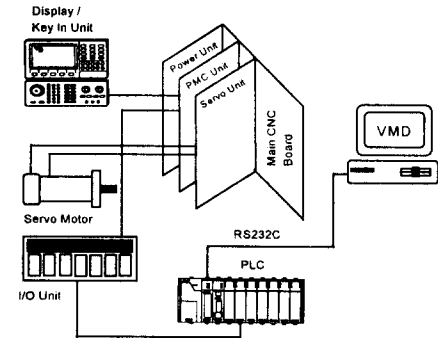


그림 6. 통신이 가능한 I/O 기기를 이용한 VMD 구성

로 구성된다.

##### 4.2 통신이 가능한 I/O 기기를 이용한 VMD 구성

공작기계의 상태정보를 얻고 제어하기 위한 다른 한 가지 방법으로는 통신이 가능한 I/O 기기를 이용하는 방법에 대해 연구 했다. 이에 대한 하드웨어 구성을 그림 6에 나타내었다.

그림 6에서 I/O Unit은 공작기계를 구동하기 위한 용도로 사용되며 PLC는 RS232C 통신이 가능한 PLC를 사용했다. 이러한 PLC를 이용해서 VMD 구성을 위한 공작기계의 제어/ 감시 정보의 추출이 가능했다.<sup>(8,9)</sup>

#### 5. VMD 구성 사례

이상과 같은 결과를 이용해 2개의 공작기계를 대상으로 VMD를 구성하는 연구를 수행했다. 이를 그림 7에 나타냈으며 공작기계의 상태를 수집하고 제어하기 위한 방법으로는 공작기계 한 대의 경우에는 전용통신 카드를 이용하고 다른 한 대의 경우에는 통신이 가능한 I/O 기기를 이용했다.

VMD는 PC에서 수행되었으며 OS는 NT3.51 그리고 언어는 Visual BASIC 4.0이 사용되었다.

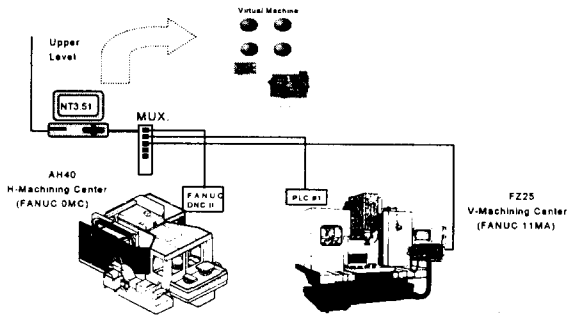


그림 7. 공작기계를 대상으로한 VMD 구성 사례

본 연구에서는 CIM 환경하에서 CNC 공작기계를 객체화하기 위해, VMD 개발 및 MMS 특성 서비스 정의에 관한 연구를 수행했다. 이를 위해 VMD 지원이 가능하지 않은 기존의 공작기계를 대상으로 전용 통신보드와 PLC를 이용하여 VMD를 구성했으며, 이를 이용하면 VMD가 지원되는 공작기계와 혼용으로 CIM 구축이 용이하게 된다. 본 연구에서는 CNC 공작기계를 개방형 네트워크 생산체재에 적합하도록 MMS 특성 서비스를 아래와 같이 정의하였다.

#### CNC Memory 제어

- Program Download / Upload
- Program Directory 정보 검색 / Delete

#### 운전제어

- Program 선택 기능
- DNC 운전 기능
- 외부 Reset

#### 가공정보 읽기, 쓰기

- Alarm 상태 및 운전상태 감시(기계 준비상태, 운전중, 휴지중)
- 공구 Offset량 검색 및 변경

### 6. VMD를 이용한 MMS 매핑

구성된 VMD를 MMS에 매핑하기 위해 ISO/IEC 9506 규정을 이용했다. ISO/IEC 9506에서는 표준화된 NC 특성객체를 영역객체(Domain Objects), 프로그램 호출 객체(Program Invocation Objects) 그리고 명명된 변수 객체(Named Variable Objects) 등 3가지로 정의하고 있다. VMD를 표준화된 특성 객체에 매핑한 내용을 표1에 나타내었다. 그림 8은 이에 대한 운용화면 예를 나타낸 것이다.

대상장비의 기계좌표계(Machine Coordinate System) 값을 알기 위한 변수객체 예를 다음에 나타내었다.

표 1. 정의된 변수 객체명

Domain Object	Object Name	Variable Object
Program Domain	Directory	D_PRG_DIR
	Upload	D_PRG_UPL_
	Download	D_PRG_DNL_
	Delete	D_PRG_DEL_
Process Information Domain	Machine Ready	D_PID_MRDY
	Cycle Start	D_PID_MCS
Tool Data Domain	Tool Offset Read	D_TLD_R_OFST_
	Tool Offset Write	D_TLD_W_OFST_
Program Invocation Object	Object Name	Variable Object
NC Program Invocation Object	Program Search	N_SEH_
Controlling Process Program Invocation	Cycle Start	N_C_CS
	System Reset	N_C_RESET

그림 8. VMD 운용화면, CNC 메모리 제어(상) 및 오프셋 제어(하)

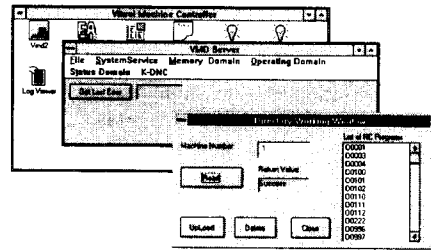


그림 8. VMD 운용화면, CNC 메모리 제어(상) 및 오프셋 제어(하)

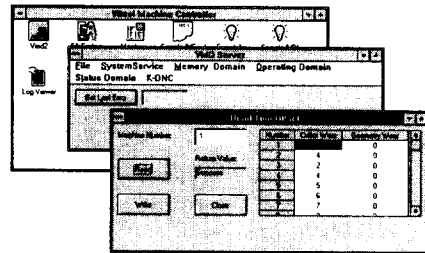


그림 8. VMD 운용화면, CNC 메모리 제어(상) 및 오프셋 제어(하)

Object: Named variable

Key Attribute:

Variable Name - domain-specific {  
domainID "'N\_DEV\_ . . . .'",  
itemID "N\_

Machine\_CS")

Attribute: MMS Deletable = FALSE

Attribute: Type Description = structure(  
components {

```

(componentName "x",
 componentType floating-point {
   format-width 32,
   exponent-width 8 } ),
(componentName "y",
 componentType floating-point {
   format-width 32,
   exponent-width 8 } ),
(componentName "z",
 componentType floating-point {
   format-width 32,
   exponent-width 8 } ),
) }
Attribute: Access Method = locally defined

```

그림 9는 이상에서 설명한 MMS 서비스를 이용하여 Cell Controller에서 공작기계의 오프셋 정보를 얻고 있는 개념을 정리한 예이다. 지금까지 MMS가 없는 공작기계에서는 RS232C 또는 RS422를 통신선으로 하여 Controller의 "OUT PUT" 키를 이용하여 송신이 가능했다. 물론 공작기계에 붙어 있는 PLC를 이용하여 가능한 방법이 있으나 불편하기 그지 없었다. 그러나 이 경우에는 간단한 메시지를 이용하여 Controller의 정보를 실시간으로 얻을수 있다. 그림은 클라이언트가 밀링머신과 선반에, 현재 각각의 기계가 가지고 있는 오프셋 정보에 대한 자료요청을 한 경우이다. 클라이언트가 "D\_TLD\_R\_OFST"라는 MMS 변수를 각각의 기계가 가지고 있는 VMD에 송신했을 때 밀링머신의 경우, 오프셋 1번이 0.1이라고 응답하고, 선반은 오프셋 3번이 0.2, 오프셋 4번이 0.4라고 응답하고 있는 예이다. 물론 이것은 Controller 메이커에 무관하게 가능하다.

## 6. 결 론

MMS가 등장한 배경에는 Shop Floor에 설치되는 공작기계, 물류기기, Robot 그리고 전용기계들이 Multi

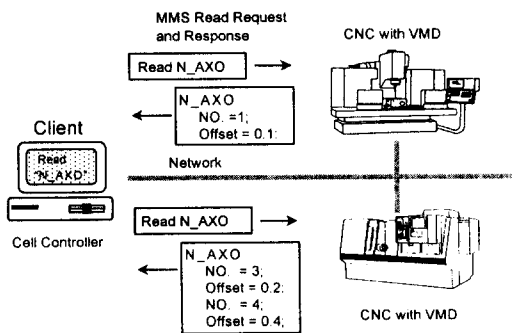


그림 9. VMD를 이용한 MMS 특성 서비스 예

Vendor 제품에 의해 구성되는 관계로 CIM을 구축하는데 많은 어려움이 있었다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 MMS가 등장했는데 아직까지는 경제적, 환경적 이유 등으로 이러한 기술의 보급이 보편화되고 있지 않은 실정이다. 또한 향후 VMD를 내재하는 공작기계가 등장하더라도 이것을 생산현장에 투입하여 MMS를 기반으로 한 공장을 구성하는 경우, 현재 사용되고 있는 CNC 공작기계가 혼재 될 수밖에 없는 실정이다. 따라서 현재 사용 중인 공작기계의 수명을 고려 할 때 이에 대한 대안이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 CIM 환경에서 생산을 담당하는 생산장비인 NC 장치를 객체로서 정의한 MMS 동반 표준을 중심으로 CIM을 구축하기 위해 CNC 공작기계의 VMD를 구축하는 연구를 수행했다.

현장에서 사용되고 있는 CNC 공작기계가 본 연구에서 개발되는 VMD를 가지고 MMS 서비스 지원을 받게 되면 지금까지 CIM을 구축하는데 걸림돌이 되어 왔던 생산장비의 통합에 있어서 범용성 결여 그리고 생산장비 간 정보흐름의 유연성 부족에서 오는 문제점들은 쉽게 해결이 될 것이다.

## 참고문헌

- [1] 김선호, 박경택, 이태억, "개방형 구조를 갖는 CNC의 연구 동향," 제어·자동화·시스템공학회지, 1997. 9
- [2] 김선호, "개방형 생산 시스템," '97 자동화부문 기술세미나, pp. 3-32, 한국정밀공학회, 한국기계연구원, 1997. 9
- [3] Vincent, C. J., "MAP/TOP Networking," McGraw-Hill, New York, 1990
- [4] ISO/IEC 9506-4, "Manufacturing Message Specification-Part 4 : Numerical Control Semantics for the MMS Service and Standard," 1992. 12. 15(1st Edition)
- [5] 김선호, 박경택, "기계공장의 객체지향 MMS와 CIM," pp.274-277, 제4회 G7 첨단 생산시스템 Workshop, 생산기술연구원, 1996.9
- [6] Ralph Mackiewicz, "An Overview to the Manufacturing Message Specification," 1994
- [7] 박경택, 김선호, "CNC Controller-용 실장 인터페이스 개발," G7 첨단생산시스템 표준화 보고서, 한국생산기술연구원, 1997. 9
- [8] 김선호, 이승우, 안남식, 김성복, 안중환, "DNC 시스템 개발," 한국정밀공학회지, 제12권, 제12호, pp.19-29, 1995. 12
- [9] 이승우, 김선호, "Machining Cell Controller 개발." IE Interface 산업공학지, 제8권 제4호, pp.121-128, 1995.11