

# Web을 이용한 모니터링 시스템의 개발

선지현<sup>1</sup> · 장중순<sup>2</sup> · 최경희<sup>3</sup>

<sup>1</sup>대우정보시스템(주) / <sup>2</sup>아주대학교 기계 및 산업공학부 / <sup>3</sup>아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부

## Development of Web Based Monitoring Systems

J. H. Seon<sup>1</sup> · J. S. Jang<sup>2</sup> · K. H. Choi<sup>3</sup>

SNMP (Simple Network Management Protocol) is applied to develop a web based monitoring system for manufacturing processes. SNMP agents in manufacturing facilities collect monitoring data from machine controllers and send them to a web-server to be stored in a database by an SNMP managing agent. Clients can access these data using any web-browser. This study developed these agents and MIB (Management Information Base), a protocol to represent the status of machines, that can be used appropriately to monitor manufacturing processes.

### 1. 서론

오늘날의 제조 현장에서는 생산성과 품질 향상을 위하여 효과적인 설비관리에 대한 필요성이 높아지고 있는 바, 이러한 요구를 충족하기 위하여 대부분의 기업에서는 모니터링 시스템을 사용하고 있다. 모니터링 시스템이란 장비나 설비, 시스템의 상태나 상황을 감시하고 나아가서 제어할 수 있는 시스템이다.

최근의 생산 공정은 그 규모와 복잡성에 있어서 지속적으로 증가하고 있으며, 그와 함께 모니터링 시스템의 중요성도 증가하고 있다. 이러한 상황에서 사람의 능력만으로 설비와 시스템을 효과적으로 관리하거나 모니터링 하는 것은 매우 어려운 실정이므로, 컴퓨터를 이용한 모니터링 시스템의 사용은 필수 불가결하게 되었다. 이러한 시스템에는 DAS (Data Acquisition System), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition System) 등의 시스템과, PC-NC (Pc based NC) 시스템, MAP (Manufacturing Automation Protocol, 1991)을 이용한 방법들이 있다.

DAS와 SCADA의 경우는 장비로부터 데이터를 수집하기 위한 시스템이며, MAP은 NC, Robot, PLC 등 각종 이 기종 제어기 간에 호환성을 갖는 통신규약으로서 제안된 프로토콜이다. PC-NC[2]는 NC 기계와 PC를 연결하여 NC 머신을 제어하고자 하는 기술이다.

그러나 이들을 이용한 모니터링 시스템의 경우 시스템간의 호환성 문제, 전용 프로그램에 의한 모니터링, 공장 내에서의 지역적인 모니터링 등으로 인해 모니터링 대상 시스템의 변화

에 대한 유동적인 대응이 어렵고 시간과 공간의 제약을 받는다는 단점이 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 최근 웹을 이용한 모니터링 시스템의 개발이 활발하게 연구되고 있다(Patrick, 2000; Philips, 2000; Singer, 2001; Smith, 2001). 웹을 이용한 모니터링 시스템은 시간과 공간상의 제약을 극복할 수 있다는 장점이외에도 구축되어진 통신 인프라나 브라우저 등의 소프트웨어 등을 이용함으로써 비용절감 효과를 얻을 수 있다.

그동안 개발되어진 웹기반 모니터링 시스템들은 대부분 기존의 데이터베이스를 웹과 연동시킨 것이다(Smith, 2001). 그러나 웹을 이용한 모니터링과 통제가 이루어지기 위하여는 인터넷 기반에서 설비와 부라우저 간에 쌍방향 통신이 가능하여야 한다. 최근에는 인터넷을 지원하는 설비가 개발되고 있기도 하지만, 기존의 장비는 대부분 인터넷을 지원하지 못하기 때문에 새로운 하드웨어(카드 형태 등)를 장착하여야 한다. 이러한 하드웨어나 인터넷을 지원하는 장비를 개발하는 과정에서는 표준화되어 있는 기술을 사용하는 것이 비용이나 신뢰성면에서 많은 장점을 가지게 된다. 본 연구에서는 현재 네트워크 관리를 위한 표준 프로토콜인 Simple Network Management Protocol (이하 SNMP) (James, 1998)을 이용할 수 있는 방법을 개발하고자 한다. 이러한 표준 프로토콜을 이용하면 이미 검증된 기술과 소프트웨어를 이용한다는 장점은 물론 향후 기능의 보완이 지속적으로 이루어짐에 따라 모니터링 시스템도 용이하게 기능 개선이 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 특히 현재 웹기반 기술의 취약점인 보안문제도 같은 맥락에서 해결될 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 SNMP를 이용할 수 있는 하드웨어의 구조를 제안한다. 또한 모니터링 대상의 관리 포인트에 대한 기준 정보인 MIB를 설계하고, 소프트웨어 프로토타입을 개발한다. 이를 바탕으로 웹 브라우저를 통한 원격 모니터링 시스템을 개발한다.

## 2. SNMP와 MIB

SNMP는 피 관리 장비에 내장된 SNMP 에이전트와 이러한 피 관리 장비를 관리하는 관리국으로 구성된다. 관리국은 피 관리 장비의 SNMP 에이전트로부터 정보를 받아들이거나 SNMP 에이전트의 상태를 설정할 수 있다.

SNMP는 Get, Set, Trap과 같은 간단한 구조의 명령어로 이루어져 있다. 관리국에서 피 관리 장비의 관리 포인트, 즉 검색하고 싶은 항목을 결정하고, 피 관리 장비 에이전트 측으로 Get(or Get-Next)명령을 이용해서 상태정보를 요구하면 피 관리 장비 에이전트는 GetResponse 명령을 통해 관리국측으로 요구된 정보를 전송한다.

<그림 1>은 이러한 SNMP의 동작을 간략하게 표현한 것이다.

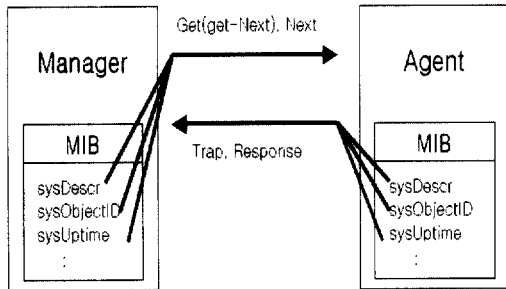


그림 1. SNMP의 기본 동작.

<그림 2><sup>1)</sup>는 SNMP의 메시지 구조와 PDU (Protocol Data Unit)를 나타낸 것이다.

SNMP에서는 관리하고자 하는 항목을 하나의 오브젝트로 하여 상태정보를 저장하고 검색할 수 있도록 하는데, 이런 오브젝트들의 모임을 MIB라고 한다. 관리국은 피 관리 에이전트가 내장하고 있는 장비의 MIB 오브젝트의 값을 검색함으로써 장비 상태에 대한 감시 기능을 수행하는 것이다. 또한 관리국은 에이전트의 MIB의 특정값을 읽고 변경함으로써 특정 동작을 하게 할 수 있으며, 특정 변수들의 값을 변경시켜 에이전트의 구성 설정도 변경시킬 수 있다.

따라서 SNMP를 이용한 모니터링 시스템에서는 이러한 MIB의 설계가 우선 되어야 하며, 관리국은 피 관리 장비들의 MIB 항목들을 모두 포함하는 전체적인 MIB를 갖고 있어

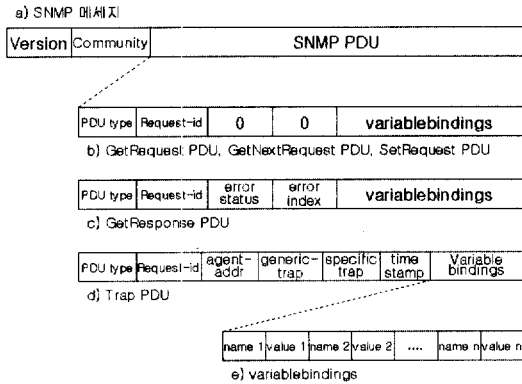


그림 2. SNMP 메시지와 PDU의 구조.

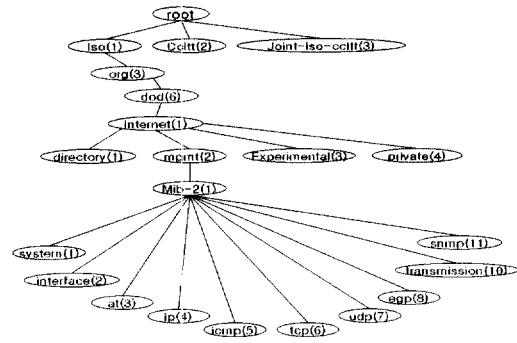


그림 3. MIB의 구조.

야 한다.

MIB는 각 오브젝트가 계층적인 형태를 이루고 있으며 <그림 3>은 이러한 구조를 나타내고 있다(James, 1998).

## 3. 모니터링 시스템의 설계

### 3.1 시스템의 전체적인 동작

본 연구에서 제안하는 모니터링 시스템은 Add-on Card의 SNMP 에이전트를 이용해 피 관리 장비의 상태정보를 수집하고 이를 관리국의 관리 에이전트의 요구에 따라 전달한다. 이때 SNMP 에이전트는 실시간으로 정보를 전달할 뿐만 아니라 어느 정도 축적된 정보를 전달할 수도 있다. 관리국 측으로 전달된 정보는 데이터베이스에 저장되거나 Web 서버와 연결될 수 있다. 또한 관리 에이전트가 제공하는 데이터 분석 재료를 이용해 SPC 방법으로 분석될 수도 있다.

관리에이전트가 제공하는 데이터와 DB에 저장된 데이터는 클라이언트 PC의 웹 브라우저를 이용하여 공장 내에서 뿐만 아니라 외부의 어디에서도 접근이 가능하다.

<그림 4>는 모니터링 시스템의 전체적인 구조와 동작을 나타내고 있다.

1) <http://sayline.snu.ac.kr/members/mhsong/DataComSpecial/205.htm>

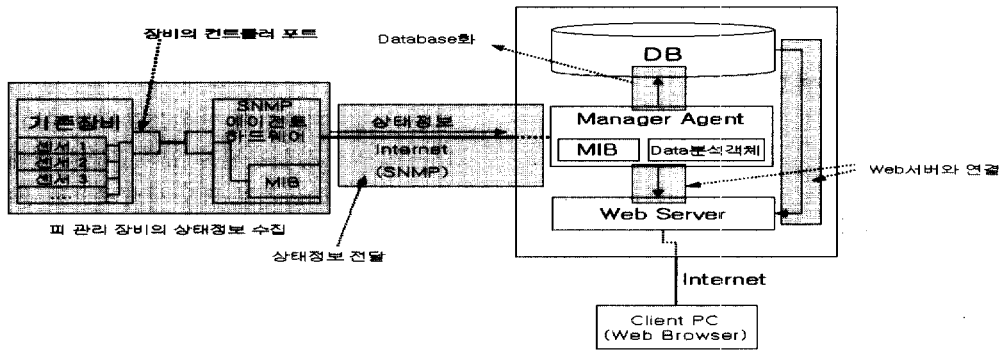


그림 4. 모니터링 시스템의 전체 구조.

### 3.2 기본구조

#### 3.2.1 하드웨어의 구조

기존의 장비는 SNMP를 적용시키기에 적합한 구조가 아니므로, 장비에 Add-On 형태로 부착 될 수 있는 SNMP 에이전트 하드웨어가 필요하다. 또한 새로 개발되는 장비에 있어서는 장비 자체에 SNMP 에이전트를 내장시키는 경우도 가능할 것이다.

SNMP 에이전트 하드웨어는 SNMP 에이전트 소프트웨어를 내장하고 장비로부터 일정 간격으로 정보를 받아 들여서 보관하는 기능이 필요하다. 또한 SNMP 에이전트들과 관리국 사이의 통신이 요구되므로 각 하드웨어들과 관리국 사이는 TCP/IP으로 연결되어 있어야 한다. 관리국측에서 SNMP 에이전트 측으로 접근하고자 하는 경우에는 SNMP 에이전트의 IP 주소를 이용해 SNMP 에이전트 쪽으로 접근 할 수 있다.

<그림 5>는 하드웨어의 기본적인 구조를 나타내고 있다.

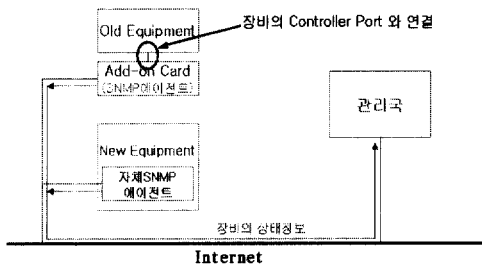


그림 5. 하드웨어의 기본구조.

#### 3.2.2 소프트웨어의 구조

SNMP 에이전트로부터 관리국으로 전달된 정보는 자체 데이터베이스에 저장된다. 관리국측은 관리도, Cp/Cpk, 평균, 분산, 표준편차, 왜도, 첨도 등의 분석을 위해 데이터 분석 기능을 제공한다. 데이터 분석 기능은 DLL 혹은 OCX 형태로 설계될 수 있으며, 이를 통해 추후 데이터 분석 기능에 대한 손쉬운 유지 및 보수 그리고 기능 향상이 가능하다. 또한 SNMP 에이전트 측은 데이터 수집 방법에 있어서 다음과 같은 다양성이 필

요하다.

- ① 일정 시간 동안의 데이터 평균치의 수집
- ② 기준치를 넘어가는 경우의 데이터 수집
- ③ 장비 자체가 제공하는 경고 내용의 수집
- ④ 장비에 이상이 발생할 경우 그 위치 데이터의 수집

관리국 에이전트는 데이터의 평균, 분산, 표준편차, 왜도, 첨도 등의 기술통계분석과  $\bar{X}-R$ ,  $X$  관리도 등의 분석이 가능하며, 본 연구에서는 이러한 기능들은 OCX 형태의 소프트웨어 객체로 개발하였다. <그림 6>은 이러한 소프트웨어의 구조를 나타내고 있는 그림이다.

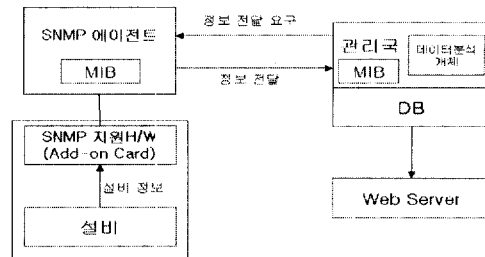


그림 6. 소프트웨어의 구조.

#### 3.2.3 MIB의 구조

장비의 관리포인트에는 장비의 이름, 관리자, 장비의 위치, 장비의 전체인 동작상태, 전원상태, 가동시간, 통신상태와 같은 장비의 일반적인 상태를 표현하는 항목을 비롯하여, 밸브, 모터, 송풍기, 틀과 같은 장비의 특정 부분에서 얻어지는 온도, 진동, 회전수, 소음, 전류, 전압, 압력 등의 수치 데이터와 On/Off로 나타내어지는 동작상태에 대한 데이터들이 포함될 수 있다. MIB는 이러한 데이터를 포함해야 하는데, 본 연구에서는 다음과 같이 MIB를 제안한다.

설비의 MIB는 설비이름, 설비코드, 관리자, 설비 상세설명, 통신상태, 동작상태, 가동시간, 생산량 등의 기본적인 MIB 항목과 그 외 모든 관리변수를 포함하며 항목의 명칭은 단순한 일련번호(ID)를 통해 이루어진다.

상태정보	Description
------	-------------

그림 7. MIB의 데이터 구조.

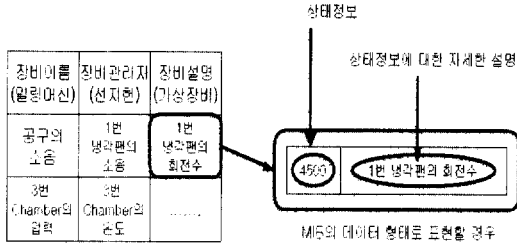


그림 8. MIB의 예.

관리변수는 그 자신의 설명(Description) 정보를 포함한다. 또한 피 관리에이전트측의 MIB와 서버 측의 MIB는 단지 일련번호를 이용해 서로를 판단한다. 피 관리에이전트는 상태정보와 함께 자신의 설명정보를 서버측에 전송하게 되며, 서버 측은 에이전트로부터 전송된 상태정보와 설명정보를 바탕으로 피 관리 설비의 상태를 파악한다. 즉 MIB의 데이터는 설비의 상태정보와 그것의 상세한 설명정보로 이루어져 있다. 따라서 실제로 전송되는 MIB 항목의 값은 <그림 8>과 같이 “4500, 1번 냉각팬의 회전수” 과 같은 문자열의 값들로 표현 될 수 있다.

<그림 7>과 <그림 8>은 이러한 MIB의 데이터의 구조와 예를 나타낸 것이며, <표 1>은 MIB의 구조를 총괄하여 나타낸 것이다.

이러한 구조는 복잡한 설비의 관리변수들을 하나하나 구별할 필요가 없이 단순한 일련번호(ID)로 인식한다는 점에서

표 1. MIB의 구조

상위 기본항목	설비이름
	설비코드
	관리자
	설비상세설명
	통신상태
	동작상태
	가동시간
생산량	
하위 관리변수	Temperature of Valve 01 in Machine NO.1 (ID 1)
	Vibration of Motor 01 in Machine NO.1 (ID 2)
	Pressure of Valve 01 in Machine NO.1 (ID 3)
	RPM of Cooling Fan 01 in Machine NO.1 (ID 4)

MIB의 구조가 매우 간단해 질 수 있으며, MIB 항목의 내용과 관계없이 그 표현에 있어서 표준화가 가능하다는 장점이 있다. 또한 새로운 MIB 항목의 추가나 기존 항목의 삭제가 필요할 경우 그 항목의 이름에 신경 쓰지 않고 추가 및 삭제가 가능하다는 점 역시 장점이 될 수 있다. 그러나 상태정보뿐만 아니라 그것의 Description정보 역시 서버 측으로 전송되어야 하기 때문에 전송되어야 하는 데이터의 크기가 늘어날 수 있다는 단점이 존재한다.

### 3.2.4 Web과의 연계

관리국측에서는 웹서버를 운용하며, 저장된 데이터베이스를 웹서버와 연동시켜 원격 모니터링이 가능하다. 따라서 웹 브라우저가 설치된 어떤 PC에서도 장비의 상태를 모니터링 할 수 있으며, 이것은 Windows나 Linux 등 어떤 플랫폼에서도 가능하다. 또한 장비는 자신의 고유한 IP를 갖고 있으므로 웹 브라우저를 통해 특정 장비로 접근하여 장비의 상태를 감시할 수도 있다.

## 4. 시뮬레이션 수행

### 4.1 시뮬레이션 환경

제한된 시스템의 작동성을 평가하기 위하여 실험실 내의 PC에서 구현한 가상의 장비를 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다. 가상장비의 역할을 하는 PC에는 장비와 SNMP 에이전트가 작동되며, 관리국 역할의 PC에서는 일정 간격으로 가상 장비 PC로부터 데이터를 받아들이며 데이터베이스에 저장하는 관리국 에이전트가 동작한다. 또한 관리국 PC는 Windows NT 4.0을 사용하고 있으며, 저장된 데이터베이스를 웹 페이지와 연결시키는 웹서버가 동작하고 있다. 데이터베이스를 웹 환경과 연동시키는 데에는 ASP(Active Server Page)를 사용하였다. 클라이언트 PC는 Windows 98 환경의 PC와 Linux 환경 PC의 2가지로 구성하였다.

가상장비 소프트웨어는 Virtual Machine NO.1 이라는 이름을 가지며, 설비이름, 관리자, 설비설명, 통신상태, 동작상태, 가동시간, 생산량 등의 기본 정보를 제공한다. 그 외의 관리 포인트로는 각각 밸브의 온도, 모터의 진동, 밸브의 압력, 냉각팬의 회전수 등 4가지 항목을 지원한다.

시뮬레이션을 위한 소프트웨어는 Microsoft Visual Basic 6.0을 이용해 Windows NT 4.0에서 개발되었으며, 데이터베이스는 Microsoft Access97을 사용하였다. 웹서버 측에 포함된 웹 페이지는 Microsoft Visual Interdev를 사용하여 구현하였다.

### 4.2 시뮬레이션 실시결과

<그림 9>는 관리국 소프트웨어에 의해 수집된 전체 데이터

그림 9. 원격 모니터링.

그림 10. 특정 관리포인트 원격 모니터링.

를 웹 브라우저를 통해 원격지에서 모니터링하고 있는 모습이며, <그림 10>은 'Virtual Machine NO.1'의 웹 온도 항목만을 필터링 하여 관찰하고 있는 모습이다. <그림 11>은 가상 장비의 역할을 하고 있는 PC에서 가상 장비 소프트웨어와 SNMP 에이전트 소프트웨어가 동작하고 있는 화면이며, <그림 12>는 관리국 PC에서 동작하고 있는 관리국 소프트웨어의 화면이다.

<그림 11>의 가상장비 소프트웨어, 즉 SNMP 에이전트 측에서는 장비의 상태 중 온도, 진동, 압력, 팬 회전수 Random하게 발생시켜 장비를 시뮬레이션하고 있다.

장비의 동작상태에 있어서는 온도, 진동, 압력, 팬 회전수의 수치가 따라 일정 수치가 넘어갈 경우 'Bad' 상태를 나타내며, 그렇지 않을 경우 'Good' 상태를 나타내도록 설계되어 있다. 시뮬레이션에서 가상장비 소프트웨어는 2초에 한번 장비의 상태를 변경시키며, SNMP에이전트도 2초마다 장비의 상태를 모니터링 한다.

<그림 12>의 관리국 소프트웨어는 사용자가 원하는 때에

그림 11. 가상장비 소프트웨어.

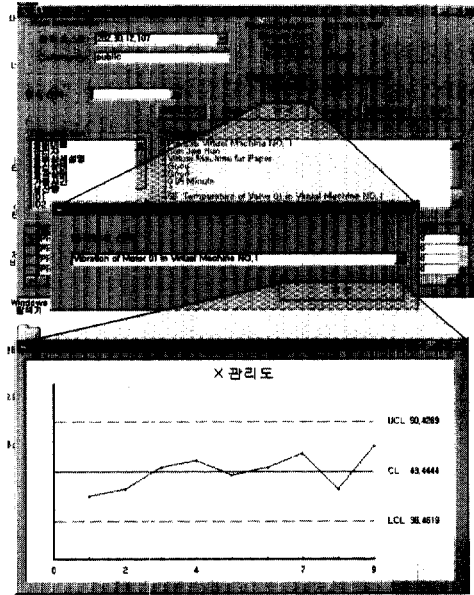


그림 12. 관리국 소프트웨어.

Query 버튼을 누름으로써 장비의 상태정보를 읽어오거나, 초당 한번 폴로 SNMP 에이전트로부터 장비의 상태 정보를 자동으로 읽어올 수 있다. 그러나, 실제 모니터링 시스템을 구축할 경우 SNMP 에이전트측은 각 에이전트가 하나의 장비와 연결되어 있으므로 정보를 받아들이는 단위시간은 매우 짧아질 수 있지만 관리국측은 많은 수의 장비로부터 정보를 읽어와야 하기 때문에 시뮬레이션에서처럼 초단위로 장비의 상태정보를 읽어올 수는 없을 것으로 예상된다.

<그림 12>의 관리도 생성 품에서 보듯인 관리국 소프트웨어는 데이터 분석 기능을 수행할 수 있다. 이 경우 모든 장비의 상태를 항상 관리도 분석할 필요는 없으므로 사용자의 요청이 있을 경우에만 관리도 생성 기능을 수행한다.

### 5. 결론

본 연구에서는 Web과 SNMP를 이용한 모니터링 시스템의 구조를 설계하였다. 또한 모니터링 시스템에 표준적으로 사용될 수 있는 MIB의 구조를 제안하였고, 시뮬레이션을 통하여 시스템의 작동성을 입증하였다. 이러한 모니터링 시스템은 시간적, 공간적 제약을 받지 않는 장점을 가지고 있다.

공장의 설비가 증가하면 관리국 소프트웨어가 읽어와야 하는 정보가 필연적으로 증가하게 된다. 따라서 네트워크 환경의 개선과 관리국 소프트웨어를 작동시킬 수 있는 PC의 증설을 통해 각각의 관리국 소프트웨어에 걸리는 부하를 적절히 분배 해 주는 것이 필요하다고 본다.

본 연구에서는 장비에 부착할 수 있는 Add-on 카드를 개발하고 있어 이를 실제 장비에 적용하는 후속 연구를 추구하고 있

다. 그러나 본 연구의 결과를 바탕으로 MIB의 보다 일반적인 확장과 체계화를 통한 표준화로 보다 많은 장비에서 쓰일 수 있는 MIB의 설계 및 구현이 필요하리라고 본다. 또한 Java나 ActiveX 기술을 이용해 관리국에 포함된 데이터 분석 객체를 개선하여 Web Browser상에서 직접 장비의 상태를 분석 할 수 있도록 하는 기능도 필요하리라 본다.

**참고문헌**

코오롱 엔지니어링, 한국 컴퓨터 통신 (1991), Map을 이용한 공정제어시스템 개발에 관한 연구.

박화식 (1999), PC-Based CNC의 제작과 활용- 프로파일 공구 연마기의 제어, 월간 Control, 11.

James D. Murray (1998), *Windows NT SNMP*.

Patrick, W. (2000), Machines Online, [www.sme.org/manufacturingengineering](http://www.sme.org/manufacturingengineering), 11, 58-66,

Philips, B. (2000), Web-Based Production Monitoring: A Window to the Future, *Surface Mount Technology*, Jun., 70-72.

Singer, P. (2001), E-Diagnostics, *Semiconductor International*, Mar., 56-66, [www.semiconductor.net](http://www.semiconductor.net).

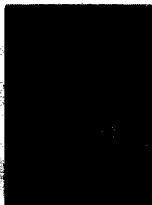
Smith, M. (2001), Web-Based Monitoring & Control for Oil/Gas Industry, *Pipeline & Gas Journal*, Mar., 20-22.



**선지현**  
 아주대학교 산업공학과 학사  
 아주대학교 산업공학과 석사  
 대우정보시스템 기술연구소 입사  
 대우정보시스템 CRM 사업팀  
 현재: 나라콤 회원정보 프로젝트 실시중  
 관심 분야: 정보시스템, 컴퓨터응용



**최경희**  
 서울대학교 수학교육과 학사  
 프랑스 그랑데폴 Enseehit대학 석사  
 프랑스 Paul Sabatier대학 정보공학부 박사  
 현재: 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부 교수  
 관심 분야: 운영 체제, 분산시스템, 실시간 및 멀티미디어시스템 등



**장중순**  
 서울대학교 산업공학과 학사  
 한국과학기술원 산업공학과 석사  
 한국과학기술원 산업공학과 박사  
 현재: 아주대학교 기계 및 산업공학부 교수  
 관심 분야: 정보시스템, 컴퓨터 응용, 신뢰성 관리, 통계적 공정관리 등