SNMP 기반의 이종 PLC 네트워크를 위한 통합 관리 방법

June 25, 2008

Chang-Keun Park
pck1982@postech.ac.kr

DP&NM Lab., Dept. of CSE, POSTECH

목 차

1. 서론

2. 관련연구

3. 이종 PLC 네트워크 통합 관리 방법

4. 테스트베드 구축 및 테스트

5. 결론 및 향후 연구

서론

❖ 전력선 통신(Power Line Communication, PLC)

- 전력선을 통신 선으로 사용하여 통신신호(data, voice 등)를 전송할 수 있는 기술

❖ PLC 네트워크와 부가서비스의 발달

- 한국전력공사의 U-PLC PowerIT 사업
- PLC를 이용한 백본망 구축사업
  - 동남아시아, 아프리카, 남아메리카
- PLC를 이용한 부가서비스
  - 원격 검침 서비스, 홈네트워크 서비스 및 트리플 플레이 서비스

❖ 연구 동기

- 대규모 PLC 네트워크 구축과 사업에 따른 이종 PLC 네트워크의 통합 관리요구 증대
- 기존의 칩셋 별로 구축된 PLC 네트워크 관리체계를 이용해서는 이종 PLC 네트워크의 통합 관리가 어려움

문제 정의

- 기존의 관리체계는 자사의 제품을 관리하기 위한 proprietary 한 요소가 많음
  - 타사의 PLC 네트워크에 바로 적용하기 어려움
  - 기존의 NMS는 하나의 셀 단위로 관리 가능한 EMS 수준의 네트워크 관리 시스템(NMS)을 제공하고 있음 (확장성이 떨어짐)

- 기존 PLC 관리정보(MIB)에는 기능적으로 중복된 정보 많음
  - NMS의 메모리 공간의 비효율성 및 관리정보 유지 보수의 복잡도증가
  - 같은 기능의 관리정보에 대해, 관리정보 변환에 따른 로드 증가

- 모든 PLC 장비를 위한 공통 관리정보가 부재
  - PLC 장비 개발자
    - 관리 정보를 정의하기 위한 개발 비용 및 시간의 증가
  - NMS 개발자
    - 모든 PLC 네트워크 특징을 고려한 통합 NMS 개발 로드 증가

연구 목표

❖ SNMP기반의 이종 PLC 네트워크를 위한 통합 관리체계 제안

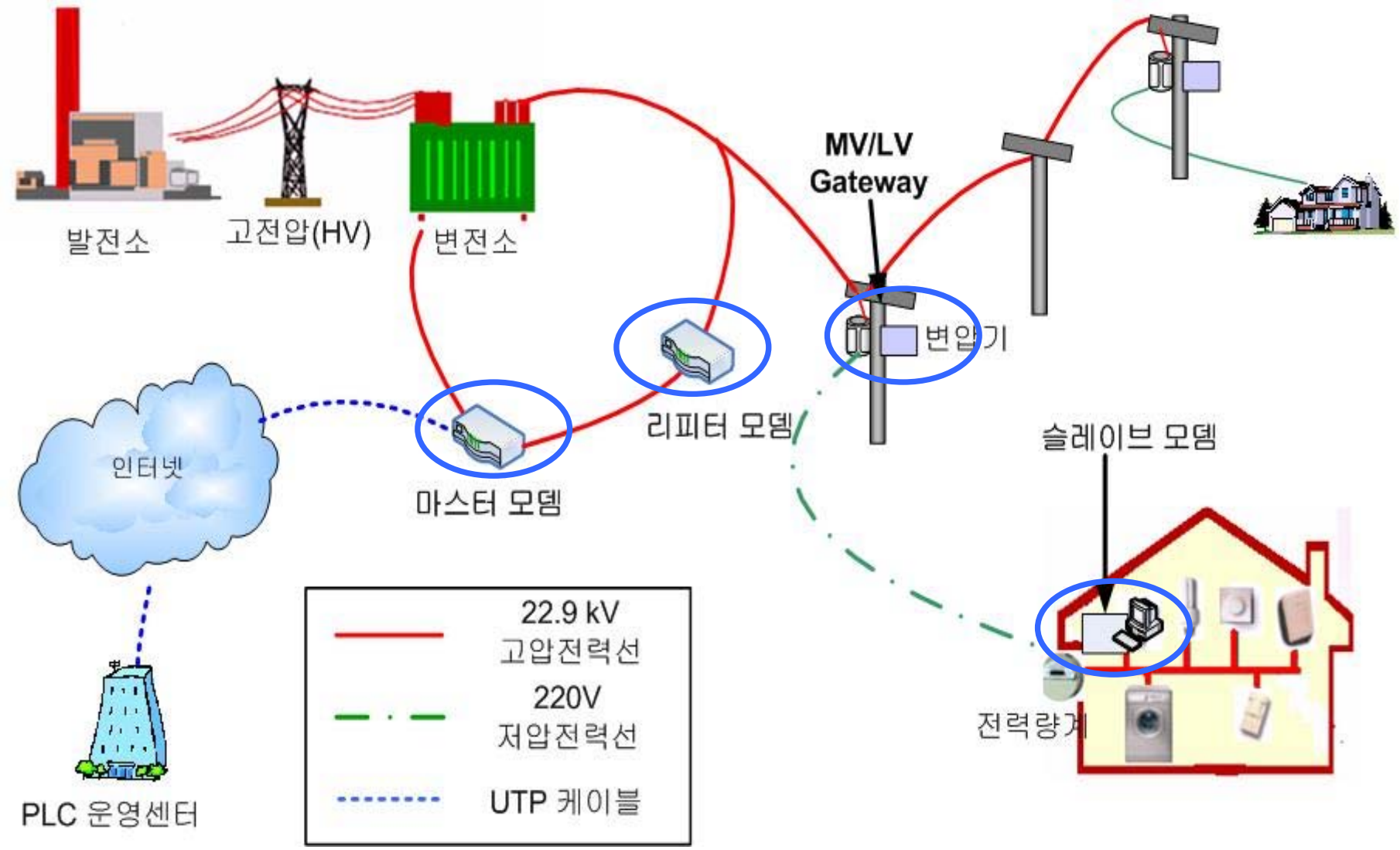
- Common PLC MIB 설계
  - 모든 PLC 장비를 관리하기 위한 공통 관리정보
  - 업체 별 특수한(specific) 정보만이 Private MIB으로 정의
- 통합 PLC Proxy Agent 개발
  - Common PLC MIB이 반영되지 않은 기존의 PLC 장비를 포용하기 위한 시스템
  - 기존 PLC MIB 기반의 SNMP 상호작용과 Common PLC MIB 기반의 SNMP 상호작용 사이의 관리정보 변환(translation)을 수행함
- 통합 PLC NMS 개발
  - Common PLC MIB을 이용하여, 이종 PLC 네트워크를 통합관리 할 수 있는 관리시스템

❖ Contribution

- 이종 PLC 네트워크 통합 관리체계 제안
- PLC 장비개발과 NMS개발 시간 및 비용 단축
- PLC 네트워크 관리기술 표준화 기여

관련 연구

PLC 네트워크 구조


발전소
고전압(HV)
변전소
MV/LV
Gateway
변압기
리피터 모뎀
인터넷
마스터 모뎀
슬레이브 모뎀
전력량계
PLC 운영센터
22.9 kV
고압전력선
220V
저압전력선
UTP 케이블

SNMP 기반의 관리체계

❖ SNMP (Simple Network Management Protocol)

- IETF에서 표준화 된, 가장 널리 쓰이는 네트워크 관리 프로토콜
- Manager – Agent 모델
- 3가지 동작(Get, Set, Trap) 제공

❖ MIB (Management Information Base)

- 네트워크 장비를 관리하기 위해 필요한 관리정보를 정의하고 있는 명세서
- Standard MIB
  - 표준기관(IETF)에 의해 TCP-IP 기반의 Internet 환경에서 공통적으로 제공해야 할 관리정보를 정의한 MIB
  - MIB-II (RFC 1213)
- Private MIB
  - 개인 회사에서 정의한 MIB
  - 자신의 회사만이 제공하는 MIB을 private(4) enterprises(1) 밑에 정의할 수 있음
  - 예: Cisco MIBs

PLC 기술 동향

❖ 고속 PLC 기술 성장
- 200 Mbps 급의 PLC 모뎀 상용
- 400 Mbps 급의 PLC 모뎀 개발

❖ PLC 네트워크는 4가지 칩셋 업체의 장비로 구성
- DS2, Intellon, Xeline, Panasonic

❖ 서로 다른 칩셋 업체의 장비는 서로 통신이 불가능
- 칩셋 업체 별, 독립적으로 PLC 네트워크 구축

❖ 표준화 동향
- 국내 표준 : 기술표준원, 고속 PLC MAC & PHY KS 규격 고시
- 지역 표준 : Homeplug, UPA, CEPCA
- 국제 표준 : IEEE P1901 WG, 고속 PLC MAC & PHY 국제규격

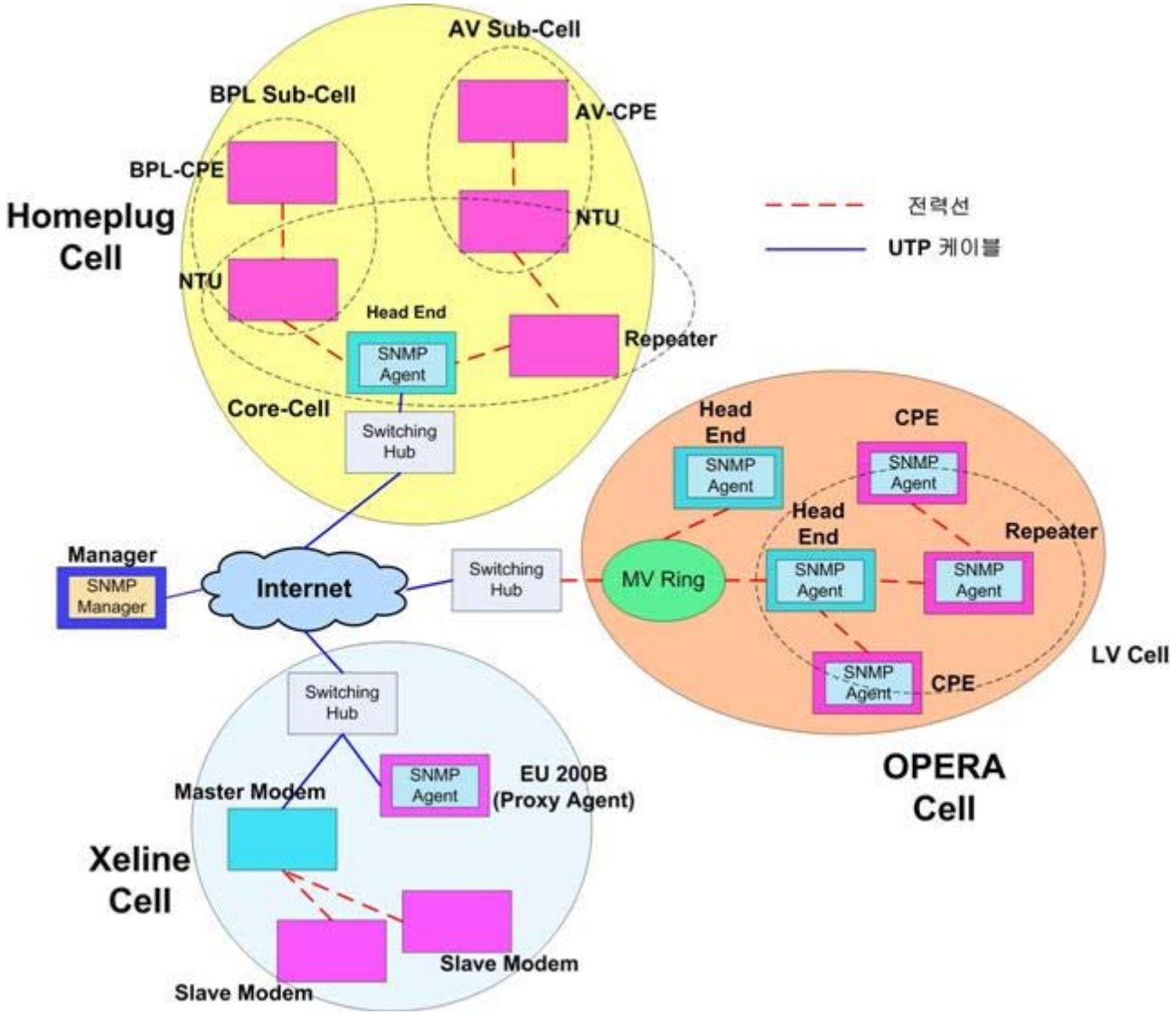
PLC 네트워크 관리기술 동향

❖ 칩셋 업체 별, 독립적인 관리체계로 자사의 네트워크를 관리하고 있거나 계획 중임

- PLC 칩셋 업체 별로 독립적으로 PLC MIB 정의
- PLC 장비 업체 별로 자사의 장비를 위한 NMS 제공

업체	관리 프로토콜	관리 정보	관리 구조
Xeline	SNMP	Xeline Private MIB	SNMP Proxy Agent
DS2 (OPERA)	SNMP	OPERA Private MIB	SNMP Agent
Intellon (Homeplug)	SNMP	Homeplug Private MIB	SNMP Proxy Agent
Panasonic	SNMP	In Progress	In Progress

이종 PLC 네트워크 구조



Common PLC MIB 설계

기존 PLC MIB 들의 공통 정보

❖ PLC 장비의 기본 정보
- MACAddr, NodeType, Status 등

❖ 구성정보
- Reset, FactoryReset, AGCGain, ToneMAP 등

❖ 성능정보
- In/out speed, In/out number of octets, In/out BPS (Bits per Symbol) 등

❖ 연결정보
- MACAddr of parent node, Number of connected node 등

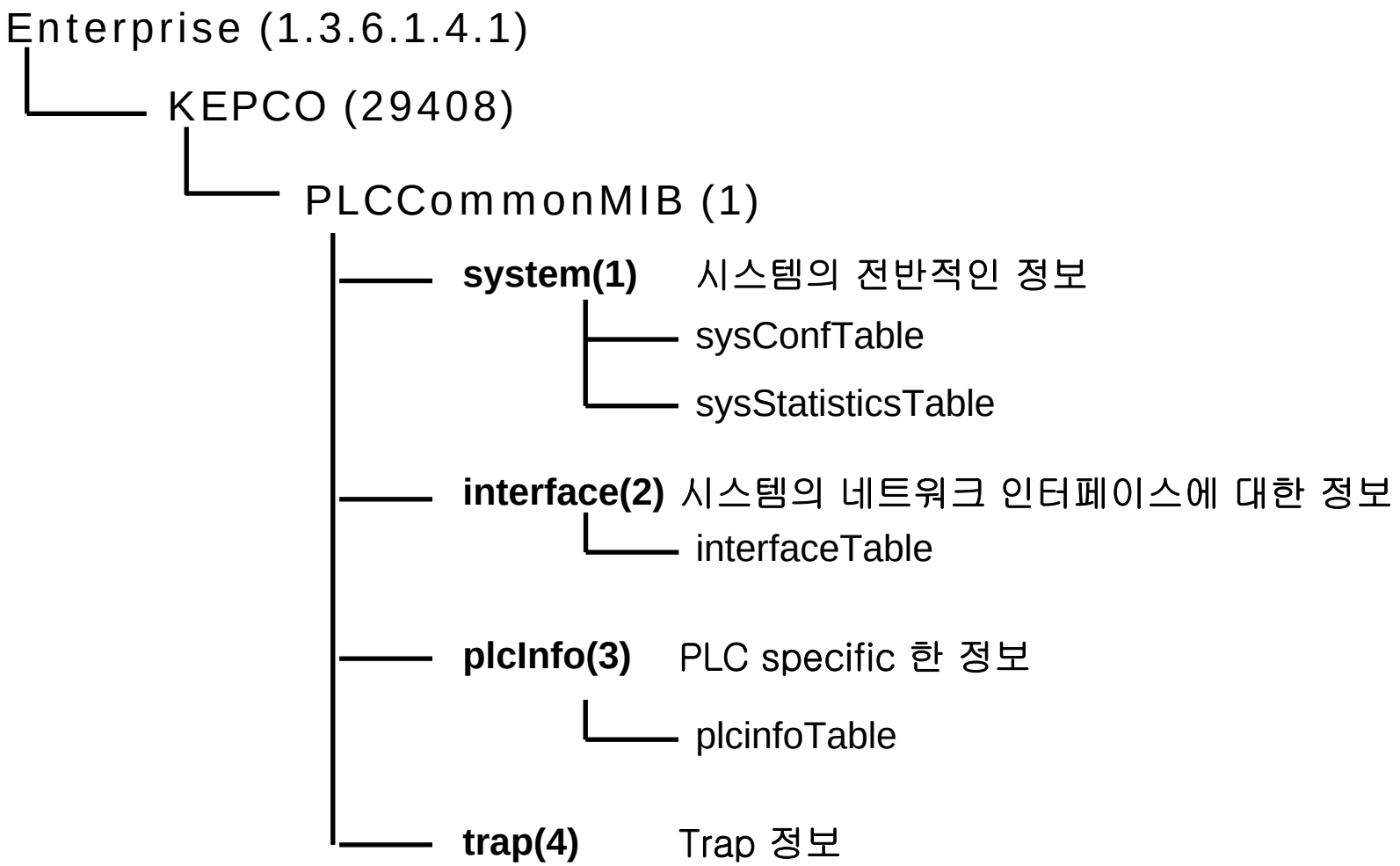
❖ Trap 정보
- 장비의 상태가 변하는 경우, 네트워크의 topology가 변하는 경우

Common PLC MIB – 요구사항

- MIB-II의 관리정보 포함
  - Proxy Agent 관리구조인 경우, 모든 PLC 장비의 MIB-II정보 제공
- 모든 PLC 장비를 설정할 수 있는 공통 구성 정보 포함
- PLC 장비의 장애 상태와 원인을 판단을 위한 정보 포함
  - Status, Memory 사용량
- PLC 인터페이스의 장애 판단을 위한 성능정보 포함
  - BPS (Bits per Symbol)
- 신속한 장애 경고를 위한 trap 정보 및 임계치(threshold) 정보 포함
- 전체적인 망 구조를 보여주기 위한 장비들 간의 연결정보 포함

Common PLC MIB – 구조

❖ 4개의 Group으로 구성



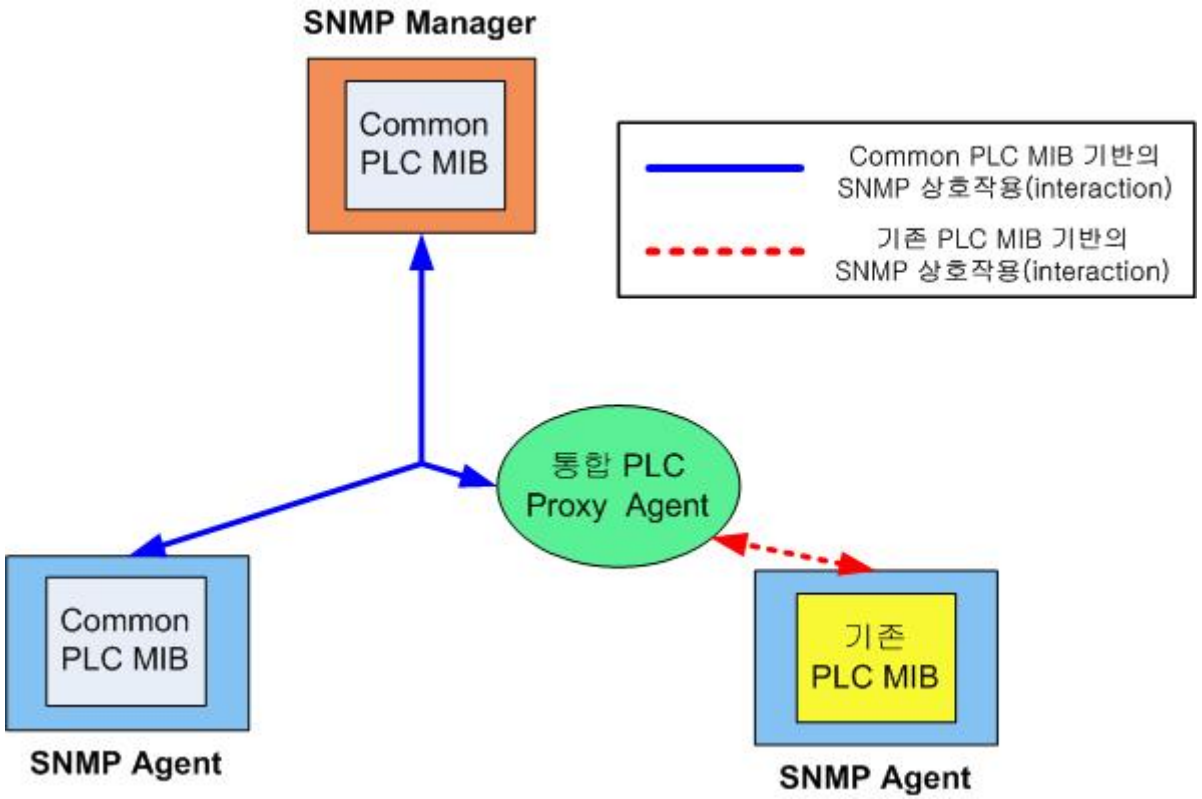
Common PLC MIB

system		interface	plcInfo	trap
sysConfTable	sysStatisticsTable	interfaceTable	plcinfoTable	
sysMACAddr	sysMACAddr	ifDescr	plcOutAGCGain	trapStatusChange
sysNodeType	sysFreeMemorySize	ifOperstatus	plcInAGCGain	trapDetectedNewPeer
sysStatus	sysCPUUtilization	ifAdminstatus	plcOutBPS	trapDisappearedPeer
sysReset	sysInBPS	ifInSpeed	plcInBPS	trapCPUWarning
sysFWVersion	sysOutBPS	ifInOctets	plcOutToneMap	trapMemoryWarning
sysMemroy Threshold	sysparentMACAddr	ifInDiscard	plcInToneMap	trapChannelState Warning

통합 PLC Proxy Agent

통합 PLC Proxy Agent

❖ 통합 PLC Proxy Agent의 동작

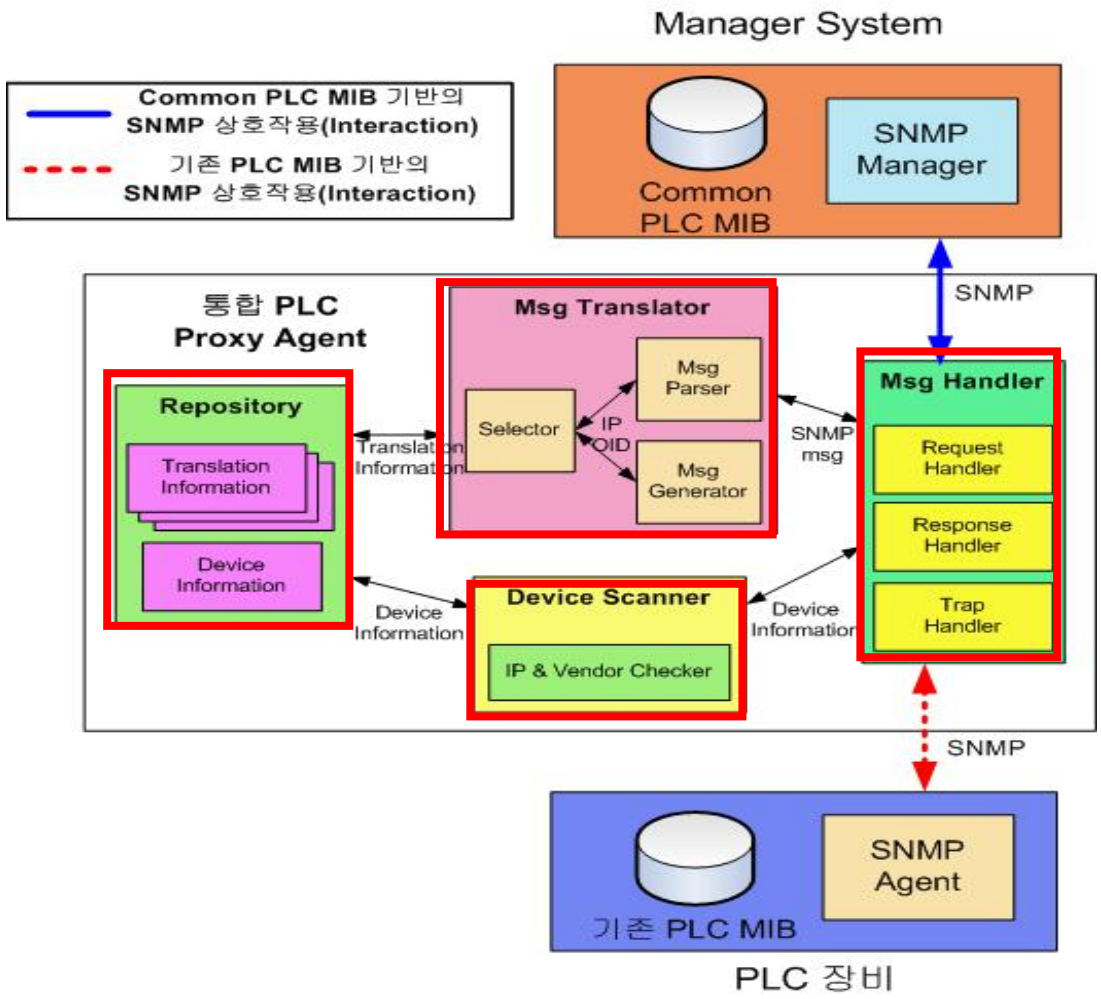


통합 PLC Proxy Agent – 요구사항

- Common PLC MIB과 기존 PLC MIB 사이의 관리정보 변환 수행
- 관리대상의 목록 정보 유지
- SNMP 메세지 처리 기능 제공
- Common PLC MIB 기반의 SNMP 상호작용과 동등한 성능보장
- 대규모의 PLC 네트워크 관리 가능한 확장성 제공

통합 PLC Proxy Agent

❖ 통합 PLC Proxy Agent의 구조

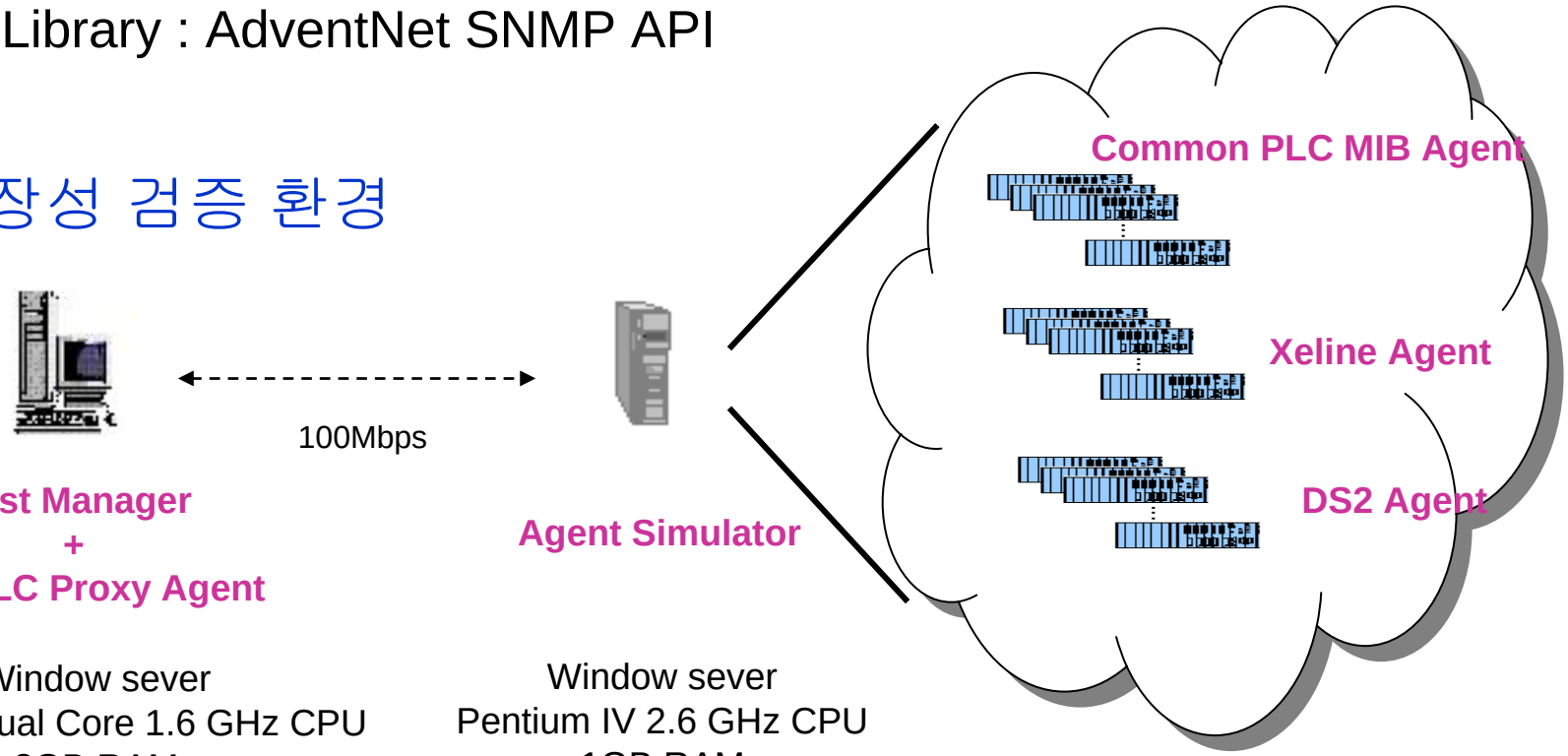


통합 PLC Proxy Agent

❖ 개발 환경

- Language : JDK 1.5.0_06
- OS : Windows XP Professional Service Pack 2
- IDE : AdventNet SNMP Agent Toolkit Java Edition 6.0
- Library : AdventNet SNMP API

❖ 확장성 검증 환경



Window sever
Pentium Dual Core 1.6 GHz CPU
2GB RAM

Window sever
Pentium IV 2.6 GHz CPU
1GB RAM

통합 PLC Proxy Agent

❖ 측정 목적

– 통합 PLC Proxy Agent의 칩셋 업체 별로 관리 가능한 SNMP Agent 개수에 대한 확장성 측정

❖ 측정 항목

– 칩셋 업체 별로, 특정 개수의 SNMP Agent로부터 Common PLC MIB의 systemConfTable의 10개의 정보에 대해 가져올 때의 평균 응답시간(response time)

- Xeline Agent과 DS2 Agent의 경우

$$RT = T_{tm} + T_{pa} + T_{tran} + T_{as}$$

- Common PLC MIB Agent의 경우

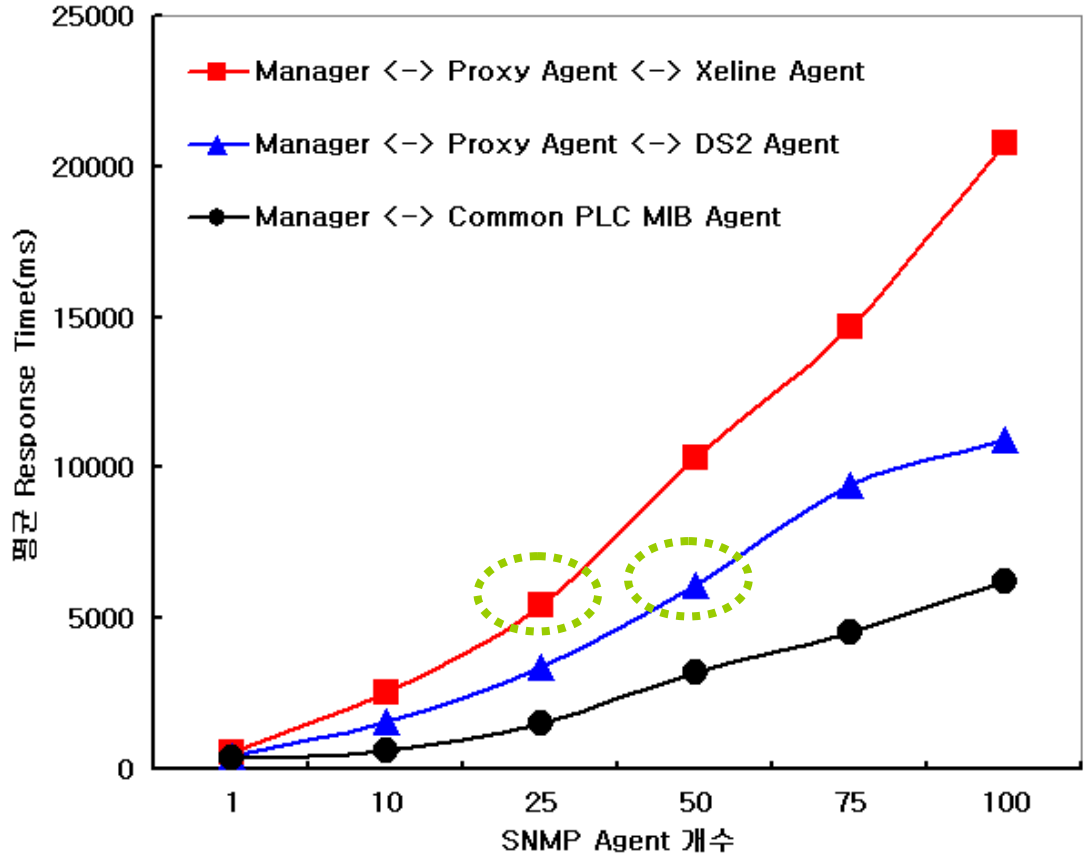
$$RT_{cm} = T_{tm} + T_{as}$$

❖ 측정 방법

– Test Manager에서 SNMP Agent로부터 측정항목을 가져오는 동작(GetRequest)을 수행하는 thread의 개수를 변화시키면서, 모든 thread가 수행될 때까지의 시간을 50번 씩 측정

통합 PLC Proxy Agent

❖ 확장성 검증 결과



❖ 평균 응답시간

– Xeline Agent > DS2 Agent > Common PLC MIB Agent

통합 PLC NMS

통합 PLC NMS

❖ 이종 PLC 네트워크를 통합적으로 관리 가능한 관리시스템

❖ 기능적 요구사항

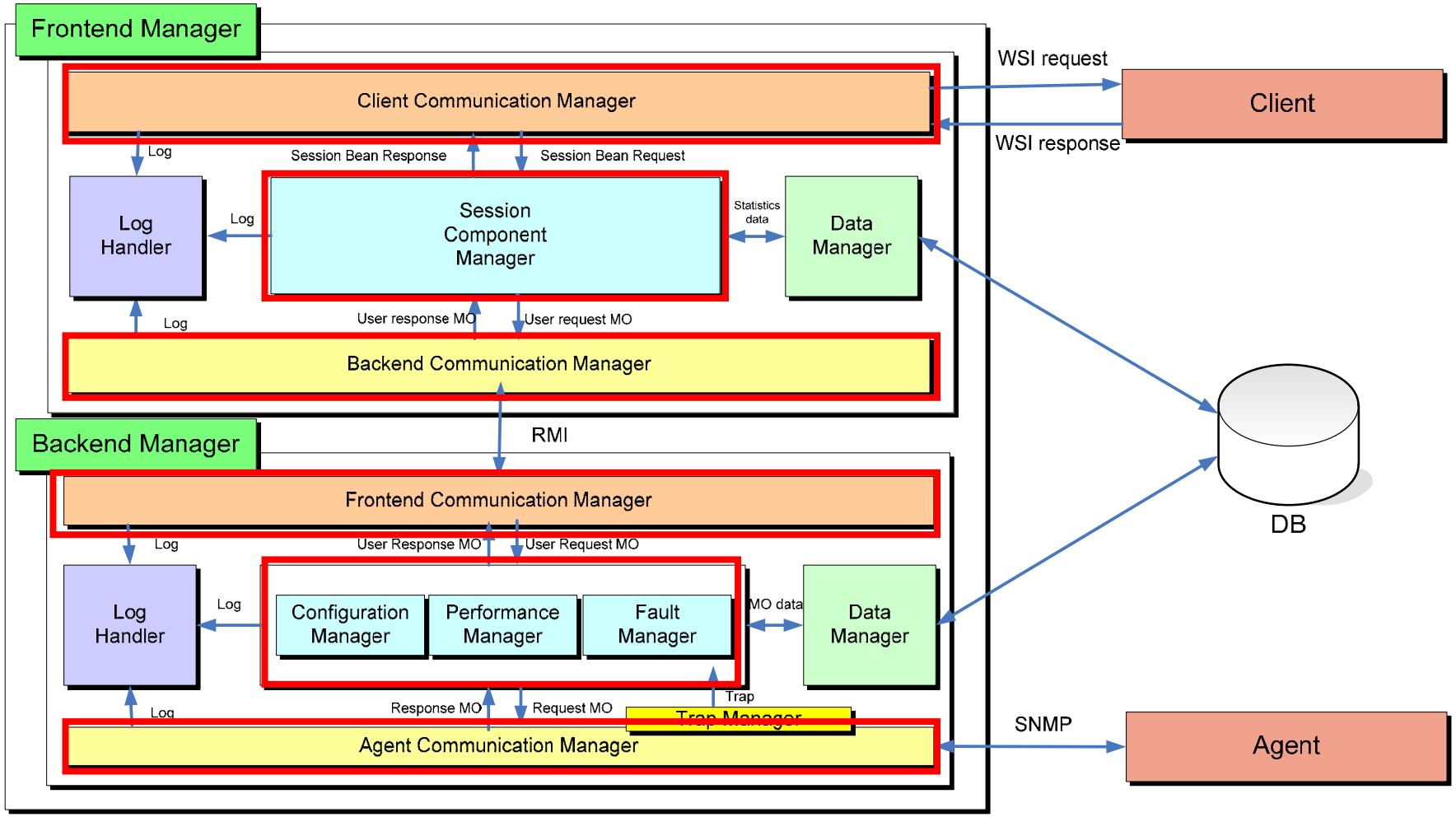
- PLC 장비의 관리정보 조회 및 설정 기능
- 장애 발생 시, Trap과 Alarm을 통한 장애관리기능
- 성능관련 데이터 처리 (수집,분석,조회) 기능
- 가입자 및 사용자 정보 관리기능

❖ 비기능적 요구사항

- 모든 모듈 기능의 독립적 설계
- 수천 건의 서버 부하 발생 시에서 다운되지 않는 대용량 처리가능
- 표준 인터페이스 제공을 통한 Multi-tier 기반의 다중 플랫폼 지원

통합 PLC NMS

❖ 통합 PLC NMS의 구조



통합 PLC NMS

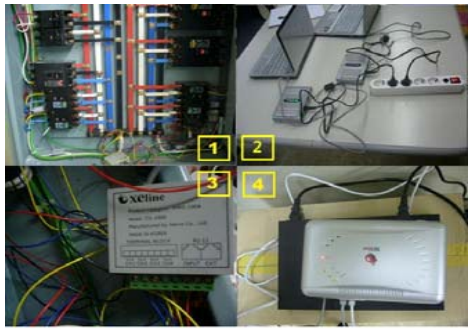
❖ 개발 환경

- Language : JDK 1.5.0_06
- OS : Windows XP Professional Service Pack 2
- IDE : Eclipse 3.1
- Library : AdventNet SNMP API, Lomboz (JSP Plug-in)
- Web server engine for JSP : Apache Tomcat 5.5
- Web client : JSP (Java Server Pages)
- Database : Oracle database 10g

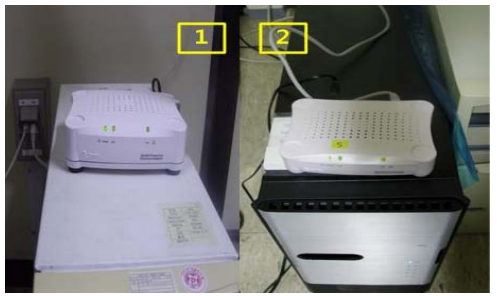
테스트베드 구축

- 3개의 네트워크로 구성된 이종 PLC 테스트베드 구축
  - Xeline, Corinex(DS2), Common PLC MIB

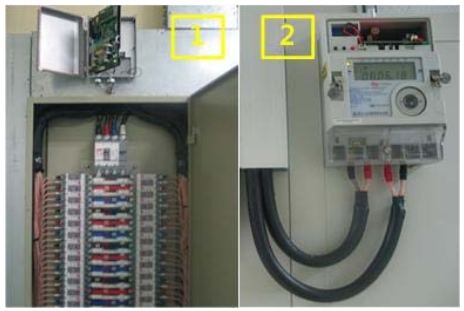
- Xeline PLC 네트워크 (XPAS-200B System)
  - 정보통신연구소 353호
  - 장비구성
    - PLC Master Unit : MM-200B 1개
    - PLC Slave Unit : SU-200B 5개
    - PLC EMS Unit : EU-200B 1개



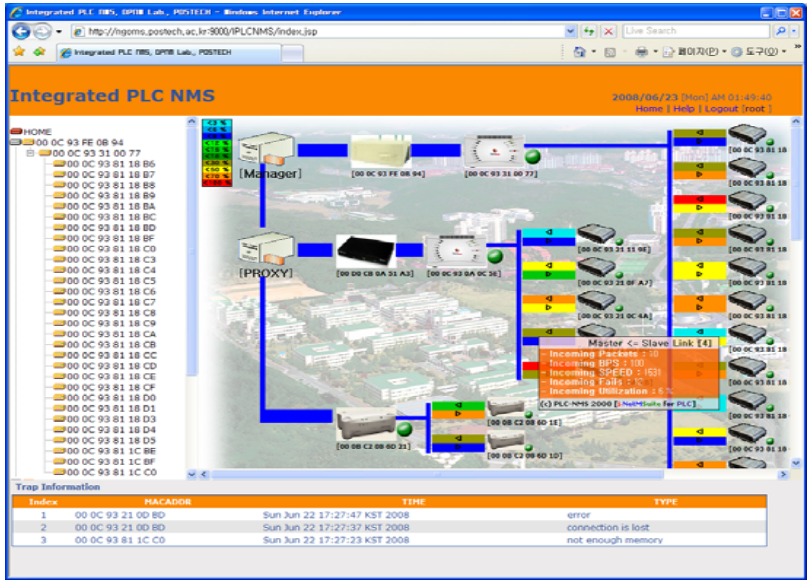
- DS2 PLC 네트워크
  - 정보통신연구소 222호
  - 장비구성
    - AV200 Enterprise Powerline Ethernet Adapter : 3개

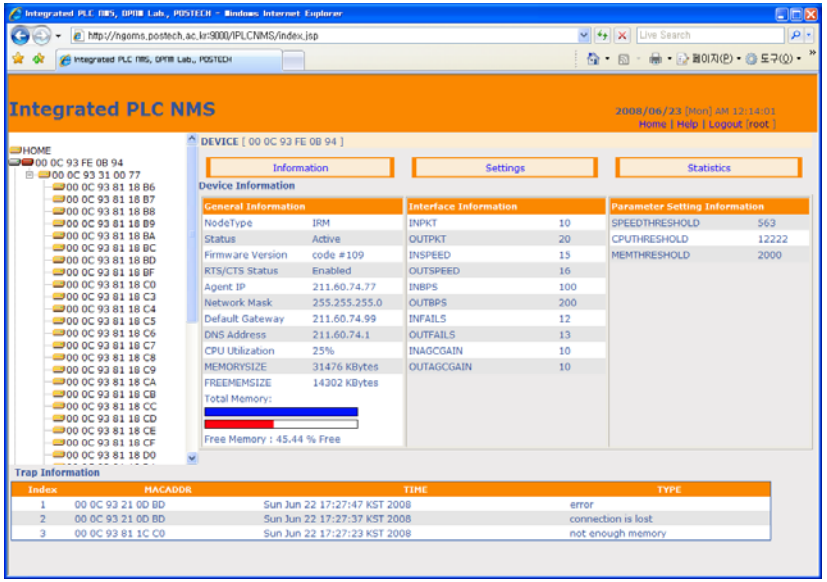


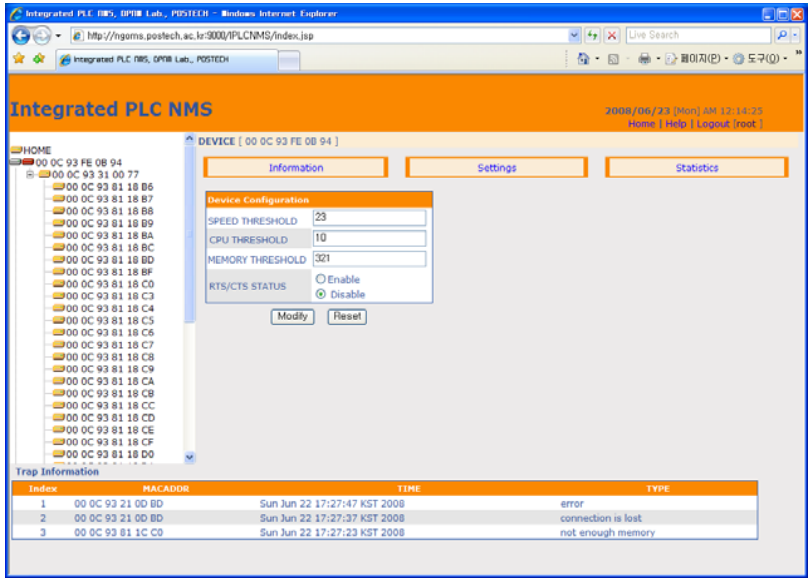
- Common PLC MIB 네트워크
  - 대전, 원격 검침 시범망
  - 장비구성
    - IRM Unit : 1개
    - PLC Master Unit : 1개
    - PLC Slave Unit : 30개

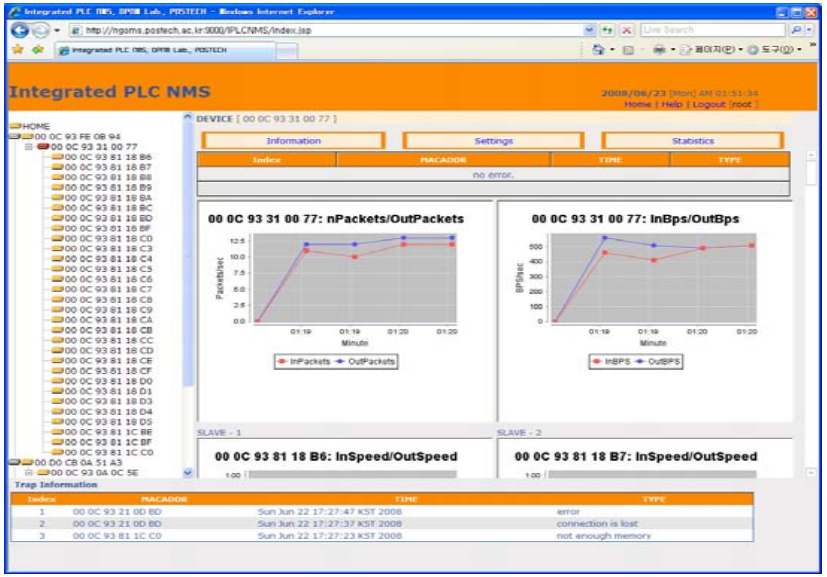


통합 PLC NMS 테스트









결론 및 향후 연구

❖ 결론

- 이종 PLC 네트워크를 위한 통합 관리체계를 제안
  - Common PLC MIB 설계
  - 통합 PLC Proxy Agent 제안
  - 통합 PLC NMS를 개발
- 통합 PLC Proxy Agent의 확장성 검증
- 이종 PLC 네트워크를 위한 통합 관리체계의 실현 가능성 검증
  - 이종 PLC 네트워크 테스트베드 구축
  - 통합 PLC NMS를 이용한 여러 통합 관리기능 수행을 통한 효율적인 네트워크 관리 검증

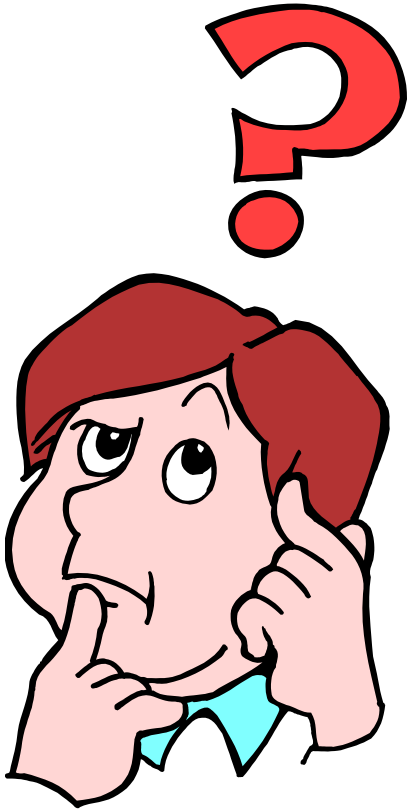
❖ 향후 연구

- Common PLC MIB을 통한 대규모 이종 PLC 네트워크에서의 통합 관리체계의 실효성 검증

연구 실적

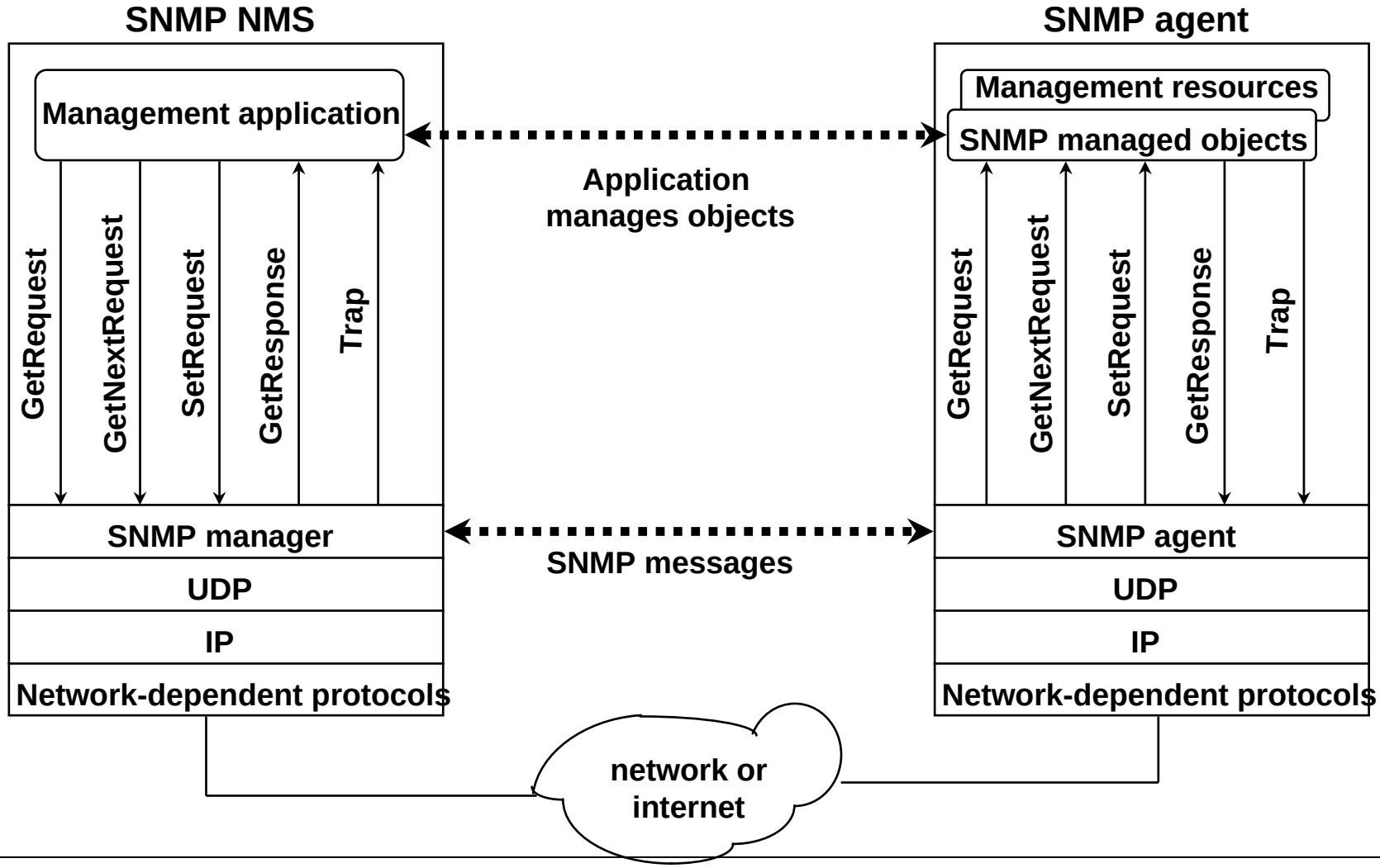
- International Conference: 3편
  - **Chang-Keun Park**, Joon-Myung Kang, Mi-Jung Choi, James Won-Ki Hong, Young-Jun Lim, and Seong-Ho Ju, "Definition of Common PLC MIB and Design of MIB Mapper for Multi-vendor PLC Network Management", IEEE International Symposium on Power Line Communications and its Applications (ISPLC 2008), Jesu Island, Korea, April 2 ~ 4, 2008, pp. 152~157.
  - **Chang-Keun Park**, Joon-Myung Kang, Mi-Jung Choi, James Won-Ki Hong, Young-Jun Lim, and Munseok Choi, "An Integrated Network Management System for Multi-Vendor Power Line Communication Networks", the International Conference on Information Networking 2008 (ICOIN 2008), Busan, Korea, January 23 ~ 25, 2008.
  - Joon-Myung Kang, **Chang-Keun Park**, Eun-Hee Kim, James Won-Ki Hong, Yong-hun Lim, Seongho Ju, Moon-suk Choi, Bum-suk Lee, and Duckhwa Hyun, "Design and Implementation of Network Management System for Power Line Communication Network", IEEE International Symposium on Power Line Communications and its Applications (ISPLC 2007), Pisa, Italy, March 26-28, 2007, pp. 23-28.
- Domestic Journal: 1편, Domestic Conference: 4편
- Patent
  - 최문석, 주성호, 김영현, 임용훈, 박병석, 이범석, 홍원기, **박창근,** " 다중 벤더 전력선 통신망 관리 시스템 및 그 방법" 출원번호: 10-2007-0097802, 2007.09.28

Q & A



SNMP (Simple Network Management Protocol)

- IETF에서 표준화한 가장 널리 쓰이는 네트워크 관리 프로토콜
- Manager – Agent 모델



PLC 칩셋 업체 소개

❖ 국내 업체 소개

- Xeline
  - 1999년에 설립된 한국회사
  - 고속 PLC 시스템(24Mbps 급 XPLC21) 개발
  - XPAS-200B (XPLC21기반 인터넷 가입자망 시스템) 개발
  - 최근 200Mbps 급 모뎀 칩셋(XPLC40A) 발표

❖ 국외 업체 소개

- Intellon
  - 1989년에 미국에 설립된 미국회사로, Homeplug 규격의 중심회사
  - 가정 콘센트를 꽂아 인터넷을 이용할 수 있는 가정용 PLC 모뎀 (14 Mbps 급) 개발
  - 최근 A/V 용 85 Mbps급 칩셋 출시 및 200 Mbps급 칩셋 개발 진행

- DS2
  - 1998년에 설립된 현재 가장 빠른 전력선 통신기술을 가진 스페인 회사
  - UPA(Universal Powerline Association)와 OPERA(Open PLC European Research Alliance)의 중심회사
  - 최초 200 Mbps 급 칩셋 개발 및 상용화
  - 최근 400 Mbps 급 초고속 PLC 칩 발표

- Panasonic (마츠시타 전기)
  - 일본 회사
  - Wavelet OFDM 변조방식을 이용해 4MHz~28MHz의 대역에서 최대 190Mbps의 전송속도를 갖는 'HD-PLC'이라는 명칭의 PLC 기술을 개발

PLC 표준화 단체 소개 (1/2)

❖ HomePlug

- 미국과 일본 기업이 중심이 되어 2000년 4월에 설립된 민간표준화 단체
- 목적
  - PLC 기기를 사용한 옥내 네트워크와 제품기술의 표준화, 호환,보급
- 옥내 PLC 규격(Homeplug 1.0, Homeplug AV) 공개
- 옥외 PLC 규격(Homeplug BPL) 표준화 예정
- 참여기업
  - Linksys, GE Security, Comcast, Intel, Motorola, Samsung, Sharp, Sony, Intellon 등

❖ UPA (Universal Powerline Association)

- 유럽과 일본의 기업이 중심이 되어 2004년 9월에 설립된 단체
- 목적
  - 옥외와 옥내, 그리고 공존을 위한 기술사양 및 변조방식 등의 표준화
- 2005년 7월, PLC 시스템의 공존 규격 고시
- 참여기관
  - Ambient Corporation, Ascom, Corinex Communications, DS2 등

PLC 표준화 단체 소개 (2/2)

❖ OPERA (Open PLC European Research Alliance)

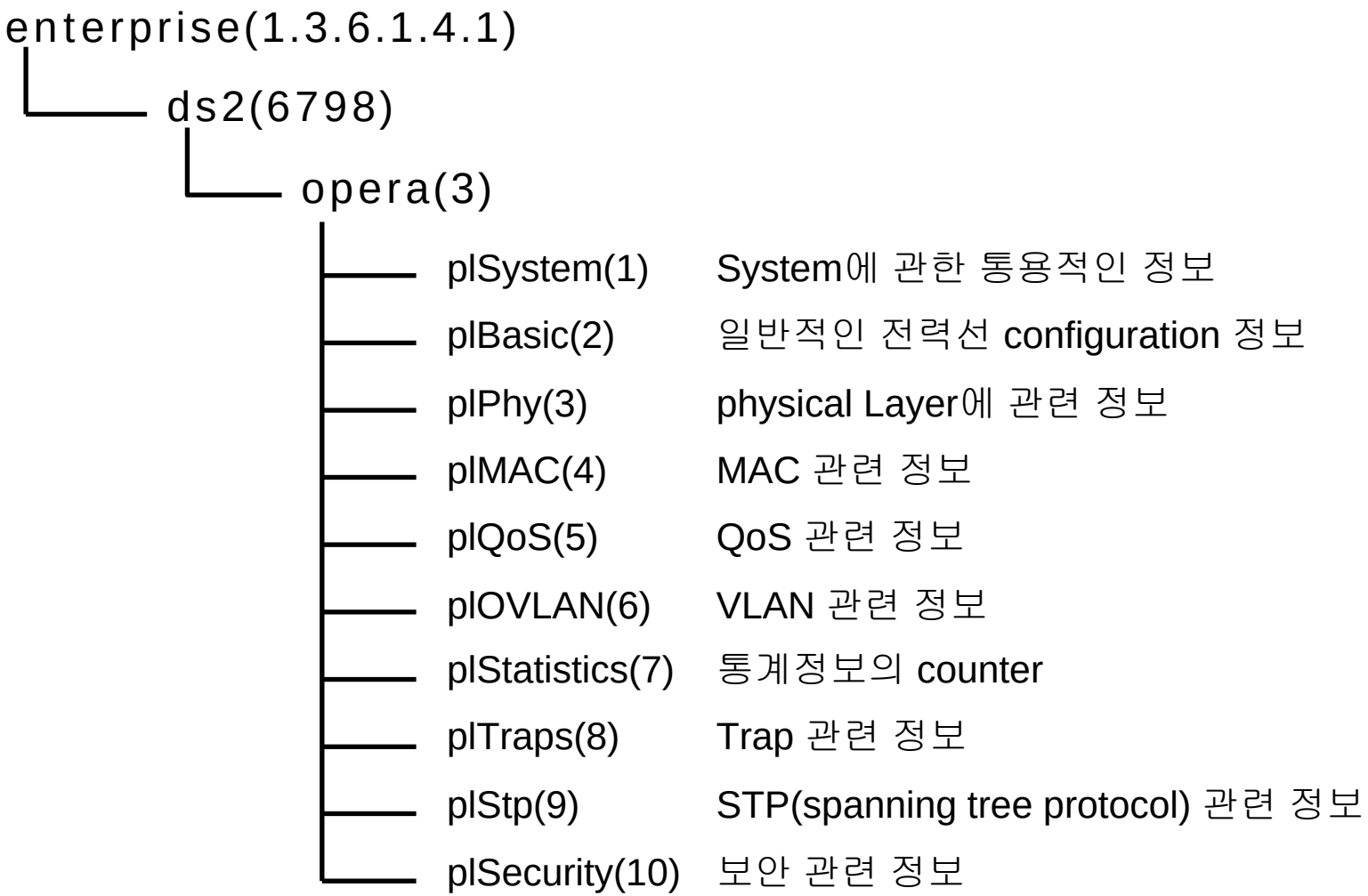
- 개요
  - EC (European Commission) IST Programme 의 R&D Project
  - 2004년부터 2008년까지 4년 동안 각각 2년 씩 2 단계로 진행
- 목적
  - 유럽 전 지역에 PLC 기술 구현과 확장
  - PLC 장비들의 성능 개선
  - PLC 기술을 통해 제공할 수 있는 다양한 Services 개발
  - PLC 시스템들의 표준화
- 참여기관
  - DS2 주도 하에 유럽의 전력회사, 가전업체, 대학 등 을 포함한 35개 업체들이 참여

❖ IEEE P1901 WG

- 목적
  - Access PLC 와 in-home PLC의 공존과 상호운용을 위한 PHY Layer 와 MAC Layer 의 표준안을 지정
  - 다양한 PLC 장비끼리 뿐만 아니라 다른 네트워크 프로토콜 (예: IEEE 802 시리즈)와의 상호운용 제공
- 참여기관
  - CEPCA, DS2, HomePlug, Intel, Intellon, SONY, Mitsubishi Electric, UPA

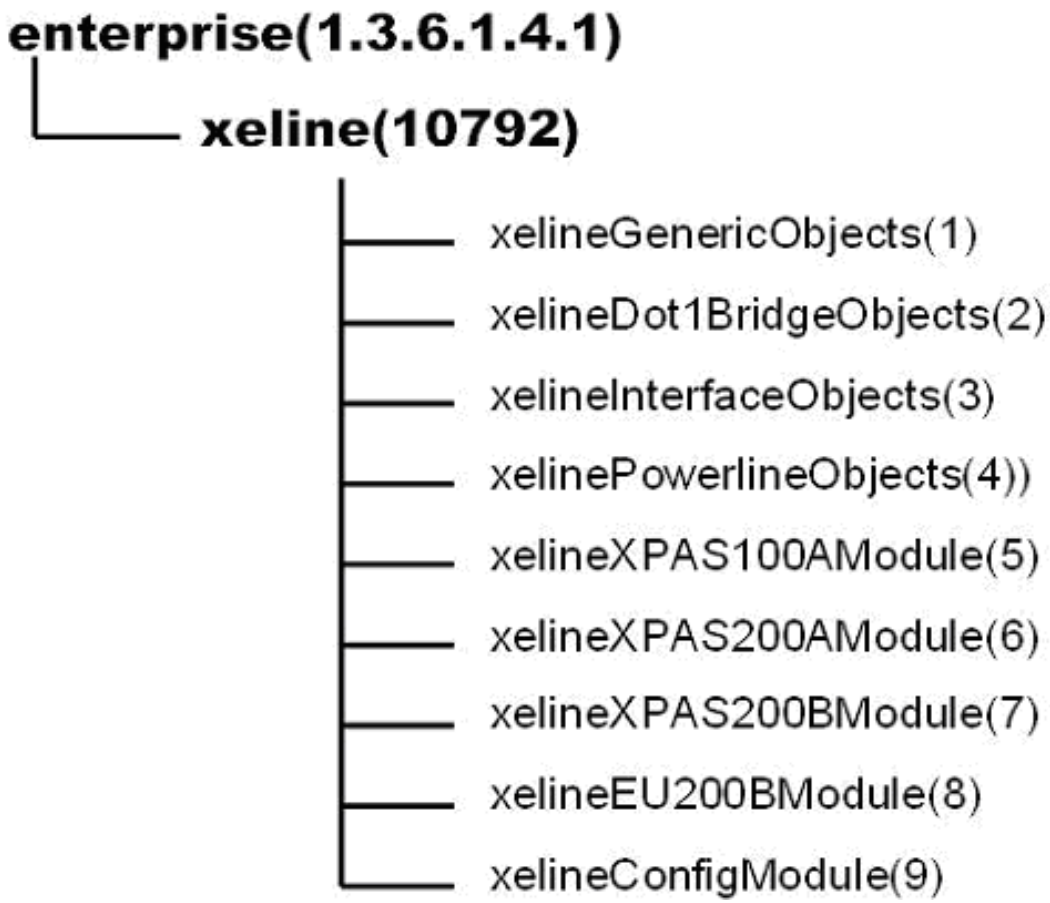
OPERA MIB

❖ OPERA PLC 장비를 위한 MIB 정의

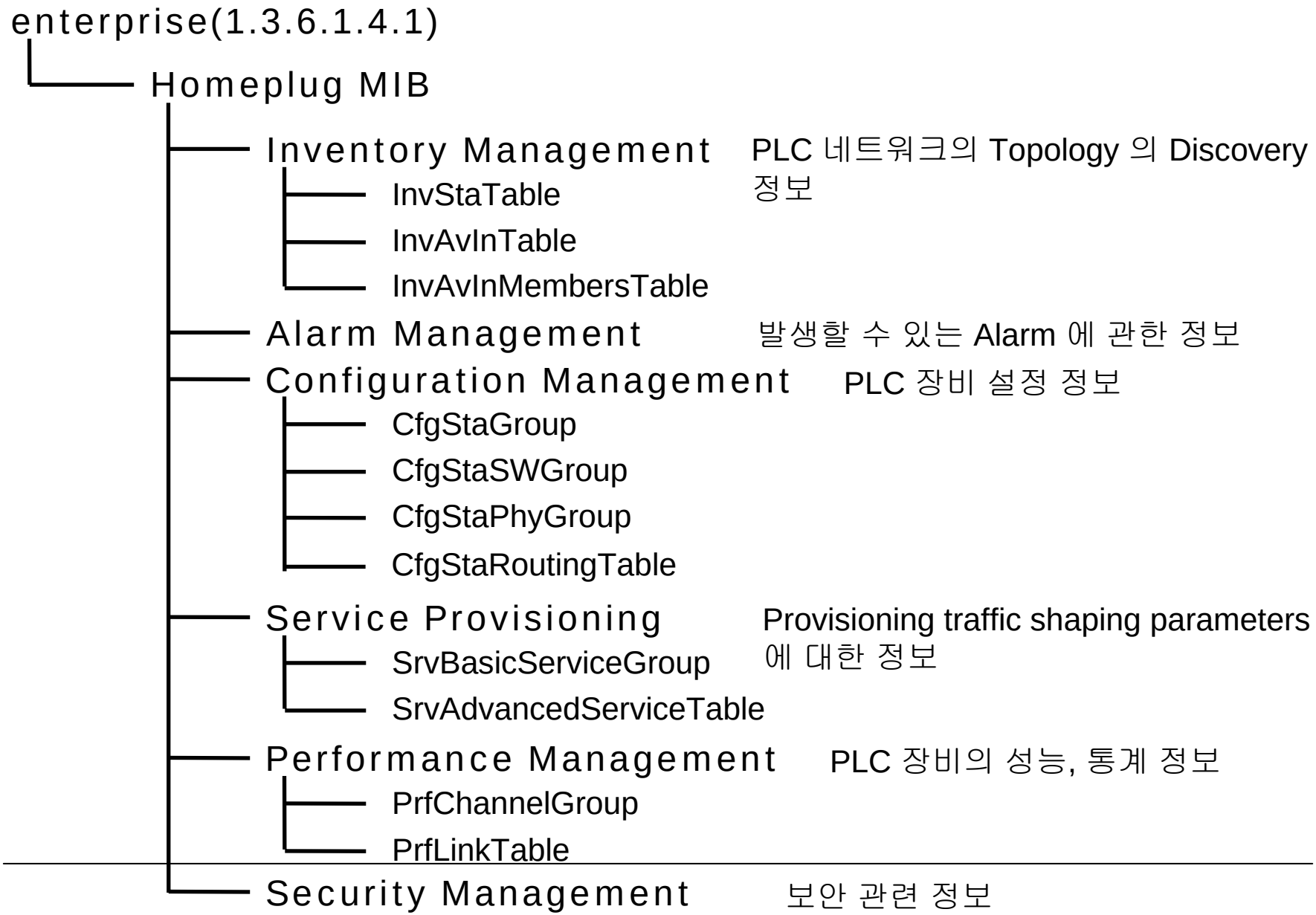


Xeline MIB

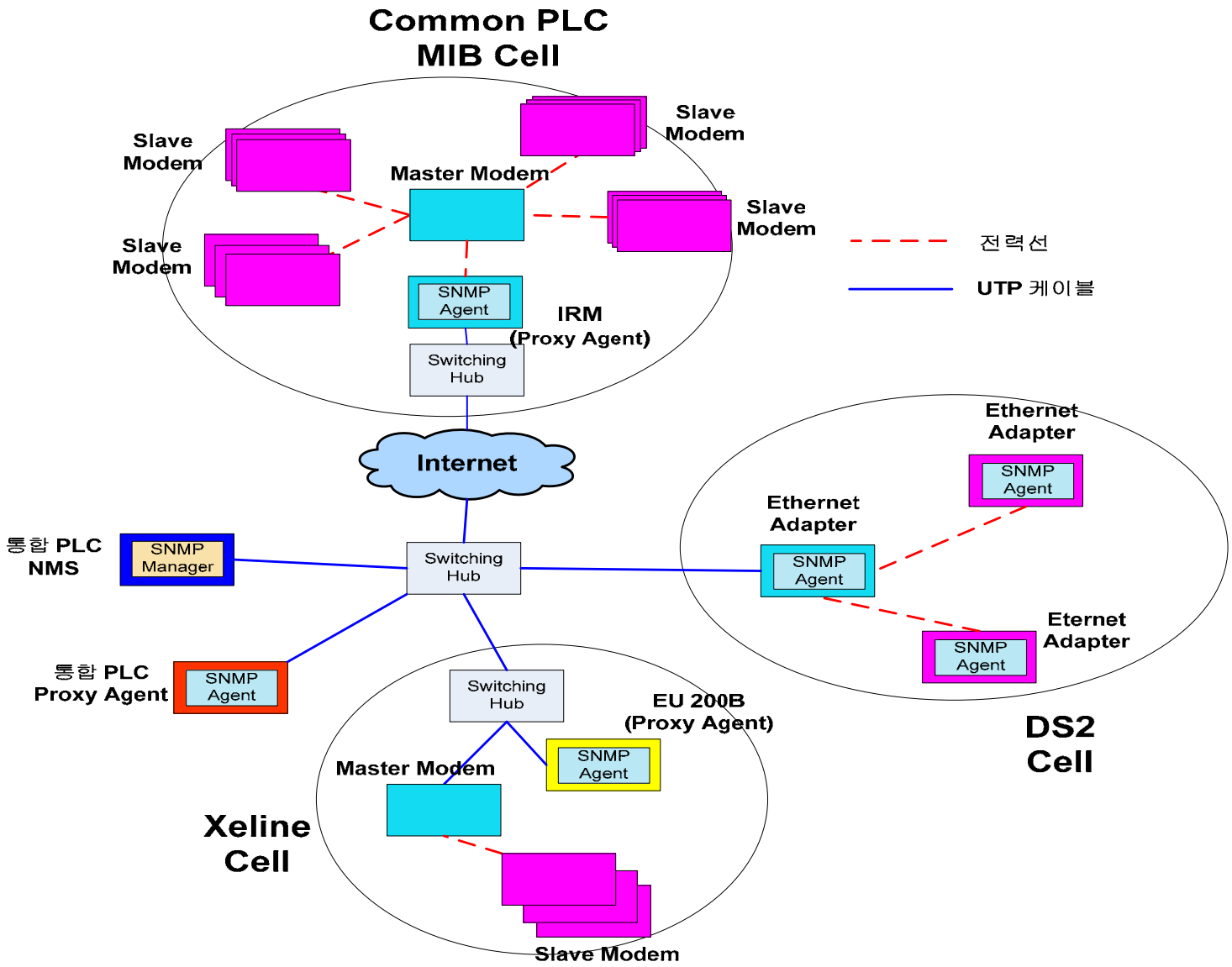
❖ Xeline PLC 장비(XPAS-200B System)를 관리하기 위한 MIB



Homeplug MIB

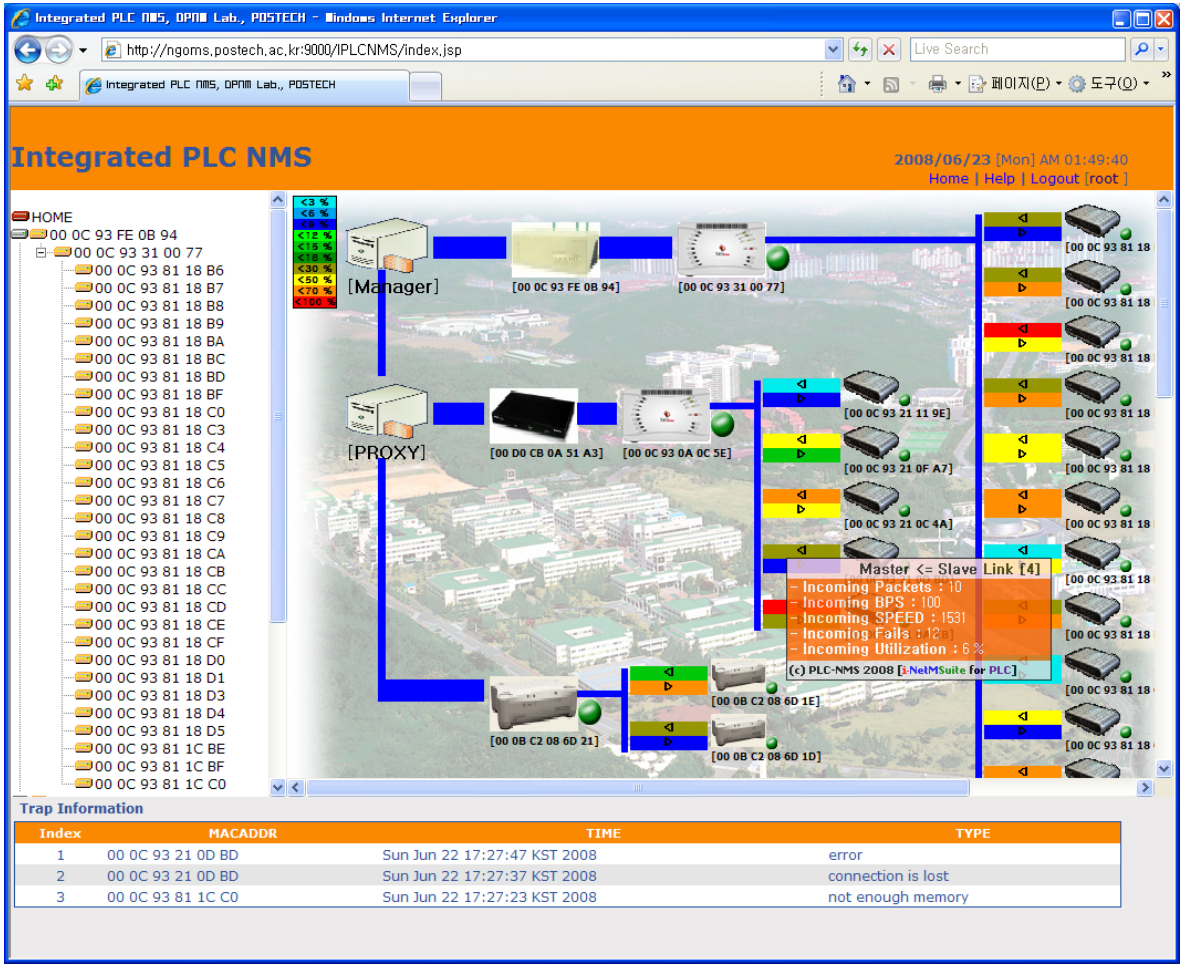


이종 PLC 네트워크 테스트베드 구조



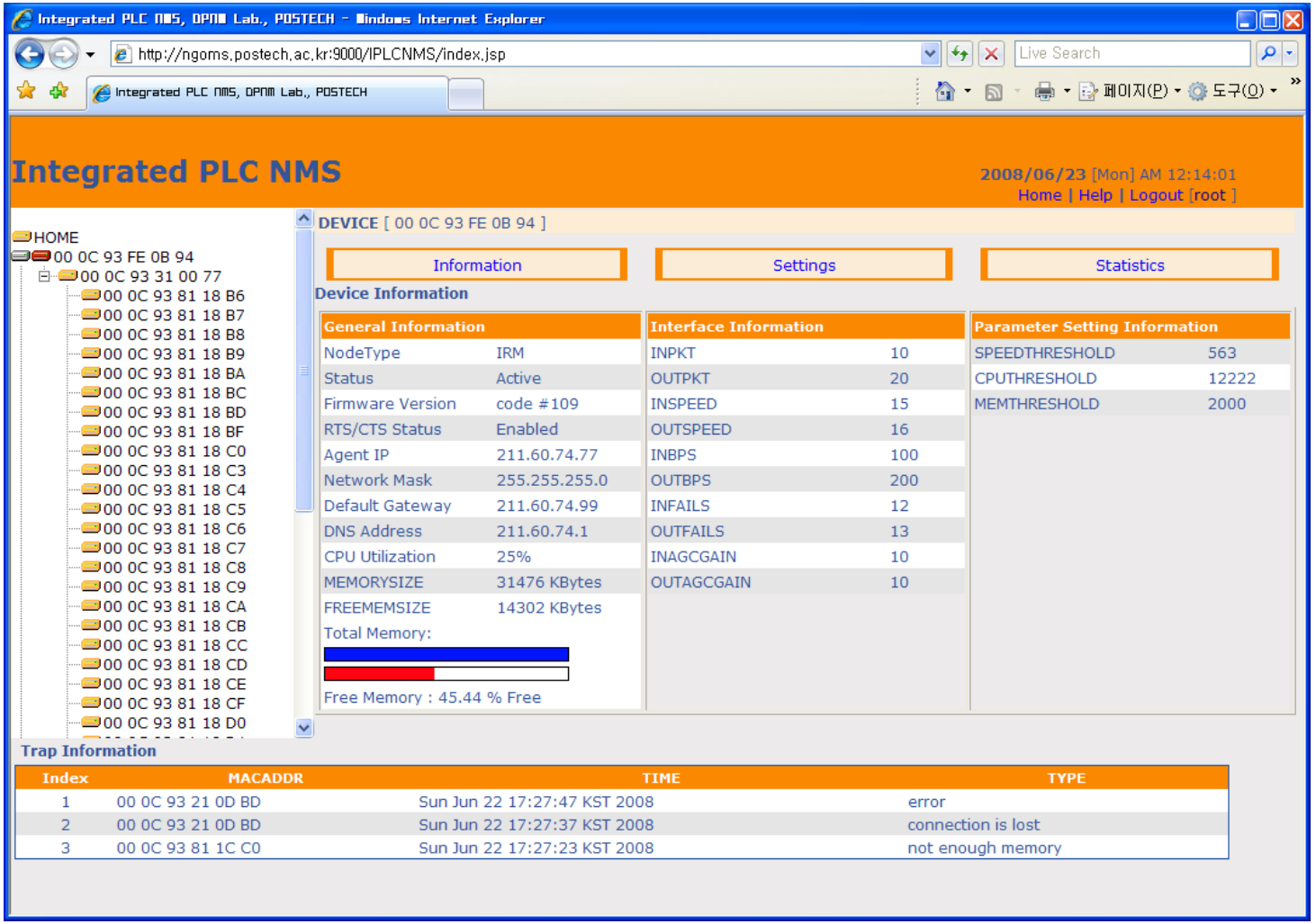
통합 PLC NMS 테스트

❖ PLC 네트워크 상태를 실시간으로 웨더맵형태로 보여주는 메인 화면



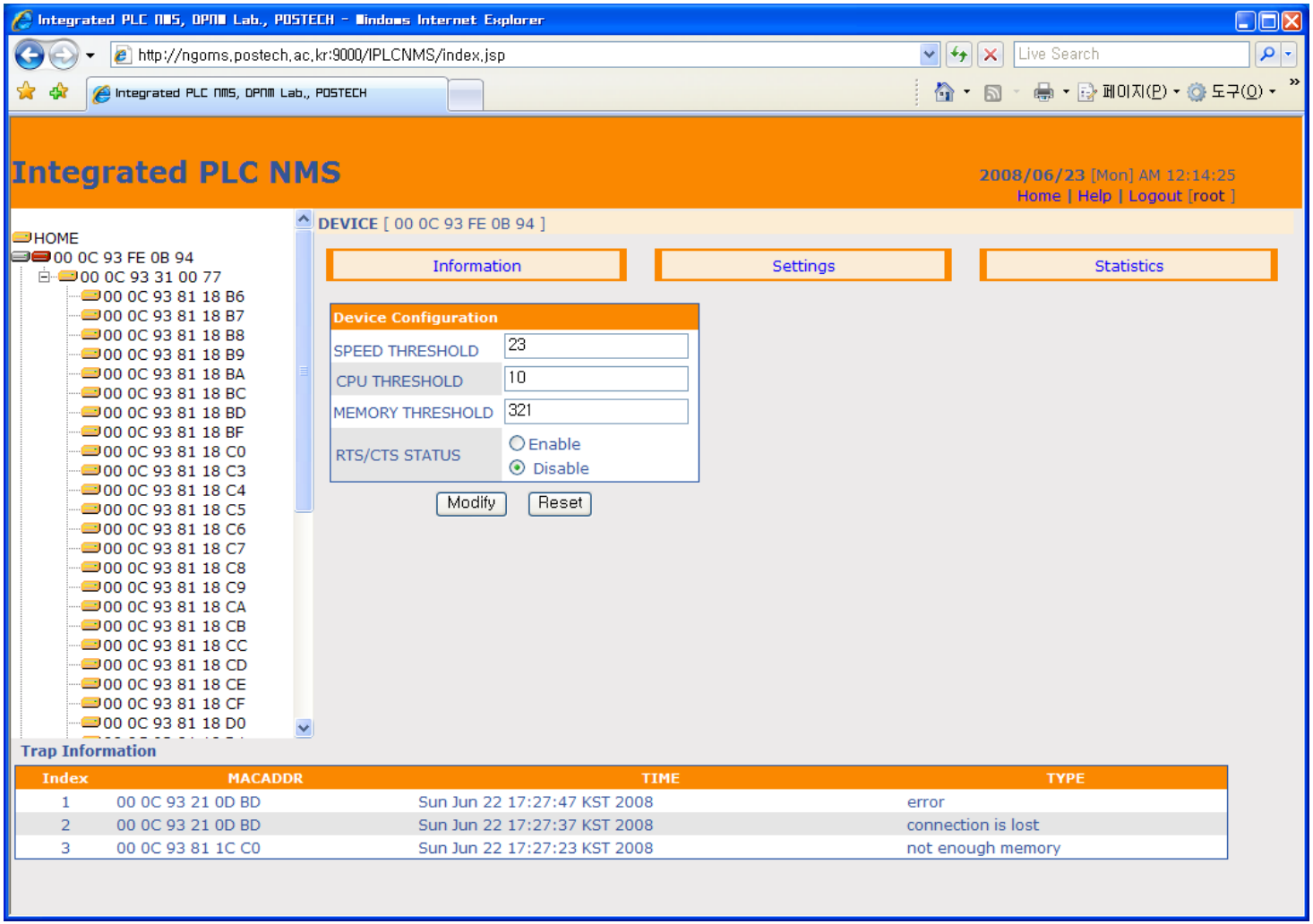
통합 PLC NMS 테스트

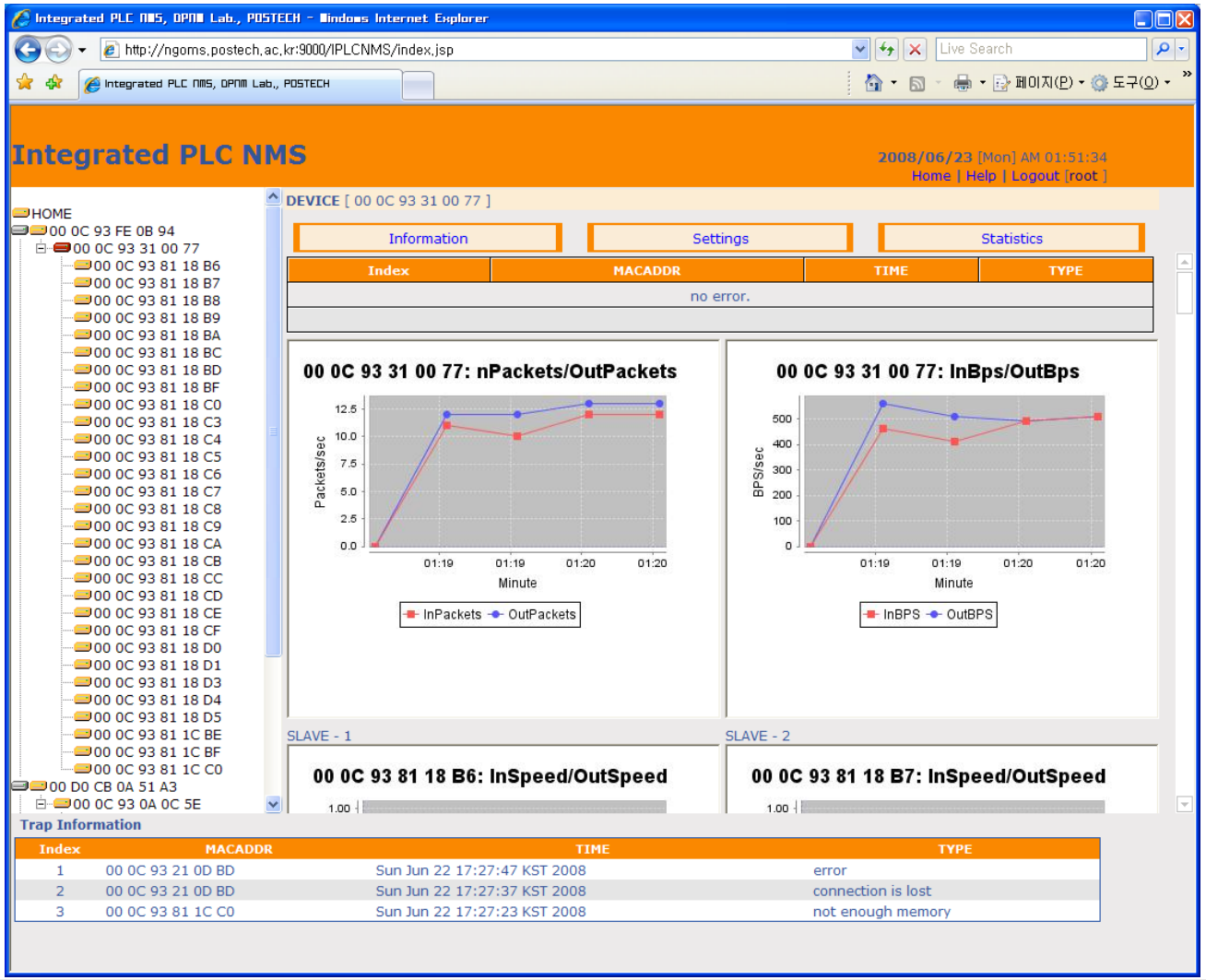
❖ PLC 장비의 구성 정보를 보여주는 화면



통합 PLC NMS 테스트

❖ PLC 장비의 장애를 점검하기 위한 임계치 설정 화면



통합 PLC NMS 테스트

❖ PLC 장비의 성능 정보를 보여주는 화면