

# 빌딩자동제어 시스템 개방화를 위한 Web 네트워크 활용방안

(A study on Using Web Browser for openness of Building Automation System)

홍원표\*, 이원규, 박원국

(Won Pyo Hong, Won Kyu Lee, Won Guk Park)

## Abstract

This paper proposes the new concept & design method and implementation of LonWorks network system for remote monitoring & lighting dimming control and telemetry using Web network. The Experimental LonWorks network system for telemetry & remote monitoring and control are designed and fabricated. As a result, it is verified that LonWorks is open, interoperable, reliable network system from the experimental results, especially, it seamlessly links the data and control networks, allowing the IP(Internet) network to be treated as an extension of the LonWorks networks, and vice versa.

## 1. 서론

시스템 제측의 목적은 필요한 현상을 측정하여 그 결과를 기초로 하여 제어 대상을 정확히 제어하는 데 있다. 그를 위하여 제측기술은 제어기술과 밀접한 관계가 있고 양자의 친화성은 매우 중요하다. 제측기술은 1970년대부터 4-20mA 루프로 대표되는 일대일(point-to-point)통신으로부터 1980년대의 RS-485로 대표되는 멀티플렉스 버스(multiplex bus)시대를 거쳐서 현재는 통신 프로토콜을 가진 버스를 이용하는 것까지 발전하고 있다. 특히 최근에는 분산제어 아키텍처를 생산공장, 플랜트 및 빌딩자동화 분야 등 극히 광범위한 제어 목적으로 사용되고 있으며 그 응용분야가 다양하고 각각의 고유한 요구조건을 만족하기 위해서는 노드를 지능화하고, Peer-to-peer 통신 프로토콜을 가진 개방화된 지적분산제어 네트워크가 요구되고 있다. 따라서 최적 시스템 제어를 구성하는 요인은 범용성이 있고 저렴하게 노드를 구성하여 여러 공급자의 기기와 시스템을 통합할 수 있는 고도의 지적분산제어 네트워크를 적용하여야 한다. 분산제어에서는 노드가 많기 때문에 각각의 노드가 공통적으로 사용할 수 있는 프로토콜을 사용하여 노드를 지능화 하면 최고의 이상적인 시스템을 구축할 수 있다. 분산제어 네트워크를 실현하는 데는 기기나 센서 등이 자체적으로 동작을 제어하는 기능과 기기(노드)간 peer-to-peer 직접 상호간 통신하는 메카니즘을 구비하고 있어 각각의 기기가 자체적인 판단으로 동작한다. 이 때문에 중앙제어 장치를, 경유하는 시

간지연 및 통신제한을 극복할 수 있으며, 1개소(노드)의 고장으로 인한 시스템기능정지를 피할 수 있다. 따라서 아무리 복잡한 시스템이라도 단순한 기기 연계의 집합으로 설계할 수 있으며 또한 시스템 운용개시후 기기의 기능 변경이나 새로운 기기의 추가가 용이해진다[1~5].

한편, 현대사회는 인터넷을 통하여 모든 데이터를 시·공간에 관계없이 자유로이 유통되는 단일화된 네트워크로 발전되었다. 이는 이 네트워크에 사용되는 TCP/IP의 프로토콜이 사실상 표준화되어 사용되고 있기 때문이다. 따라서 저렴하고 개방된 제어 네트워크 구축이 전제되면 가정, 공장, 플랜트, 빌딩, 상하수도, 방범(출입관리) 등의 설비를 인터넷과 연결하여 지역, 시간에 구애 없이 전세계 어디서나 설비, 자동검침, 원격감시(전력량, 수요관리) 및 제어시스템을 저렴하게 구축할 수 있다. 특히 광범위하게 산재되어 있는 전력설비의 원격 감시, 수요관리 및 제어 있어서 획기적인 기술이 될 것으로 판단된다.

그럼에도 불구하고 현재 대부분 제어시스템이 다수의 공급자에 의하여 기기 및 시스템이 서로 다른 프로토콜과 디바이스의 어플리케이션 프로그램이 사용, 즉 폐쇄된 시스템이 주류를 이루고 있고, 또한 분산제어 시스템에서의 정보가 각 기기에 분산되어 있어 정보계 네트워크에 접속된 컴퓨터에 시스템 전체를 관리하는 원격감시 제어 시스템을 구축하는 것은 곤란한 실정이다[3,4]. 그러나 최근에 컴퓨터산업에서 일어난 분산화, 네트워크화, open tools화가 제어 및 자동화 분야에서도 동일한 메리트를 실현시킬 수 있는 새로운 네트워크 기술의 필요성에 따라 에쉬론(Echelon)사기 LonWorks를

개발하였다. 이는 모든 디바이스에 의해 공유되는 프로토콜을 통하여 통신할 수 있는 기술이다. 통신용 트랜시버와 매카니즘이 표준화되어 있고 오브젝트모델, 프로그래밍/ 문제해결도구가 LonWorks 디바이스간의 보다 빠르고 상호운용가능한 설계 및 구현을 가능케 한다. 또한 LonWorks의 지능분산, 상호운용가능성 및 수평적 구조(flat architecture)는 멀티벤더의 환경을 구축해주고 시스템 제공자 및 사용자 모두에게 융통성과 유지보수의 용이성을 제공해 준다 따라서 폐쇄적이고 하나의 벤더에 의존적이던 종래의 시스템이 보다 저렴한 설치비용, 보다 저렴한 유지보수비용 및 강화된 기능과 확장성이 보장되는 새로운 제어용 네트워크시스템이라 할 수 있다[1].

LonWorks시스템의 구성요소는 뉴런칩(Neuron chip)이라고 명명된 저렴한 비용의 LSI를 각종센서 스위치, 액추에이터(보일러, 팬, 밸브, 모터 등)에 분산배치하고 그들을 접속하여 제어네트워크시스템을 구축한다. 통신매체로는 트위스트 페이션, 전력선, 동축케이블, 광파이프, 무선, 적외선, 등의 다양한 미디어를 이용할 수 있고 신설, 기존설치를 불문하고 모든 오토메이션 요구에 대응할 수 있다. 뉴런칩은 다양한 제어기능, LonTalks라는 통신기능이 미리 내장되어 있어 복잡한 제어망을 단 시간에 구축할 수 있다. 또 뉴런칩을 내장한 센서, 액추에이터, 컨트롤러는 모두 공통된 LonTalks 프로토콜로 통신하기 때문에 시스템 개방성이 보증된다[2,3].

특히 LonWorks가 여타 필드버스와 차별화 될 수 있는 점은 일관된 네트워크 관리(Network Management) 솔루션까지 갖춘 제어용 네트워크라는 점이다. LNS는 시스템 설치자 및 통합자가 서로 다른 벤더의 제품을 묶어서 전체 네트워크를 구성하는 데 편리한 잇점을 제공한다. 즉 LNS는 PC를 비롯하여 다른 마이크로 프로세서나 마이크로 컨트롤러에 구현되어 LonWorks를 구성, 설치, 모니터링, 제어할 수 있는 어플리케이션을 작성할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 에쉬론사가 개발한 LonWorks 시스템을 이용하여 개방형 지능분산제어 네트워크를 구축 기술을 확립하고 이 시스템을 정보네트워크와 막힘없이(seamless) 통합할 수 있는 시스템을 구성하여 빌딩자동제어에서 흔히 접하는 기본제어·감시 대상을 상정하여 Web 상에서 원격검침(전력, 가스미터, 열량미터, 열량계, 온수미터), 조명설비의 조도제어(dimming control), 모터, 경보등 및 팬을 원격제어 감시 할 수 있는 기술을 개발하였다. 본 논문 결과는 LonWorks 네트워크로 제어되는 빌딩, 공장, 홈 등을 LAN이나 WAN을 개입시켜 필요한 제어대상을 원격 감시·제어 시스템을 경제적으로 구축하는 데 매우 유용한 기술을 제공할 것으로 판단된다 또한 가정, 대단위건물(아파

트, 사무소 건물 등), 공장 등의 원격검침 및 원격감시 기술을 실용화 할 수 있어 국가적으로도 경제적이고 기술적인 파급효과가 클 것으로 판단된다.

## 2. 원격제어·감시 및 검침을 위한 LonWorks 시스템의 구축 및 실험

### 2.1 원격검침 및 감시시스템 개요

원격검침은 멀리 떨어진 지점의 측정 대상으로부터 측정결과를 전기적신호로 변환하여 통신 네트워크를 통하여 데이터를 전송하고 이 데이터를 컴퓨터로 처리하는 기술을 말한다. 이 시스템은 센서 또는 메터를 통하여 제측 및 검출된 데이터를 전송해주는 단말제어장치, 데이터를 원산지까지 전송해주는 통신네트워크 및 수집된 데이터를 처리하는 원격검침·감시 센터 구성된다. 원격검침 감시기술은 통신기술과 컴퓨터기술의 발달로 인하여 많은 분야에서 다각적으로 이용되고 있다 최근 무인검침, 공해감시, 전력 및 가스계통의 집중관리, 기상관측 등의 광역 데이터 수집 및 처리시스템 및 국민생활 편익을 위한 무인방범시스템에도 활발하게 이용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 아파트 등의 공동주택, 빌딩 및 공장을 대상으로 개방된 LonWorks 시스템이 설치되면 이 곳의 중요한 검침대상이 되는 전력적산량, 수도적산량, 가스적산량, 열량적산량, 온수량적산량과 제어·감시신호 등을 오픈 프로토콜을 가진 통신망인 LonWorks 시스템을 통하여 원격감시센터 정보처리 장치까지 신뢰성 있는 데이터를 전송할 수 있을 뿐만 아니라, 인터넷과 인트라넷을 통하여 광역화된 데이터를 수집하여 원격검침과 집중감시 기술을 손쉽게 구축할 수 있도록 그 기반기술을 제공하는 데 목적이 있다.

특히 원격 전력감시 및 검침 시스템 제어네트워크가 오픈이 전제되어야하고 리얼타임과 고신뢰성이 확보 및 시큐리티 문제 등을 해결해야한다 이를 위하여 본 연구에서 구축하는 LonWorks 시스템은 개방된 LonTalks 프로토콜과 인증(Authentication)서비스를 지원하는 탁월한 보안성, 우선 순위가 있는 통신지원을 통한 네트워크 고 부하시에도 안정적인 응답시간 확보(optional priority) 및 다양한 통신 미디어 지원하는 등 이러한 요구조건을 최적으로 만족시킴으로서 앞으로 그 응용 가능성이 지대할 것으로 판단된다.

본 연구에서 구축한 원격제어·감시 및 검침 시스템은 필스 신호 발생 장치가 내장된 계량기(전력량계, 수도미터, 가스미터, 열량계, 온수미터 등)의 검침 작업을 검침원이 각 가정이나 사업장을 방문

하지 않고 별도의 통신 매체를 이용하여 원격지에서 자동으로 읽어내고 관리하는 시스템분야와 빌딩 자동제어 조명설비의 조도제어 및 팬과 모타기동 및 CCTV를 이용한 원격출입제어시스템을 가상하여 실험시스템을 구축하는 두 개의 서브시스템으로 구성하였다. i·LON에 있는 웹서버 기능을 사용하여 iLON의 메모리에 홈페이지와 관련한 Java Script나 HTML로 문서를 작성한 후 Web 브라우저에서 해당 iLON 주소를 입력하여 원격제어 감시기능을 간단히 수행하였다. 이 시스템 개발에 있어서 제일 중요한 것은 데이터의 신뢰성이다. 이를 위하여 전 세계적으로 컨트롤 네트워크에 사용되는 LonTalk 프로토콜(OSI 7 Layer)과 노이즈에 강한 FTT-10A 트랜시버를 사용하여 원격검침 및 제어·감시 시스템을 구축하였다.

## 2.2. 시스템구성

이 원격 감시 제어 및 검침시스템은 크게 다음의 3가지로 구성되어 있다.

- 리얼머신(real machine) (실제기기): 감시제어 대상이 되는 여러 가지 전기기기로 제어계 네트워크 상에서 통신기능을 가진 원칩 마이크로 컴퓨터를 내장시켜 정보의 송수신 능력을 갖게 하였다. 내장되는 원칩 마이크로 컴퓨터는 현재 미국 에시론사의 뉴런칩을 사용하고 있다. 여기에 사용한 실제기기는 전기, 수도, 열량, 온도, 가스적산용 검침계량기와 모터, 팬, 전동, 감시용 CCTV이다.

-버추얼 머신(virtual machine) 서버(LonWorks 네트워크의 웹서버) : 데이터 통신에 의하여 리얼머신과 항상 동일한 내용의 정보를 공유하며 외전상으로는 리얼머신과 동일하게 동작하는 가상기기 Web 언어로서 만들어진 소프트웨어 오브젝트로서 인터넷 정보계 네트워크 상을 자유자재로 이동할 수 있다. 리얼머신과 버추얼머신간의 통신은 자동적으로 유지된다. 또한 버추얼머신의 관리나 전송, 액세스제어, 통신시큐리티 등을 하는 관리용 컴퓨터 기능도 가지고 있다. 즉 LonWorks 네트워크의 제어정보를 웹 기반의 도구로 접근(access)할 수 있도록 하는 기능을 한다. 본 연구에서는 시스코사의 i·LON을 사용하였다.

-원격감시·제어 센터·버추얼머신을 불러서 조작함으로써 원격지에서 리얼머신을 감시·제어할 수 있는 정보단말 퍼스널 컴퓨터나 휴대용 정보단말기를 위한 여러 가지 정보기기 이용이 가능하다. 이 시스템은 종래의 시스템과는 달리 심플하고 버추얼머신을 주위의 퍼스널 컴퓨터등 감시제어용

단말의 웹브라우저 등을 호출하여 마치 실제 기기가 앞에 있는 것처럼 조작할 수 있다.

### 2.2.1. 리얼머신

그림 2는 실험을 위한 감시 기기(팬, 모터, 경보등) 및 조명조도제어용 기기(전동)와 검침용 적산계량기 및 에쉬론사의 LonPoint와 본 연구에서 개발한 제어모듈 사진이다. 이 그림의 오른쪽 하단에 있는 사각형 박스 2개는 LonPoint 모듈이고 3번째 조금 작은 박스는 본 연구에서 개발한 제어 모듈이다. 표 1과 2는 실험용으로 제작된 리얼머신의 사양과 웹서버 사양을 각각 나타낸 것이다.

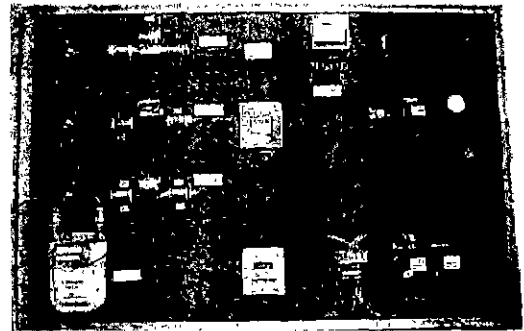


그림 1. 실험장치 전경(리얼머신)

Fig. 1. View of experiment equipment(real machine)

표 1 실험용 장치 사양

Table 1 Specification of experimental system

전원	정격입력전원	단상 220V/ 60Hz
	소비전력	16-30VAC
LonPoint	프로세서/메모리	뉴런 3150 chip , 10MHz, 56k 프레스메모리
	네트워크 트랜시버 타입	FTT-10A
네트워크 통신	전송매체	Twisted pair line/ Unshielded
	통신규약	LonTalk 프로토콜
	사용가능한 네트워크 형태	Free Topology, Bus Topology
	전송 속도	78kbps
	Encoding 방식	Differential Manchester Coding/극성무관
최대전송거리	Bus topology	2700m(리피터 설치시 확장가능)
	Free topology	500m(리피터 설치시 확장가능)

(a) 제어 모듈 사양

입출력 대상 기기	입출력 모듈	입출력(I/O) 수	입출력 수
진력, 수도, 온수, 가스세량기, 열량적산계량기	개발 제어모듈 (DIO-10 기능 8개)	DI/Counter	5
Fan, Motor, 경보등	DO-10	DO	3
진동조도 조절	AO-10	AO	1
소 계			9

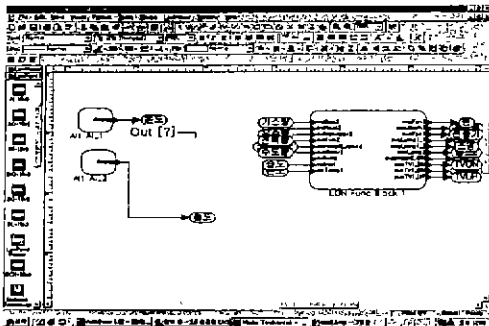


그림 3. 웹서버 기능함수 설정 화면  
Fig. 3. Setting of Functional Block of Web Server

이 기능함수는 단순히 네트워크 변수정보만 포함하는 것이 아니라 디바이스 구성속성을 가질 수 있는 데 기능함수를 선택한 후 오른쪽 버튼을 눌러 configure 또는 Plug-in메뉴를 선택하여 디바이스의 속성설정을 하였다. 각각의 제어감시 대상기기의 에 대한 입출력 별로 기능함수에 대한 프로그래밍을 LonMaker for Window로 쉽게 작성할 수 있다. LonPoint 디지털 출력은 여러 가지 프로세싱 기능- Direct, Delayed, Toggled, Pulsed, one-shot, Count- 등의 모드를 지원하기 때문에 사용자는 이런 모드를 사용하여 필드디바이스 출력성격을 정의할 수 있다. 본 연구에서는 Direct를 선택하여 아날로그 데이터를 얻을 수 있게 하였다 또한 펄스의 최소한의 지속시간(Debounce)은 50ms로 선택하였다.

LonWorks의 FTT-10A 채널은 Free Topology를 지원하므로 네트워크 형상 구축이 자유로울 뿐 아니라 한 채널 당 64개, 500M(Free Topology의 경우) 또는 2.7km(Bus Topology의 경우)의 거리를 담당할 수 있다. 또한 저렴한 비용의 리피터(repeater)나 라우터(router)를 사용하여 노드의 개수, 제한 거리를 확장할 수 있다.

### 2.2.2 비추출 머신 서버(웹서버)

본 연구에서는 제어 네트워크와 데이터 네트워크를 통합시킬 수 있도록 시스코에서 개발한 웹서버(i-LON)를 사용하였다 그림 4는 웹서버(i-

LON)의 외관을 나타낸 것으로 자세한 사양은 표 3에 제시하였다. 이 장치는 LonWorks 네트워크와 연결되도록 FTT-10A 또는 XF-1250 포트를 가지고 있으며 이더넷(Ethernet) 10BaseT 포트를 갖고 있다.

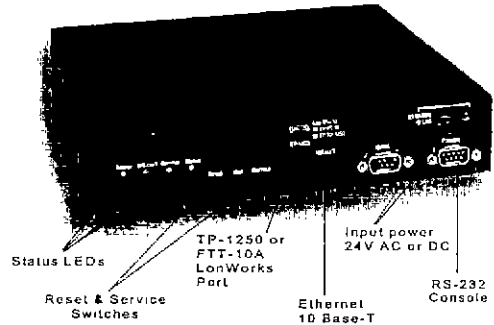


그림 4. 웹서버(i-LON)의 외관  
Fig. 4. Overview of Web server(i-LON)

전원은 24VDC, AC를 모두 지원하며 또한 RS232 콘솔용 포트도 지원이 가능하다 이 서버는 IP네트워크 입장에서 보면 i-LON은 IP어드레스를 갖는 인터넷 장비일 뿐이다. 따라서 인터넷 연결과 관계되는 사항은 일반 인터넷 장비를 연결하는 규칙을 따른다. i-LON은 LonTalks 3계층 라우팅 메커니즘을 지원하는 라우터 역할을 하며 i-LON하부의 LON 디바이스 사이에 peer-to-peer바인딩이 가능하다. 따라서 i-LON 사이의 인터넷망은 LonWorks 채널의 연장 또는 백본(backbone)이 되며 결국 LonWorks 네트워크의 확장하는 역할을 매우 간단하게 수행한다 특히 IP상에서 LNS 서버 기능을 지원하는 LNS v3.0 어플리케이션은 i-LON 디바이스를 통하여 LonWorks 디바이스를 설치, 구성, 진단 기능을 어느 지점에서든지 수행이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 i-LON 메모리에 홈페이지와 관련한 Java Script 문서를 작성하여 웹브라우저에 해당 i-LON의 주소를 입력하여 i-LON 홈페이지를 크릭하면 원격센터의 화면에 제어네트워크의 데이터와 제어 감시를 웹브라우저에서 매우 간단하게 수행할 수 있다. 그림 2는 원격 진동조도제어의 웹 페이지이며 그림 5는 원격점검 웹 페이지이다. 이 실험시스템 구성을 위한 웹페이지는 자바스크립트(Java Script)로 작성하였으며 그 프로그램의 메인 경보등의 프로그램은 표 4와 같다.



있는 에쉬론사가 개발한 LonWorks 시스템을 빌딩 원격 자동제어 네트워크로 조기 실현시키기 위하여 실험시스템을 구축하고, 실험결과를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인텔리전트빌딩시스템의 통합화의 제1인 문제점으로 대두되었던 빌딩자동화시스템의 폐쇄된 네트워크를 LonWorks 시스템을 통하여 개방·지능분산제어 네트워크로 구축하고 이 제어네트워크를 IP네트워크와 매우 저렴하고 경제적인 방법으로 통합할 수 있는 방법을 제시하였다.

2. 모터, 정보등, 팬 및 전등조도 제어를 위한 원격감시·제어 서브시스템과 전력적산, 가스적산, 온수적산, 수도적산, 열량적산계량기를 원격검침 서브시스템으로 구축하여 i-LON 웹서버를 통하여 인터넷과 막힘 없는 통합시스템을 구축하였다. 그리고 원격으로 감시·제어하는 웹페이지를 작성하여 제어 데이터가 인터넷상에서 웹 브라우저를 통하여 쉽게 구축할 수 있음을 확인하였다 또한 실험을 통하여 원격검침 및 감시·제어에서도 LonWorks 네트워크가 매우 신뢰성이 있음을 확인하였다.

3. 특히 이 시스템은 근거리 및 원격에서 동일한 툴(tool)을 사용하여 관리할 수 있고 기존 제어 네트워크에 i-LON서버만 설치하면 됨으로 매우 경제적이며, 원격진단과 유지보수도 웹사이트에서 가능해져 매우 경제적인 감시제어 시스템을 구축할 수 있게 되었다.

특히 이 구현 방법은 앞으로 사무소 건물, 공동주택 및 공장의 제어 네트워크 시스템으로 광범위한 사용이 예상되는 개방 지능형 분산제어 시스템인 LonWorks는 Web을 통한 광범위한 전력시스템, 상하수도, 교통 등의 원격제어 감시 시스템을 구축하는 기술에도 유용한 자료로 활용될 것으로 판단된다. 본 연구에서 개발한 시스템은 Web site의 daecheong.com에 들어오셔서 submetering system 메뉴를 클릭한 후 Demo 2를 다시 클릭하면 인터넷을 통하여 원격제어 감시를 실행 할 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] 김중대, " 빌딩자동화 네트워크 개방 지능화를 위한 LON 시스템 구축에 관한 연구", 대전산업대학교 산업대학원 석사학위논문, 2000 8
- [2] Echelon Co., " Introduction to the LonWorks System", Version 1.0, <http://www.echelon.com>
- [3] Echelon Co., " Introduction to the LonWorks System", Version 2.0, <http://www.echelon.com>.
- [4] Echelon Co., " Open System Specification Framework",

Version 2.0, <http://www.echelon.com>

- [5] 홍원표, " 새로운 open 시스템을 향한 빌딩 자동제어 시스템", 조명전기설비학회지, Vol. 14, No. 2, pp.59-71, 2000
- [6] 홍원표, " 빌딩자동제어관점에서 본 인텔리전트빌딩 통합화 방향" 조명·전기설비학회지, Vol. 14, No. 4, 2000
- [7] 홍원표, " LonWorks 시스템을 이용한 원격검침 및 조망감시에 관한 연구", 조명 전기설비학회논문집, Vol.14, No. 7, pp.48-56, 2000.
- [8] 홍원표, " 빌딩자동화시스템", 조명·전기설비학회지, Vol. 12, No 3, pp.56-66, 1998.
- [9] 이희승외 1인, " LonWorks 기술의 이해", <http://www.echelon.com>.
- [10] 이강석, " LonWorks를 이용한 빌딩전력제어 시스템 구축사례", <http://www.echelon.com>.
- [11] 박홍성, 권옥헌, " 산업용 네트워크와 그 응용", 제어·자동화·시스템공학회지, 제2권, 제 4호, pp.4-18, 1996
- [12] Toshiba co., " CPUs ", <http://www.echelon.com>
- [13] Echelon Co., " Neuron C Programmer's Guide". 1999
- [14] Echelon Co., " Neuron C Reference Guide", 1999.
- [17] Echelon Co., " i-LON<sup>TM</sup>1000 Internet Server User Guide", version 1.0.
- [18] Echelon Co., " i-LON<sup>TM</sup>1000 Internet Server Starter Kit", Version 1.0