
LonWorks를 이용한 분산 지능 제어를 위한 통신 모듈의 설계 및 구현

최재혁* · 이태오*

Design and Implementation of Communication Module for Distributed Intelligence Control Using LonWorks

Jae-Huyk Choi* · Tae-Oh Lee**

요 약

본 논문은 애설론(Echelon)사의 LonWorks 기술을 이용하여 분산 지능 제어를 위한 LonWorks 통신 모듈 설계 및 구현에 대하여 논한다. LonWorks 통신 모듈은 하드웨어와 펌웨어(firmware)로 나눌 수 있다. 첫 번째, 하드웨어는 센서가 부착된 마이크로컨트롤러 부분과 제어와 데이터 네트워크를 함께 운용할 수 있는 LonWorks 구성요소이다. 즉, 뉴런 칩(neuron chip), 마이크로컨트롤러, 트랜시버(transceiver), LONCard로 구성되어 있다. 두 번째, 운용 펌웨어는 노드빌더(NodeBuilder) 3.0 개발 툴을 이용한 뉴런 C이다.

제작 구현된 LonWorks 통신 모듈은 LTM-10A, Gizmo 4 I/O board, 병렬 I/O 인터페이스를 이용하여 사전 테스트하였다. 그리고 필드 테스트를 위하여 마이크로컨트롤러 부분은 하이퍼터미널(HyperTerminal)을 이용하여 테스트하였고, 데이터 네트워크의 통신 절차는 윈도우즈용 LonMaker 툴을 이용하여 짧은 메시지를 송·수신하여 확인하였다. 이로써 LON(Local Operating Network)은 지능 디바이스를 가진 분산형 제어 기술을 사용하여 대형 제어시스템을 소형화할 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we describes the design and implementation of LonWorks communication module for distributed intelligent control using LonWorks technology of Echelon.

LonWorks communication module can be divided hardware and firmware. First, hardwares is divided into microcontroller attaching sensors and LonWorks components for working together control network and data network. Hardwares are consisted of neuron chip, microcontroller, transceiver, LONCard. Second, operating firmware is realized with neuron C using NodeBulider 3.0 development tool.

Produced and implemented LonWorks communication module is pretested using LTM-10A, Gizmo 4 I/O board, parallel I/O Interface. For field test, microcontroller module part is tested by HyperTerminal, communication procedure in data network is certified by transmitting and receiving short message using LonMaker for Windows tool. Herewith, LON technology is based on network communication technique using LonWorks.

키워드

LonWorks, LON(Local Operation Network), Neuron Chip, Microcontroller, Transceiver, LONCard, NodeBulider

1. 서 론

현대 산업사회에서 제어 시스템은 다량의 정보 처리와 고속의 정보통신 및 통합적인 정보 관리가 요구되고 있다. 최근의 분산제어 시스템에서는 컴퓨터를 이용하여 분산된 공정을 자동화하고 있다. 그리고 이들을 다시 통합하여 전체 공정을 일관되게 관리함으로써 생산성을 향상시키고, 비용을 절감시키는 동시에 자동화 공정의 설계, 구축 및 유지관리에 유연성과 신뢰도를 극대화시키는 효과를 거두고 있다[1 - 3].

첨단 자동화 시스템은 궁극적으로 모든 공정을 통합하는 것으로써 분산제어 및 자동화 시스템에 있어서 네트워킹 기술이 핵심 기술로 부각되고 있다. 네트워킹 기술을 바탕으로 각 제어기들은 공정에 맞는 독자적인 운용 프로그램을 가지며 고도로 분산화, 독립화 되어 운영된다. 또한 공정제어에 있어서는 분산제어 기법이 발달함에 따라 공정 제어 시스템이 거대화되어 가고 있고, 개방형 통신망 구조가 제안된 이후 여러 회사에서 개발된 고성능의 전력선 통신(PLC : Power Line Communication), 프로세서(컨트롤러)등을 기존의 독립적인 구성에서 벗어나 전체적으로 결합시켜 하나의 종합적인 시스템으로 구축하고 있다.

과거의 각종 필드장치들 보면 50년대에는 유공압을 이용하여 제어하였으며, 80년대까지는 주로 4-20mA의 변조신호를 사용하는 쌍꼬임선(TP : Twisted Pair Line)에 의해 일대일(1:1)로 연결되어 왔다[1],[5]. 이러한 연결 방식은 전자파 노이즈에 덜 민감하고 오류의 감지가 쉬워서 제어 시스템에 많이 사용되긴 하지만, 길게 연결되는 수많은 전선 다발, 노이즈, 열, 설치비용, 관리 문제 그리고 시스템 업그레이드(upgrade)가 어려운 문제점이 있다. 이러한 이유로 필요한 각 제어 기기간의 통신, 데이터의 교환 등의 문제를 해결하기 위해 표준 통신망을 각 나라에서 제안했는데 그 대표적인 예가 필드버스(Field(생산현장) + Bus(통신))이다.

필드버스는 분산제어 또는 자동화용 디지털 직렬통신망으로서, 자동제어 분야에서 통신을 이용한 제어방식을 가능케 하는 중요한 기반 기술이다. 이것은 각 제어기의 고속통신을 이용한 정보교환을 통하여 유기적인 결합을 이루고 멀티입력/멀티출력의 복잡한 시스템의 제어를 간단한 구성으로서 가능하게 한다. 특히 이것은 국제 표준화 기구(ISO : International Standardization Organization)의 개방형 시스템 상호접속(OSI : Open System Interconnection) 참조 모델을 기초로 하고 있다 [1-3, 5].

따라서 본 논문에서는 여러 가지 필드버스 중에서도 개방형 통신 프로토콜이 우수하고 경제성이 뛰어난 산업용 통신망인 LonWorks를 이용하여 분산 제어를 위한 LonWorks 통신 모듈을 설계 및 구현하였다. 즉, 디바이스와 시스템 통합에 공통의 프로토콜을 사용함으로써 시스템이 개방적이고 많은 벤더(vendor)의 참여와 서로 다른 프로토콜의 변형 없이 쉽게 연결될 수 있는 필드버스 장점을 이용하여 제어와 데이터 네트워크 연동을 위한 LonWorks 통신 모듈을 설계, 구현하였다.

II. LonWorks 시스템

LonWorks는 애실론사(Echelon)가 창안한 제어용 네트워크 시스템이며, 제어나 감시등 센서를 사용하는 모든 부문에 적용할 것을 전제로 하여 설계되었다[2,3,6],[8-14]. LAN(Local Area Network)과 LON(Local Operating Network)은 모두 네트워크이지만 사용 목적이 다르다. 즉, LAN은 컴퓨터, 프린터, 파일서버 등의 사이에서 문서나 이미지 등 대량의 데이터 처리를 목적으로 한다. LON은 제어를 위한 피드백(feedback) 정보나 각 노드(node)간의 명령이나 상태 등 소량의 데이터를 교환하여 네트워크 전체 또는 그룹단위로 고도로 조직화된 제어를 목적으로 한다[2, 3]. 표 1은 LonWorks와 LAN의 비교 내용을 나타내고 있다.

LonWorks는 BA(Building Automation)분야에서는 사실상의 표준(de factor standard)으로 인정받고 있으며, FA(Factory Automation), HA (Home Automation) 등 넓은 응용 범위를 가진다. 작은 시스템으로는 복사기나 자판기와 같은 복잡한 기능을 갖는 기계류에서부터 엘리베이터 제어, 경비행기의 운항 제어, 공항의 수화물 처리 시스템 제어 등 광범위한 영역에서 사용되고 있다. 특히 최근에는 환경, 에너지 관련분야, 교통 및 철도, 차량 등 많은 응용분야를 확대해 가고 있다[2].

표 1. LonWorks와 LAN의 비교
Table 1. Comparison of LonWorks and LAN

구 분	데이터 네트워크 (LAN)	제어 네트워크 (LON)
정보의 양	많다	적다
전송 빈도	불규칙	규칙
지연 시간	비실시간	실시간
사용 목적	문서나 대용량의 데이터 처리	제어정보, 명령 등의 최적화 데이터

LonWorks/LonTalk는 빌딩제어(BACnet)의 하부 LAN으로도 정의되어 있고, IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)1473, EIA (Electronic Industry Association)709, SEMI (Semiconductor Equipment manufacturing)의 표준으로 포함되어 있다. 그리고 산업 디바이스 버스 리서치로 잘 알려진 ARC(Automation Research Corporation)와 VDC(Venture Development Corporation)는 LonWorks가 이미 이 분야의 마켓 리더임을 인정하고 있다. 유럽의 정유회사 컨소시엄인 IFSF(International Forecourt Standards Forum)는 유럽의 각 주유소와 정유소, 본사와의 네트워크를 LonWorks로 구현하고 있다. HA 시장을 놓고 경쟁 중인 시스코(Cisco) 사의 인터넷 HA, 마이크로소프트 사의 HAPI (Home Application Programming Interface), 썬(Sun) 사의 JINI(Java Intelligent Network Infrastructure) 기술 모두 하부 디바이스용 제어 네트워크로 LonWorks를 선택하였다.

LonWorks의 구성요소는 펠드 제어 네트워크를 구성하는데 필요한 모든 요소를 갖추고 있다는 것과 여기에는 개방형 프로토콜인 LonTalk가 있다. 이는 디바이스 개발자, 시스템 통합 관리자, 최종 사용자 모두에게 동일한 통신 규약을 갖도록 하는 장점이 있다.

개방형 기술에는 뉴런 칩(Neuron Chip), Lon-Talk, 트랜시버(Transceiver), LNS(LonWorks Network Services) 등이 포함되어 있다. Lon-Works 시스템의 구성 요소를 LAN 시스템과 비교하면 표 2와 같다[2], [3].

표 2. LAN과 LonWorks의 구성 요소 비교
Table 2.. Comparison of LAN and LonWorks Component

LonWorks	LAN
뉴런 칩(Neuron Chip)	Pentium II
트랜시버(Transceiver)	LAN Card
LNS	Win NT
LonTalk	TCP/IP
윈도우즈용 LonMaker	MS-Excel

III. LonWorks 통신 모듈의 설계 및 구현

3.1 LonWorks 통신 모듈 제작의 구성 요소

LonWorks 통신 모듈을 제작하는데 필요한 주요 구성 요소는 표 3과 같다. 뉴런 칩은 도시바사, 마이크로컨트롤러는 마이크로칩 테크놀로지(Microchip Technology)사, 트랜시버는 애설론사의 쌍꼬임선용인 FTT-10A를 이용하였다.

표 3. LonWorks 통신 모듈의 구성요소
Table 3. Components of LonWorks communication module

구분	모델(제품명)
뉴런 칩	TMPN3120FE3M
마이크로컨트롤러	PIC16F873(PIC chip)
트랜시버	FTT-10A
Lon Card	PCLTA-20 PCI LonTalk 어댑터
개발 툴	노드빌더 3.0, LTM-10A, Gizmo 4 I/O 보드, 병렬 I/O 인터페이스

3.2 LonWorks 통신 모듈의 구성

LonWorks 디바이스는 ANSI/EIA 709.1의 제어 프로토콜을 사용하는 네트워크 디바이스를 의미한다. 개발자는 ANSI/EIA 709.1 프로토콜이 이미 내장된 칩을 사용하여 디바이스 어플리케이션을 작성한다.

본 논문에서는 다른 프로세서와 뉴런 칩을 함께 사용하여 구성한다. 그리고 다른 프로세서 계열은 PIC이고 뉴런 칩과의 통신은 직렬 또는 병렬 포트를 사용할 수 있으며, DPRAM과 같은 보조 메모리를 사용하여 구현 할 수도 있다.

그림 1은 본 논문에서 구현하고자 하는 LonWorks 통신 모듈로서 뉴런 칩과 마이크로 컨트롤러를 함께 사용한 구성도이다. 본 논문에서는 표준론 노드(SLN : Standard LON Node)를 응용하여 기능상의 한계를 극복하기 위하여 다른 마이크로 프로세서와 병렬 프로세서 형태로 구성하였다. 즉, 제어 포인트(control point)들의 상태를 마이크로컨트롤러 제어 모듈에서 정보를 받아들이고, 이 정보를 LonWorks를 통해서 모니터링 또는 컨트롤 시스템에 전달된다.

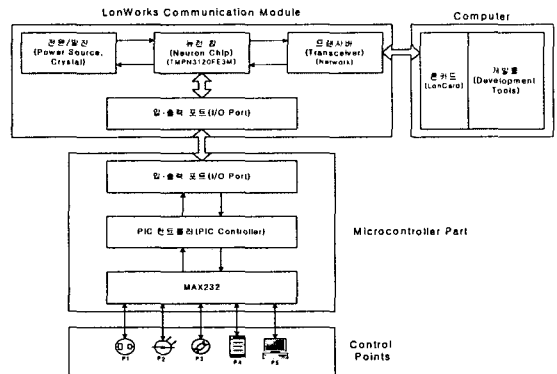


그림 1. LonWorks 통신 모듈 구성
Fig. 1 LonWorks communication module configuration

3.3 LonWorks 통신 모듈의 제작

그림 1의 구성에 대한 회로는 LonWorks 통신 모듈의 뉴런 칩 부분은 그림 2와 같다. 그림 2에서 보는 바와 같이 회로는 크게 뉴런 칩 회로와 발진 회로, 리셋 회로, 메모리 회로 그리고 트랜시버 회로로 구성되어 있다.

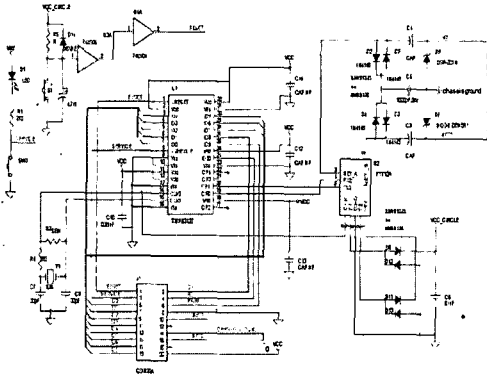


그림 2. 뉴런 칩 부분의 회로
Fig. 2 Circuit of neuron chip part

제어부에 해당하는 마이크로컨트롤러 부분은 그림 3과 같다. 그림 7은 PIC 칩, MAX232, 제어 포트와 연결하는 시리얼 통신 포트 부분으로 구성되어 있다. 그림 3에서 보는 바와 같이 외부 확장 인터페이스를 통해 주변기기들과 연결이 가능하며, 다양한 응용을 구현할 수 있다. 또한 필요 시 RS-232C 포트를 사용할 수 있도록 구현하였다. 기본적으로 네트워크 통신 기능 및 RS-232C 시리얼 통신 기능을 갖추고 있으며, 사용자 응용 인터페이스를 위한 확장 포트를 가지고 있다.

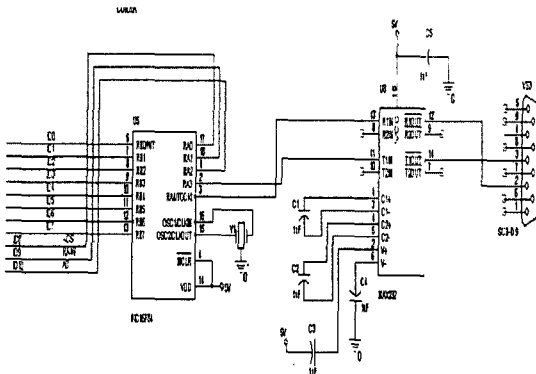


그림 3. PIC 칩 부분의 회로
Fig. 3 Circuit of PIC chip part

그림 4, 5는 LonWorks 구성 회로도들을 실제 PCB

(Printed Circuit Board)로 제작한 결과이다.

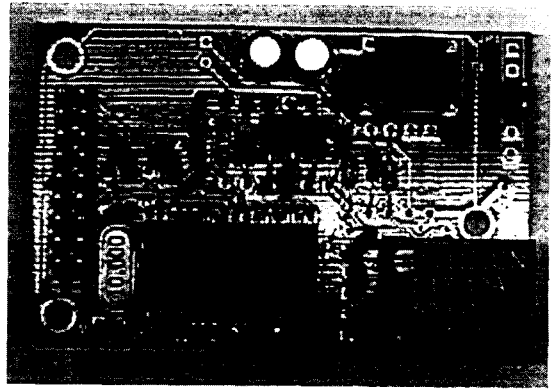


그림 4. PCB로 제작한 뉴런 칩 부분
Fig. 4 Neuron chip part manufactured by PCB

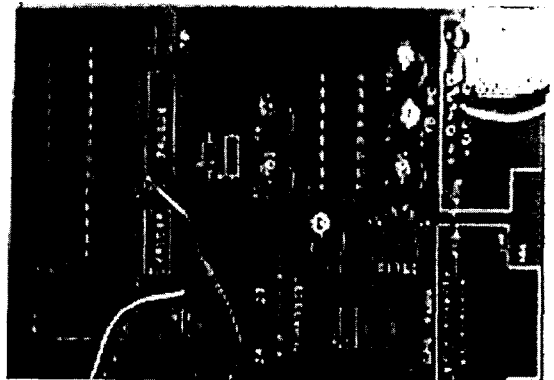


그림 5. PCB로 제작한 PIC 칩 부분
Fig. 5 PIC chip part manufactured by PCB

IV. 실험 및 고찰

4.1 실험 환경

본 장에서는 앞서 제작한 LonWorks 통신 모듈을 이용하여 실제 LON 네트워크를 구성하고, 짧은 메시지를 송·수신하여 실험하였다.

그림 6은 실험을 위한 LON 네트워크 구성도를 나타내고 있다. 그림 6에서 P1은 PIC 제어 부분에 연결되고, 전송 매체는 RS-232C 케이블을 이용한다. 호스트(host) 컴퓨터는 LonWorks 통신 모듈과 연결된다. 이 때, 호스트 컴퓨터에는 LONCard가 설치되고 전송 매체로는 쌍꼬임선을 이용한다. 따

라서 호스트 컴퓨터도 짧은 메시지를 송·수신할 수 있다.

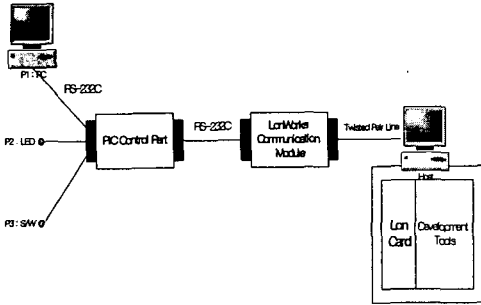


그림 6. 실험을 위한 LON 네트워크 구성
Fig. 6 LON network configuration for experiment

4.2 실험 결과

실험 결과를 확인할 수 있도록 호스트 컴퓨터에서는 윈도우즈용 LonMaker 를 이용하였으며, P1 컴퓨터는 하이퍼터미널 프로그램을 이용하였다. 윈도우즈용 LonMaker는 LNS 아키텍처 하에 LonWorks 네트워크를 구성하고 설치하는 프로그램으로서 비지오(Visio)를 내장하고 있다. 따라서 사용자는 비지오가 제공하는 다양한 형태와 함께 네트워크 구성 도면을 작성할 수 있다.

윈도우즈용 LonMaker에서의 작업은 네트워크 상의 디바이스 생성, 디바이스 내의 함수 블록을 불러와서 함수 블록 내의 여러 가지 속성을 설정하고, 함수 블록 내의 네트워크 변수와 다른 함수 블록의 네트워크 변수를 바인딩하는 순서로 이루어진다.

그림 7은 윈도우즈용 LonMaker로 구성된 네트워크 구성도이다.

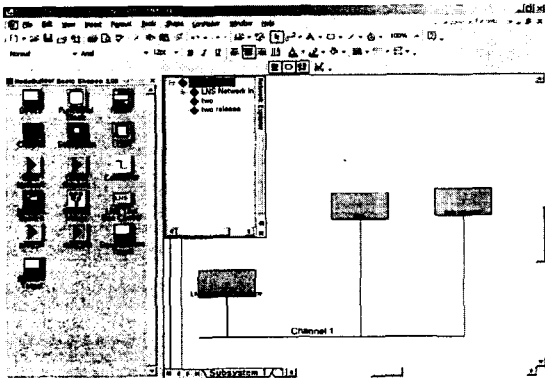


그림 7. LonMaker를 이용한 네트워크 구성도
Fig. 7 Network architecture using LonMaker

LonMaker는 비지오 V5.0을 내장하고 있어서 네트워크의 구성 상태를 CAD(Computer Aided Design) 도면 같은 형태로 보여주게 된다. 윈도우즈용 LonMaker의 스텐실(stencil)에는 개별 디바이스와 해당 디바이스가 갖고 있는 LonMaker 객체를 표시하는 기능함수(FB : Functional Block)가 있다. 사용자는 도면에 채널을 설정하고 해당 채널에 놓일 디바이스를 드래킹하여 도면에 엮고, 사용할 기능함수를 드래킹한 후 해당 디바이스의 플러그인(LNS Device plug-in)을 불러내어 속성 값을 설정하거나 네트워크 변수를 바인딩 하는 작업을 하게 된다. 바인딩 작업은 디바이스의 외부 인터페이스 정보를 읽어서 LonMaker의 기능을 쉽게 구현 가능하다.

그림 8은 그림 7에서처럼 모든 네트워크 구성이 완료된 후, 구성된 네트워크 구성요소에 대한 디바이스, 속성 값 등을 확인할 수 있는 LonMaker Browser의 초기 화면을 나타내고 있다. 그림 8에서 P1의 기능함수(FB)는 가상 함수 블록이고, 네트워크 변수(NV)는 FmPC이다. 호스트 컴퓨터의 기능함수는 가상 함수 블록이고, 네트워크 변수는 ToPC이다.

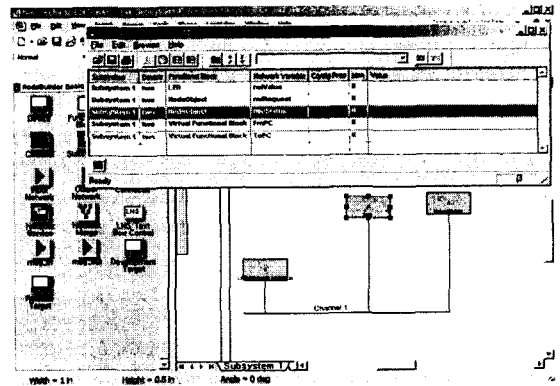


그림 8. LonMaker Browser의 초기 화면
Fig. 8 Initial screen of LonMaker browser

그림 9에서 보는 것과 같이 P1과 호스트 컴퓨터 사이에 짧은 메시지를 교환함으로써 통신을 확인할 수 있다. 즉, 호스트 컴퓨터에서 윈도우즈용 LonMaker 툴인 LonMaker Browser를 이용하여 확인하고 있다. 그림 10은 P1에서 하이퍼터미널을 이용하여 메시지 송·수신을 확인하고 있다.

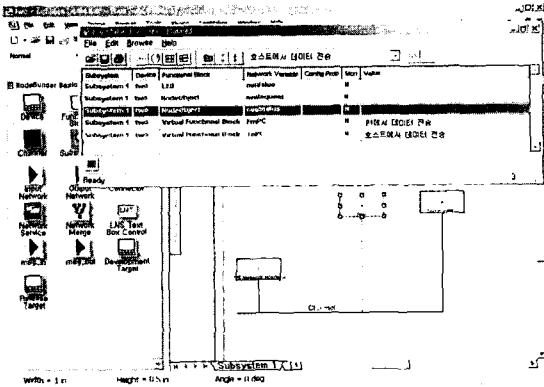


그림 9. 호스트 컴퓨터의 데이터 송·수신 결과
Fig. 9 Data send/receive result of host computer

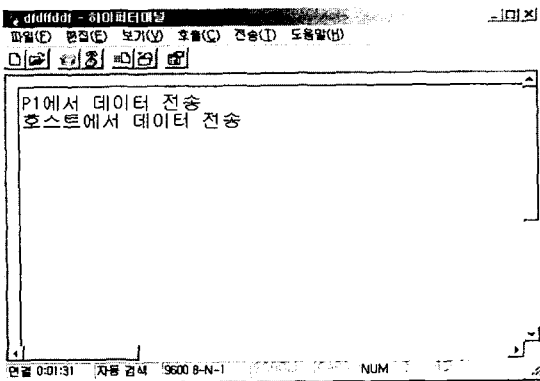


그림 10. P1의 데이터 송·수신 결과
Fig. 10 Data send/receive result of P1

V. 결 론

본 논문에서는 각 제어기간의 통신, 데이터의 교환 등의 문제를 해결하기 위해 표준 통신망인 OSI 참조 모델에 기초하고, 여러 가지 필드버스 중에서도 개방형 통신 프로토콜이 우수하고 경제성이 뛰어난 에셀론사가 창안한 제어용 네트워크 시스템인 LonWorks를 이용하여 마이크로컨트롤러 제어를 위한 LonWorks 통신 모듈을 설계 및 구현하였다. 또한 LonWorks 통신 모듈을 이용하여 제어 포인트(P1)에 해당하는 컴퓨터와 호스트 컴퓨터간에 메시지 전송 네트워크를 구성, 실제 메시지 송·수신 여부를 실험하였다.

이를 위해서 하드웨어 제작에는 뉴런 칩, 마이크로컨트롤러, 트랜시버, LONCard 등을 이용하여 PCB로 제작하였다. 펌웨어(소프트웨어) 구현에는 노드빌더 3.0, LTM-10A, Gizmo 4 I/O 보드, 병렬 I/O 인터페이스 등을 이용하여 구현 및 사전 테스트를 하였다. 그리고 이를 이용하여 제어 포인트 부분에서는 하이퍼터미널, 호스트 컴퓨터 부분에서는 윈도우즈용 LonMaker를 이용하여 양단 간에 짧은 메시지 송·수신 과정을 실험하였다.

본 논문에서 구현한 LonWorks 통신 모듈은 뉴런 칩을 내장하는 노드뿐만 아니라, 타 프로세서에 병렬로 연결된 경우에도 사용가능 하도록 범용성과 확장성을 확보하였다. 본 연구를 통해서 네트워크를 이용한 자동화 해결책을 제공함으로써, 이를 활용할 경우 생산성 및 품질 등 경쟁력 향상이 기대되고, 공장 자동화용 통신장비의 국산화를 통해 외화절감 및 추후 고성능의 지능형 분산 제어형 제어기를 개발할 수 있는 기초 기술력 확보가 가능하다고 사료된다. 또한 빌딩자동화(BA), 공장자동화(FA) 및 홈 오토메이션(HA), 멀티 노드 DC/AC 모터 제어, 선박엔진 제어 등 디지털 분산제어를 요구하는 거의 모든 분야에서의 적용이 가능하리라 본다.

참고문헌

- [1] 박홍성, 권옥현, "산업용 네트워크와 그 응용", ICASE Magazine, 제2권, 제4호, pp. 4-18, Jul, 1996.
- [2] 이희승 외1명, 「LonWorks 기술의 이해」, 애실론 코리아 기술 지원팀, 1999.
- [3] 백우진, 「지능분산제어를 위한 LON 시스템 구축」, 울산대학교 공학석사 학위논문, 1998. 12.
- [4] "CIM/FA에 혁명이 기대되는 분산형 지적 제어 네트워크", 자동화 기술 8월호, pp. 39-47, 1997.
- [5] 홍승호의 3인, "분산제어 및 자동화 시스템과 필드버스", ICAE Magazine, 제2권, 제4호, pp. 19-29, Jul, 1996.
- [6] C.Xie, J.-S. Pu, P. R. Moore, "A case study on the development of intelligent actuator components for distributed control system using LONWORK neuron chips", Mechatronics 8, pp. 103-119, PERGAMON, 1998.

- [7] Toshiba, 「Neuron Chip Local Operating Network LSIs」, 2001
- [8] Echelon, 「LonBuilder Users's Guide」, 2001
- [9] Echelon, 「Neuron C Programmer's Guide」, 2001
- [10] Echelon, 「Neuron C Reference Guide」, 2001
- [11] Echelon, 「LonWorks Engineering Bulletins」, 2001
- [12] Echelon, 「LonTalk Protocol Secification Version 3.0」, 2001
- [13] Motorola, 「MOTOROLA LonWorks Technology Device Data」, 1996.
- [14] Echelon, 「The '95-'96 Echelon LonWorks Products Databook」, 1996.
- [15] 이희승 외1명, 「LonTalk 프로토콜의 이해」, 애설론 코리아 기술 지원팀, 1999.
- [16] 이희승 외1명, 「LonWorks Device 개발」, 애설론 코리아 기술 지원팀, 1999.
- [17] 이희승 외1명, 「LonWorks Firmware 개발 및 LonMark Guide line의 이해」, 애설론 코리아 기술 지원팀, 1999.

저자소개

최재혁(Jae-Hyuk Choi)

1995년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학사)
2003년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학석사)
1995~1997년 한국해양대학교 전파공학과 조교
1997~현재 해군 작전사령부 정보통신단 장교
※관심분야 : 위성 및 선박통신, 네트워크, GPS

이태오(Tae-Oh Lee)



1997년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학사)
1999년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학석사)
2003년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학박사)
1997~1999년 한국해양대학교 전자통신공학과 조교
1999~2000년 신라대학교 정보통신공학과 시간강사
2000~현재 동명정보대학교 정보공학부 컴퓨터공학과 전임강사
※관심분야 : 위성 및 선박통신, 네트워크, GPS