

論文2002-39TE-3-10

웹을 통한 원격제어 시스템

(Systems of the Remote Control via the Web)

李昌熙*, 李侑濟**, 元榮鎮***, 柳熙三****

(Chang-Hee Lee, Kwang-Je Lee, Yong-Jin Won and Hee-Sahm Ryu)

요약

본 논문에서는 이동하는 로봇을 제어하기 위한 웹 상에서의 시스템 구성을 논의한다. 즉, 웹에서의 제어 방법을 구체적으로 설명하고 실험한 결과를 나타내었다. 시스템은 서버 측에 있는 간단한 인터페이스를 액세스하여 원격제어 한다. 이를 위해, 원격 사용자는 인터넷상에서 시스템을 원격으로 조절하기 위하여 www 브라우저가 설치된 범용 컴퓨터가 있어야 한다. 원격 사용자가 서버 측의 html파일을 구동하여 신호를 입력하면, 자바로 작성된 프로그램이 직렬포트에 연결된 기기를 구동한다. 원격제어 신호는 적외선 센서를 거쳐 라인트레이서에 전달되어 운동을 원격으로 제어한다. 웹에서의 시스템의 동작 확인을 위하여 시스템의 기기로는 라인트레이서를 사용하였다.

Abstract

This paper discusses the work-in-progress of a system to control a moving robot over the WWW(World Wide Web). That is, we describes the experimental results and control methods of system over the world wide web. The remote control of the system is controlled by accessing a simple form of interface that is connected to the server. For this application, a remote operator should have a general-purpose computer with Internet connection and a WWW browser to remotely operate the line-tracer through the Internet. As a remote operator submits an input by operating html files in the server, the program written in java is operated the equipment is being connected to the serial port. By being transmitted to the line-tracer through the infra-red sensor, the remote controlled signal is operated in distance. As a tool in order to identify the system's operation of the over the web is used the line-tracer.

* 正會員, 光雲大學校大學院 電子工學科 博士課程
(Dept. of Electronic Eng. Kwangwoon University)

** 正會員, 舟成大學 商去來學科 助教授
(JuSeong College Dept. of Electronic Commerce)

*** 正會員, 富川大學 電子科 副教授
(Dept. of Electronic Eng.)

**** 正會員, 東서울大學 컴퓨터시스템科 助教授
(Dept. of Computer System Eng. Dong-Seoul College)

接受日:2002年6月24日, 수정완료일:2002年9월14日

I. 서론

인터넷(internet)을 기준으로 한 원격제어는 로봇 및 자동화 분야에서 가장 많이 연구되고 있는 분야 중의 하나이다. 이는 인터넷이 발전하고 그 사용자가 급증하면서 그 응용 범위도 점차 늘어나기 때문이다. 또한, 최근 들어 전세계를 음성 및 저속 데이터로 통신할 수 있는 공중 무선 네트워크가 발전하고 있으며, 고속 데이터의 지역적인 통신과 같은 목적을 위하여 최적화

된 다양한 특수 유선 네트워크가 존재한다. 인터넷의 목표는 장소나 이동성에 따른 제한 없이 어느 때나 사용자가 전체 네트워크를 액세스할 수 있어야 한다. 이는 인터넷에서의 음성 및 영상 매체를 포함한 다양한 멀티미디어 서비스가 발전함에 따라 원격에서의 인터넷을 통한 정보 인식의 필요성이 더욱 더 필요하게 되었다. 따라서 인터넷을 통한 원격 제어는 앞으로도 많이 연구될 것이다.

원격 제어 명령과 원격러 센서 측정 데이터들은 무선 주파수, 고 주파수, 컴퓨터 네트워크 등과 같은 다양한 매체를 통하여 전송된다. 원격제어의 활용은 공장, 학교 등과 같은 원격거리에서 타겟(target)을 동작시키기 위해 필요가 증가되고 있으며 특히, 교육과 연구를 위하여 그 역할이 늘고 있다. 예를 들어, Wenyuan 등은 웹을 이용하여 센서와 컴퓨터 기술로 제조과정에서의 자동화를 설명하였으며^[1], B. S. Heck 등은 웹 기술이 시험 및 매뉴얼, 원격실험, 가상교육 등에 사용되기 위한 온라인 상의 여러 특징들을 설명하였다.^[2] 이러한 요구를 실현하기 위하여 원격제어시스템은 다양한 전송 능력을 갖는 개인 및 공공 통신 매체로 구성되어야 한다. 인터넷 상에서의 원격러 제어 기술은 FTP, Telnet, WWW, E-mail 등과 같이 우리의 일상 생활에서 널리 사용되고 있다. 이 중에서도 WWW 상에서 사용자의 급속한 증가는 컴퓨터망 상에서 우리에게 편리한 서비스를 제공한다. 예를 들어, WWW를 통하여 도서관을 방문하거나, 영상과 음성을 통하여 편리하게 관광을 할 수도 있고, 실시간 뉴스를 읽을 수도 있다.^[3-4]

현재, 다양한 원격제어 시스템이 제조, 수중 작업, 위험물 관리, 위성 수리 등에 적용되고 있다. Mike Loukides는 네트워크에서 자원을 공동으로 이용할 수 있는 방법을 설명하였으며,^[5] Joel A Digirolamo는 인터넷에 연결된 가전 제품에서의 원격제어를 설명하였다.^[6] P. Conway는 분산된 자원의 이용방법을 설명하였고,^[7] Yan Lio 등은 클라이언트-서버 환경에서의 통신을 나타내었다.^[8] Schulz D와 Saucy P는 자원을 공동으로 이용할 수 있는 실험을 하였고^[9-10], Chen 등은 원격에서 로봇을 제어하는 실험을 하였다.^[11] T. S. Chen 등은 범용 컴퓨터와 웹 브라우저를 사용하여 컴퓨터 네트워크와 자율이동로봇이 결합된 제어 시스템을 원격제어 하는 실험을 하였다. Kwang-Soo Park 등은 자율이동로봇에 퍼지 개념을 도입한 제어 실험결과를 나타내었다.^[12,13] 본 논문에서는 이러한 인터넷상에

서 웹(web)을 이용하여 타겟(targets)을 제어할 수 있는 방법을 설명하고 실험하였다. 즉, 웹에서의 제어 방법을 구체적으로 설명하고, 실험한 결과를 나타내었으며, 웹에서의 동작 신호의 확인을 위하여 시스템의 타겟으로는 라인트레이서를 사용하여 웹에서 원격으로 라인트레이서를 제어하였다.

II. 원격제어 시스템의 구조

통신 시스템의 급속한 발달과 관련 소프트웨어 및 프로그래밍 언어는 원격 제어 시스템 개발을 간단하고 저렴하게 해결할 수 있는 방법을 제공한다. 인터넷은 상호 통신형태이며, 웹 상에서 클라이언트-서버구조의 TCP/IP로 동작한다.

1. 클라이언트/서버 구조

클라이언트 서버에는 여러 가지의 장점이 있다. 먼저, 각각의 PC를 사용하는 여러 명의 사용자들이 동시에 동작 프로그램을 액세스하여 실행시킬 수 있다. 또한, 대형 서버의 동작 및 유지하기 위한 비용이 각각의 클라이언트에 동작 프로그램을 분산하여 유지하는 비용보다 저렴하다. 즉, 서버를 각자 유지하여 동작시키는 것보다 네트워크에서 데이터가 교환되기 때문에 원격 제어를 수행하는 것이 일반적으로 저렴하다. 이와 같은 장점 때문에, 앞으로 인터넷을 이용한 클라이언트-서버 구조의 원격제어는 더욱 더 많이 사용될 것이다.

본 연구에 적용할 시스템은 두 부분이 인터넷에 연결되어 있다. 원격 조작자의 컴퓨터 상에서 실행되는 클라이언트 부분과, 동작 서버 워크스테이션에 존재하는 서버 부분이 인터넷에 연결되어 있다. 원격 컴퓨터 화면상에서 원격 조작자가 웹 상에 연결되어 있는 클라이언트에게 제어 명령을 전송할 수 있다. 일반적으로

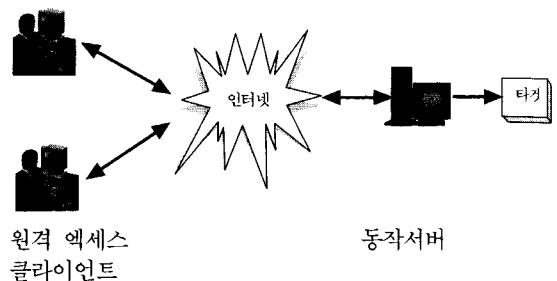


그림 1. 시스템 구성도

Fig. 1. The structure diagram of system.

인터넷을 통하여 실시간으로 제어되기 때문에 불규칙한 시간 지연과 대역폭 조절이 되어야 하며, 안정화 및 실시간과 같은 문제를 위하여 전통적인 제어 방법들이 사용되지만, 본 연구에서는 구현까지로 제한한다. 시스템 구성은 아래 그림 1과 같다.

2. WWW상에서의 제어 구조

원거리에 있는 제어 시스템의 구조는 다음과 같이 크게 4부분으로 이루어져 있다.

- (1) 원격 사용자 컴퓨터의 웹 브라우저 내에서 동작하는 원격제어 인터페이스
- (2) TCP/IP구조로 자바 애플릿이 탑재되어 액세스하는 클라이언트에 웹 페이지를 제공하는 리눅스로 셋팅된 서버.
- (3) 서버의 I/O 장치에 연결되어 타겟을 구동하는 동작 시스템.
- (4) 동작을 확인하기 위한 시스템의 타겟 즉, 라인트레이서.

서버 컴퓨터는 클라이언트에 원격 제어되는 애플릿으로 웹 페이지를 제공하여 줄 수 있는 표준 서버이다. 애플릿이 동작된 후에 HTTP 프로토콜은 원격액세스 클라이언트로부터 입력되는 문자를 서버에 전송한다.

3. 시스템의 개념적 모델

실험을 위하여 웹에서의 서버는 리눅스로 셋팅하여 클라이언트를 연결하였으며, 또 다른 웹상에서 동작 서버는 기본적인 서버로서만 동작하도록 셋팅하였다. 동작 서버모듈과 타겟은 RS-232로 연결하였으며, 타겟의 동작을 위해 적외선 모듈을 사용하였다. 서버의 모듈에서 RS-232 를 통하여 나오는 신호를 타겟 모듈과 연결

하기 위하여 MAX-232칩을 사용하였고, 타겟인 적외선 모듈에서는 고주파 방식을 사용하였다. 실험 장치들을 사진1에 나타내었다. 사진1의 동작 서버 모듈 및 다른 두 개의 모듈은 적외선 송신 모듈과 적외선 수신 모듈이다. 사진1을 자세히 설명하면, 중앙의 모듈은 적외선 송신 모듈이며, 그 오른쪽의 모듈은 적외선 수신 모듈이다. 또한 오른쪽 하단의 모듈이 동작서버 모듈이다.

III. 시스템의 동작

시스템을 사용할 때, 원격동작은 인터넷을 통하여 원격으로 동작하는 www(world wide web) 브라우저와 인터넷이 연결된 범용 컴퓨터가 필요하다.

이러한 시스템은 크게 원격 조작자의 컴퓨터 상에서 실행되는 클라이언트 부분과, 연구실의 서버 워크스테이션에 존재하는 서버 부분의 2부분으로 나눈다.

1. 동작서버의 설정

사진1에서와 같이 동작서버에 전원과 인터넷 선을 연결한 후, 그림2에서와 같이 셋팅툴(setting tool)을 이용하여 TCP/IP계층의 설정되어 있는 MAC에 따라 IP 주소를 설정한다. 여기서 IP주소는 210.119.142.152 로 설정하였으며, 게이트웨이는 210.119.142.1 로 하였다.

동작 서버에 동작 프로그램을 복사하기 위하여 웹상에 연결된 PC와 동작 서버 사이를 RS-232로 연결하여 양쪽의 직렬포트를 셋팅한다. 통신 속도를 높일 경우, 적외선 센서에서의 신호 인식이 어려워 그림3에서와 같이 통신속도 300bps, 캐리티 없음, 데이터 비트는 8 비트 등으로 셋팅하였다. PC는 하이퍼터미널을 이용하



사진 1. 시스템 구성
PIC 1. The structure of system.

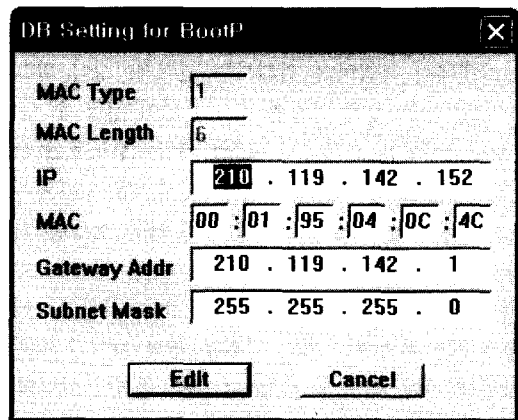


그림 2. 동작서버의 셋팅
Fig. 2. The setting of operation server.

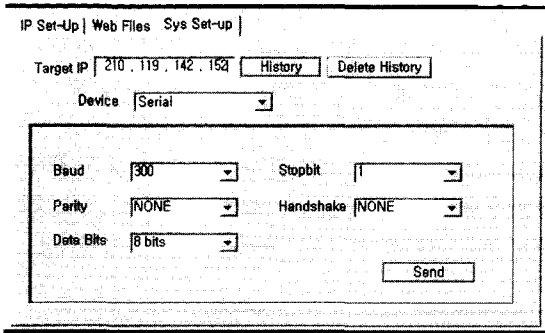


그림 3. 직렬포트의 셋팅
Fig. 3. The setting of serial port.

여 셋팅하고, 동작 서버측은 셋팅틀을 이용하여 셋팅 하였다.

2. 동작서버에 프로그램 전송

직렬포트 셋팅이 끝난 후, 클라이언트에서 서버에 있는 다음과 같은 index.html 파일을 구동한다.

```
<APPLET CODE=telnet.class ARCHIVE=Serial.jar
WIDTH=590 HEIGHT=190>
<param name=address value="210.119.142.154">
<param name=port value=6001>
<param name=emulation value=vt320>
```

즉, 웹에서의 동작 프로그램에 자신의 IP 주소를 알려 주고 웹 상에서 다른 클라이언트가 위와 같은 프로그램을 웹에서 동작시키고 동작서버 내의 시리얼 통신을 시도하면, 서버는 자바(java)프로그램으로 작성된 텔넷(telnet) 구동 프로그램을 동작하여 타겟 모듈로 신호가 전송된다.

3. 웹에서의 동작 실험

인터넷에서 동작하기 위해서는 인터페이스가 필요하며, 이 인터페이스는 시스템 조작자 만이 접할 수 있다. 이 인터페이스는 조작자가 필요한 모든 정보를 표시하고 제어 명령을 수용하여 조작자-시스템 인터페이스를 조절한다. 일반 CGI 스크립트는 어떤 실행을 위한 요구를 조절한다. 정보를 사용하여 소켓 연결은 원격 제어의 데몬(daemon)을 위해 오픈 된다. 서버 끝 데몬 프로그램은 먼저 파라미터 범위와 명령 형식의 범위를 체크할 것이다. 체크가 통과되고 소켓 연결이 설립되면, 요구의 결과가 수용되고, CGI 스크립트는 동적으로 HTML 페이지를 출력한다. 웹에서 일반 사용자는 동작

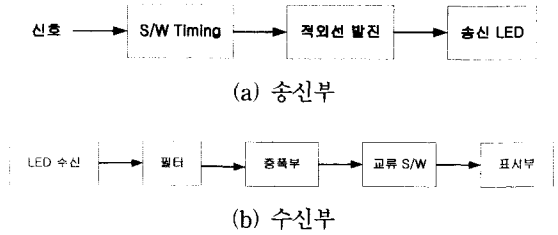


그림 4. 적외선 송수신부
Fig. 4. Transmission-receiver of infra-red sensors.

서버의 IP인 210.119.142.152를 접속하면 동작서버의 index.html이 동작하면서 키보드 텍스트(text) 입력을 요구한다. 임의의 텍스트를 입력하면 동작서는 시리얼 통신으로 타겟에 전달하여 LED를 깜박여서 동작 확인을 한다. 그림4는 웹상에서 동작 서버의 응용 위치를 나타내었다.

4. 적외선 송수신 모듈의 동작

웹에서의 동작 신호를 확인하기 위하여 적외선 무선 모듈을 사용하였으며, 송신부에서 웹에서의 신호를 전달 받으면 약 40kHz 정도의 적외선으로 송신하며, 수신부에서는 그 신호를 받아 정류 후 증폭하여 LED를 깜박이며 출력한다. 그림4에 적외선 송수신부의 블록도를 나타내었다. 이 출력된 신호를 릴레이를 통하여 시스템 타겟의 CPU 포트3_0에 전달한다.

5. 시스템 타겟의 동작

시스템 타겟으로는 라인트레이서를 사용하였다. 시스템 타겟의 CPU는 AT89C2051을 사용하였으며, 라인을 감지하는 센서신호와 함께 인터넷을 통하여 제어할 수 있도록 기존 제품의 프로그램을 변경하였다. AT89C51의 핀 사양은 아래와 같이 사용하였다.

- 모터 : P1_6-7
- LED : P3_3, 5, 7
- SENSOR : P1_1
- 적외선센서 : P1_3-5
- BUZZER : P3_2
- 웹에서의 제어신호 : P3_0

프로그램의 흐름도는 그림 5와 같다.

그림 5에서와 같이 시스템의 타겟은 자체 동작을 하면서 웹에서의 제어 신호에 의하여 정지/출발의 제어 동작을 수행한다.

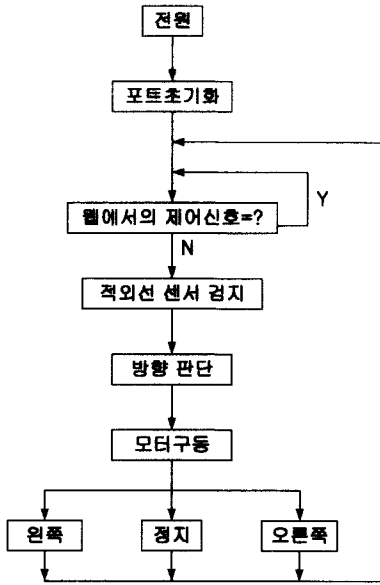


그림 5. 시스템 타겟의 동작 흐름도
Fig. 5. Diagram of the line-tracer.

IV. 실험 결과

웹에서의 제어신호를 확인하기 위하여 웹에 연결된 클라이언트에서 키보드 신호를 입력하였을 때 적외선 수신 모듈 측에서 직렬신호를 오실로스코프로 확인한 결과를 그림 6에 나타내었다.

그림6은 $\Delta=2ms$ 로 하여 채널1에 적외선 센서의 송신 신호를 채널 2에 수신 신호를 나타내었다. 송신신호에 대하여 수신신호가 동작함을 확인할 수 있으며, 신호 검출 구간은 약 3 - 4ms로서, 이 구간의 신호를 다시 그림 7에 나타내었다.

그림 7에 나타난 Ch1 파형의 한 주기는 $T=25\mu s$ 로 주파수가 $f=1/25\mu s=40kHz$ 로 나타나 있다. 이는 300bps의 신호를 적외선 전송 주파수(40kHz)로 변조하

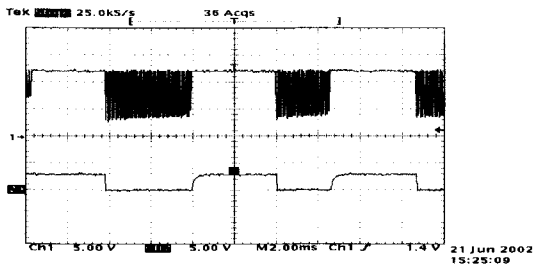


그림 6. 적외선 센서의 송수신 신호(2ms)
Fig. 6. The Signal of infrared sensor(2ms).

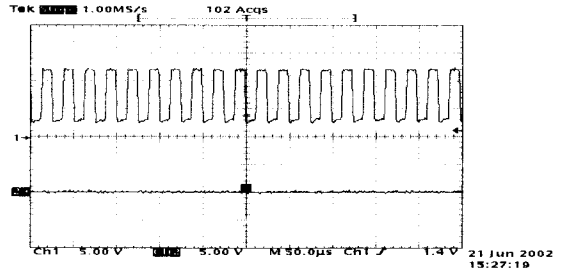


그림 7. 적외선 센서의 송수신 신호(50 μs)
Fig. 7. The Signal of infrared sensor(50 μs).

여 전송한 것이다. 따라서, 서버 출력이 적외선 센서를 동작시킨다는 확인하였다. 이 신호를 수신 센서가 인식 (Ch2)하여 시스템 타겟인 라인트레이서에 전달한다. 위와 같은 결과로 원격 조작자가 임의 문자를 입력하였을 경우 동작 모듈이 반응하는 것을 알 수 있다.

V. 결론

오늘날 로봇 시스템은 공장자동화 및 우주 실험에 적용될 뿐만 아니라, 가정의 의료 기기, 수술보조 등에 까지 적용이 더욱 확대되고 있다. 본 연구에서는 웹에서 신호를 전달할 수 있는 기본적인 실험을 하였다. 즉, 웹에서의 제어 방법을 구체적으로 설명하고 실험한 결과를 나타내었으며, 웹에서의 동작 신호의 확인을 위하여 라인트레이서를 사용하였고, 시스템으로부터의 신호는 적외선 센서를 거쳐 라인트레이서에 전달되어 운영을 원격으로 제어하였다. LAN망에 접속되어 있는 인터넷망에서 실험하였기 때문에 심각한 지연이나 에러는 나타나지 않았다. 원격 엑세스 클라이언트에서 시스템에 연결된 라인트레이서를 제어할 수 있었음을 확인하였다. 결과적으로, 인터넷이 연결된 임의의 위치에서 웹 상으로 동작서버에 접속하여 임의의 기기를 제어할 수 있는 시스템을 구축하였다. 이와 같이, 네트워크 어디에서나 인터넷으로 제어할 수 있기 때문에 산업 현장에서도 사용할 수 있을 정도의 범용성을 나타냈다.

참고 문헌

[1] Wenyan Xu, Steven P. Floeder, "Industrial Web Inspection for Manufacturing procee Understanding and Control", Proc. Machine vision Application in Industrial Inspection VII,

- 10-20, 1999.1.
- [2] B. S. Heck, S. E. Poindex, R. Garcia, "Integrating the Web into traditional teaching methods," Proc. 2000 American Control Conference Vol. 5, 3444-3448, 2000. 6.
- [3] Gurdeep Singh Hura, "The Internet: global information superhighway for the future" Computer Communication 20, 1998, pp. 1412~1430.
- [4] K. Sensui, K. Yamaguchi, K. Torikai, "Network Technology", NEC 기술 Vol.49, No. 12/1996.
- [5] Mike Loukides, "Network Printing", O'Reilly, Oct. 2000, pp. 31~90.
- [6] Joel A. DiGirolamo, "Home Network - from Toaster to HDTV", International Conference on Consumer Electronics, Fifteenth in the ICCE Series, 1996-06-05, pp. 57~62.
- [7] P. Conway, "IEEE 1451.2: An Interpretation and Example Implementation", 2000 IEEE pp. 535~540.
- [8] Yan Lio, Cheng Chen, Max Meng, "A Study on the Teleoperation of Robot Systems via WWW", Proceedings of the 2000 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering - Vol.2, V.2, 2000-05-07, pp. 836~840.
- [9] Schulz D, Burgard W, Fox D, Thrun S, Cremers AB, "Web Interfaces for Mobile Robots in Public Places", IEEE Robotics & Automation Magazine, Mar. 2000, pp. 48~56.
- [10] Saucy P, Mondada F, "KhepOnTheWeb: Open Access to a Mobile Robot on the Internet", IEEE Robotics & Automation Magazine, Mar. 2000, pp. 41~47.
- [11] Tse Min Chen and Ren C. Luo, "Remote Supervisory Control of an Autonomous Mobile Robot via World Wide Web", Proc. of the IEEE International Symposium on Industrialtronics - Vol. 1, V.1, 1997-07-07.
- [12] Tse Min Chen, Ren Co Lue, "Multisensor Based Autonomous Mobile Robot through Internet Control", Proc. 23rd International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation - Vol. 3, 1997. 8.
- [13] Kwang-Soo Park, Jong-Il Bae, Doo-Sung Ahn, "Interacing Mobile Robotics for Tele-Operation System using the World Wide Web", ISIE 2001, Pusan, Korea, pp. 2083~2088.

 저 자 소 개

李 昌 熙(正會員)

1985년 : 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1987년 8월 : 광운대학교대학원 전자공학과 수료(공학석사). 2000년 3월~현재 : 광운대학교대학원 전자공학과 박사 수료

元 榮 鎮(正會員) 第37卷 TE編 第4號 參照

李 侑 濟(正會員) 第39卷 TE編 第2號 參照

柳 熙 三(正會員)

1985년 : 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1987년 : 광운대학교대학원 전자공학과 전공(공학석사). 1994년 : 광운대학교대학원 전자공학과 전공(공학박사). 1994년~현재 : 동서울대학교 컴퓨터시스템과 조교수. <주관 심분야 : 컴퓨터네트워크>