

## 전력선통신을 이용한 원격 게임제어 시스템의 구성

이경목  
세명대학교 컴퓨터학과  
ahkml@semyung.ac.kr

The Construction of a Remote Game Control System By the Power Line Communication

Kyung-Mog Lee  
Dept. Computer Science, Semyung Univ.

### 요 약

본 논문에서는 전력선 제어 통신 (PLC) 방법을 사용하여 원격지에서 조이스틱으로 게임을 제어하는 시스템을 구현하였다. 시스템의 구성은 원격지의 조이스틱과 컴퓨터 접속부 사이를 일반 가정용 전원선으로 연결하고, 2400 bps 전송속도의 폴링 제어 기법을 사용하여 조이스틱의 명령을 읽어들이고, 음향 정보를 수신측 PLC 장치에 출력하였다. 게임 제어는 조이스틱의 좌, 우, 상, 하의 방향에 따라 비행기 캐릭터가 움직이고, 총알 발사 명령에 의해 총알을 발사하는 게임을 만들어 실행하였다. 이외에도, 16가지의 조이스틱 게임 조작 명령의 입력이 가능하며, 16가지의 출력 상태가 가능하였다. 게임 조작에 필요한 정보 전달은 약 100 msec 통신 지연에서도 문제가 없음을 확인하였다.

### ABSTRACT

In this paper, a game control system was constructed, in which a game was controlled by a remote joystick connected with a power line by the power line communication (PLC) method. The structure of the system was that the connection line between the remote joystick and a PC, and the PC and an audio play device was the home power line. And, the communication data rate between them was 2400 bps. The Polling communication technique was used for the PC to read the joystick's control commands, and to send some acoustic informations to the receiver PLC device. A game was programmed, in which an aircraft was moved according to the joystick's left, right, up, and, down direction, and was shooting its missile after the joystick's shooting button was pushed. The communication delay of about 100 msec between them didn't cause any big problem in playing the game.

Keyword : Remote Game Controller, PLC Communication, Home Network

### 1. 서론

초고속 정보 인프라의 구축과 초고속 인터넷의 보급으로 인하여 온라인 게임과 함께 홈 오토메이션 분야가 급속하게 발전하고 있다.

본 논문에서는 이러한 홈 오토메이션 기술[1][2][3]을 게임에 접목하여 원격 제어 시스템을 구성하고 게임에 사용할 수 있는 가능성을 제시하고자 한다.

홈오토메이션 기술은 무선으로 연결하는 무선 통신과 유선으로 연결하는 유선 통신으로 구분되며, 유선기술로는 전화선, 전력선(PLC)[4][5][6], 이더넷, IEEE1394[7], USB등이 있고, 무선에는 IEEE802.11x 계열의 무선 LAN, HomeRF, Bluetooth, Zigbee[8] 등이 있다. 유선으로 연결하는 방식은 또한 직접 전선을 배선하는 방식과, 맥내의 전력선을 사용하는 방식(PLC 방식)으로 구분할 수가 있다.

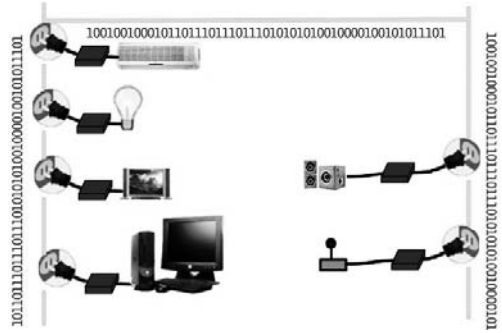
유선으로 직접 네트워크를 연결하는 방식은 집안의 내부 공사를 요구함으로 기피하는 경향이 있다. 그러나, 무선으로 연결하는 방식은 24시간 무선 전파가 송수신되고 있으므로 보안에 취약한 문제[8]가 있다.

그러나, PLC 방식은 맥내의 전력선을 사용하여 통신[4]을 수행하므로 이러한 문제점을 해결 할 수 있을 뿐만 아니라 초기 설비 비용이 저렴하고, 간단한 H/W로 충분한 전송률을 제공하며 가격 대 성능 면에서 우수하다.

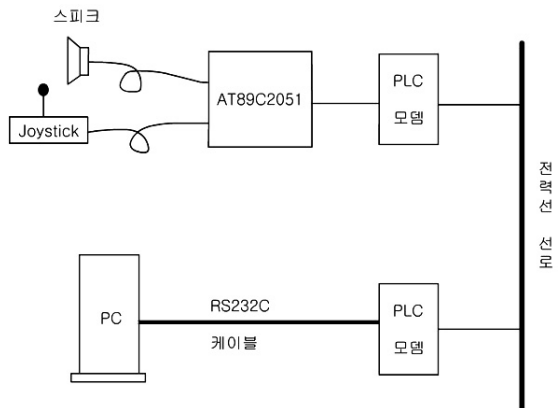
본 논문은 PLC 방식을 사용하여 게임을 제어하는 기술에 대한 논문으로서 2400 bps 전송속도의 폴링 제어 기법[10]을 사용하여 조이스틱의 입력 명령 정보를 읽어들이고, 음향 정보를 출력측 PLC 모뎀에 전달한다. 게임은 조이스틱의 좌, 우, 상, 하의 방향에 따라 비행기 캐릭터가 움직이도록 하였으며, 총알 발사 명령 버튼에 의해 미사일이 발사되는 게임에 적용하였다.

### 2. PLC 시스템 구성

그림 1은 일반적인 PLC 시스템 전체의 구성도를 보여준다. 맥내의 전력선에 PLC 모뎀들이 부착된 다양한 장치들이 연결되어서 홈 네트워크를 구성하고 있는 구성이다.



[그림 1] 일반적인 PLC 시스템 전체의 구성도



[그림 2] 본 논문의 PLC 시스템 구성도

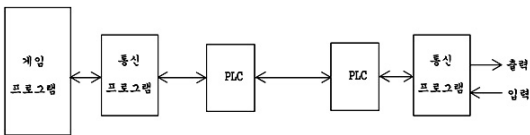
그림 2는 본 논문의 PLC 시스템 구성도를 보여준다. 컴퓨터의 직렬 전송 데이터를 RS 232C 케이블을 통하여 PLC 모뎀에 입력하면, PLC 모뎀은 프레임 전력선을 통하여 방송한다. PLC 모뎀은 전력선 선로를 통하여 다른 PLC 모뎀들과 전력선 통신을 수행하고, 수신측 PLC 모뎀은 수신된 프레임에 AT89C2051에 직렬로 전달한다. PLC 모뎀 사이의 거리는 20 m 정도의 거리이며, 주변의 가전 기기들은 특별하게 사용되지 않아 잡음이 없는 이상적인 환경에서 실험을 수행하였다. 수신 측 AT89C2051은 수신 데이터를 4개의 포트에 병렬 데이터로 출력하도록 구성하였다. 이때, 수신측 AT89C2051에는 음악과 음향 정보를 저장하고, 수신한 데이터의 종류에 따라 다양한 효과음을 스피커로 출력하는 방식으로 구성하였다. 즉, 캐릭터가 무기를 발사하는 경우의 발사음, 캐릭터가 적의 총알에 맞은 경우나, 캐릭터가 적과 충돌한 경우의 폭발음, 적이 캐릭터의 총알에 맞은 경우의 폭발음, 그리고, 배경 음향 등이 저장되어 있어 게임의 상황에 따른 다양한 출력 데이터에 따라 다양한 음향 효과

과를 생성한다.

본 논문에서 제작된 PLC 모델은 SGS-THOMSON 사의 "ST7537HS1" 칩을 사용하였으며, Half Duplex Asynchronous 2400 bps FSK 변조 방식을 사용하여 전력선 통신을 수행한다. PC측 PLC 모델은 PC의 COM1포트에 RS232C 케이블을 사용하여 연결하였다. 수신측 PLC의 출력측 처리 부분은 AT89C2051을 사용하여 제작하였으며 2400 bps 통신을 지원한다. 전력선 선로를 통하여 수신된 직렬 데이터는 PLC 모델을 거쳐 직렬 데이터로 AT89C2051에 입력된다. AT89C2051의 8개의 포트를 사용하며, 4개의 출력과 4개의 입력 포트에 사용하였다.

AT89C2051에 프로그램 다운로드 소프트웨어는 Crossware Embedded Development Studio를 사용하였다.

그림 3은 전체 시스템의 프로그램 연결 구성도를 보여준다. PC는 게임 프로그램이 실행되면, 통신 프로그램을 통하여 게임의 상, 하, 좌, 우, 그리고 총알 발사의 제어 정보를 입력받는다. PC측 통신 프로그램은 게임과 PLC 모델을, 수신측 통신 프로그램은 PLC와 입출력 포트를 연결하는 작업을 수행한다. 즉, 수신측 통신 프로그램은 조이스틱에서 입력되는 제어 정보를 프로토콜로 변환하여 컴퓨터측 PLC 모델로 전송하고, 반대로 컴퓨터측 PLC 모델에서 전송된 프레임은 수신하여 오류 검사를 수행하고, 데이터를 음향 장치로 출력하도록 프로그램하였다.



[그림 3] 전체 시스템의 프로그램 연결 구성도

Frame 정렬	전송 응답 정보	수신지 주소	데이터	Checksum 검사
----------	----------	--------	-----	-------------

[그림 4] 통신 프로그램의 프레임 구성

본 논문의 PLC 모델들의 통신 방식은 폴링 방식으로서 컴퓨터에 내장된 통신 프로그램이 주국이 되고, 수신측 통신 프로그램이 종국이 된다. 즉, 송신측은 데이터를 방송 후 수신측에서 수신 신호를 응답하기를 대기하는 정지 대기 (Stop and Wait) 방식으로 반이중 통신이 수행되며, 응답신호의 데이터 정보와 비교하여 신호의 재 전송을 수행할 것인지 다음 신호를 전송할 것인지를 판단한다.

이때, 응답 신호에는 조이스틱의 상태정보가 전달되므로

각 입력 포트에 입력된 조이스틱의 상, 하, 좌, 우, 그리고, 미사일 발사의 버튼 상태가 포함되도록 구성하였다.

PC측 통신 프로그램은 응답 프레임에 포함된 포트의 입력 상태를 점검하고, 게임 프로그램은 조이스틱의 방향 키에 해당하는 상태에 따라 캐릭터가 움직이도록 프로그램하였다.

폴링 방식의 신호 처리에 있어서 응답 시간 지연(약 100 msec 정도)가 발생하였지만 게임 진행에는 영향을 주지 않았다.

그림 4는 통신 프로그램의 프레임 구성을 보여준다. 프레임의 구성은 입력된 데이터에 프레임 정렬 비트를 추가하고, 수신지 주소를 포함하는 프레임을 만들어 전송한다. 전송 데이터는 항상 고정된 크기이므로 Frame 정렬 비트는 프레임의 시작을 알려주는 [11111111] (16진수로는 &HFF)을 사용하였다. 다수의 PLC 모델이 연결되어 있는 경우 송신측 프레임과 수신측 프레임을 구분하기 위해서 전송 응답 정보는 컴퓨터에서 방송하는 경우 TTTTT:를 사용하고, 출력 문자열은 다음과 같다. 폴링 프레임의 구성 예제는 다음과 같다.

$$\text{폴링 Frame} = \text{"\&HFF"} + \text{"TTTTT"} + \text{":"} + \text{"ADDR"} + \text{"P0"} + \text{"FFFF"} + \text{"CS"}$$

여기서,

- "FF" 는 1 Bytes로서 프레임 정렬용,
- "TTTTT" 는 5 Bytes로서 전송 프레임 구분용,
- ":" 는 1 Byte로서 데이터 시작 기호,
- "ADDR" 는 1 Byte로서 목적지 주소,
- "P0" 는 1 Byte로서 Port 0의 데이터
- "FFFF" 는 2 Byte로서 데이터용,
- "CS" 는 1 Byte로서 검사합 데이터용으로 사용되었다.

수신측 모델이 응답하는 경우 RRRRR: 의 정보를 포함하는 응답 프레임의 예는 다음과 같다.

$$\text{응답 Frame} = \text{"\&HFF"} + \text{"RRRRR"} + \text{":"} + \text{"ADDR"} + \text{"P0"} + \text{"FFFF"} + \text{"CS"}$$

여기서,

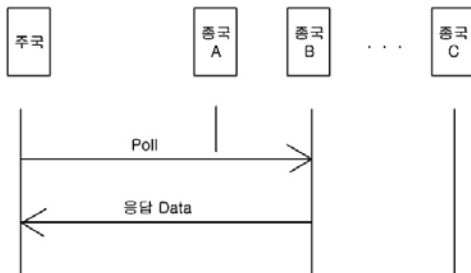
“RRRRR”은 5 Bytes로서 목적지에 응답 프레임 구분용으로 사용되었다.

여기서, PLC 주소 ADDR에는 다수의 PLC 모뎀을 구분하기 위한 모뎀 주소 식별 정보가 8비트(2<sup>8</sup>=256 모뎀 지원)에 포함되며, AT89C2051의 1 포트를 지원하기 위한 포트의 정보(각 포트당 출력 가능 정보는 8비트 이므로 포트에 2개의 HEX 코드가 사용됨)를 포함한다. 마지막 8비트는 오류 발생을 검출하는 검사합 데이터다.

데이터 부분은 8비트로 구성되며, 입력 포트는 P0.0, P0.1, P0.2, P0.3의 4 포트를 사용하며, 입력 종류는 8가지(=2<sup>3</sup> 가지)가 가능하다. 출력도 동일한 포트를 사용하였으며, P0.4, P0.5, P0.6, P0.7이 사용되어 8가지의 각각 다른 정보를 출력할 수가 있다. 표 1은 출력 데이터의 구성을 보여준다.

수신지 PLC 주소	출력 데이터 상태	출력 포트 상태
01	EFFFFFF04	P0.4 On
01	DFFFFFF03	P0.5 On
01	BFFFFFF01	P0.6 On
01	7FFFFFF6	P0.7 On
01	1FFFFFF05	모두 off

[표 1] 출력 데이터의 구성



[그림 5] 폴링 방식의 송수신 동작

조이스틱의 움직임을 확인하는 방식으로는 폴링 방식을 사용하고, 정보의 전송을 요청하는 폴링 방식으로 조이스틱의 상태 정보를 읽어와 게임에서 캐릭터가 움직이도록 하였다. 이때, 폴링 프로토콜은 발신지 주소와 명령 정보를 보내고, 수신 측에서 명령을 인식하고, 조이스틱의 상태 정보를 역시 프로토콜에 포함하여 전송한다. 그림 5는 폴링 방식의 송수신 동작의 원리를 보여준다.

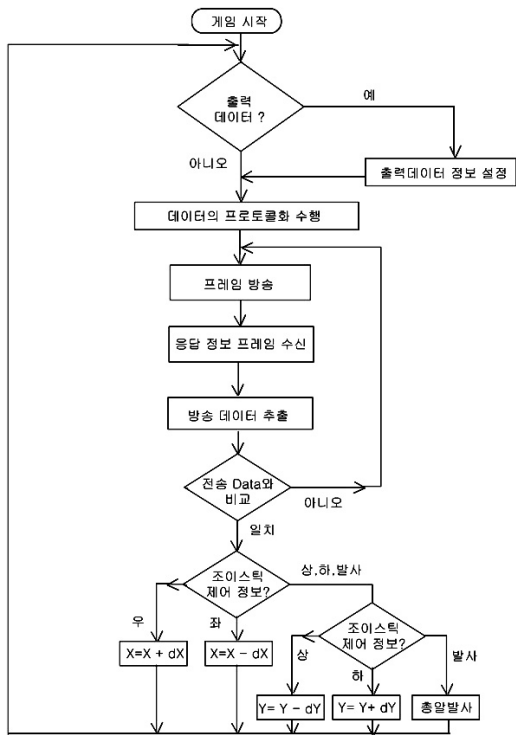
스피커 음성은 다음의 4가지 종류 목표물이 명중될 때 폭발음이 출력되도록 하였다. 즉, 음향 플레이 담당 AT89C2051에는 주소별로 4 종류의 사운드를 저장하고, PLC 모뎀의 신호를 처리하는 AT89C2051의 P0.4, P0.5, P0.6, P0.7의 출력 포트에 연결하였다. 연결 구성은

PLC측 AT89C2051		음향 플레이 AT89C2051
P0.4	->	P0.4
P0.5	->	P0.5
P0.6	->	P0.6
P0.7	->	P0.7

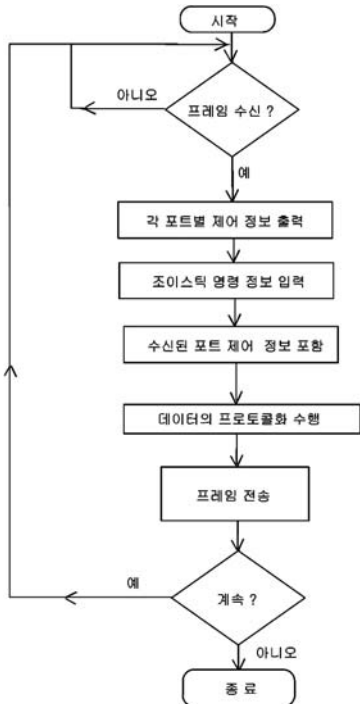
이며, 각 입력 포트의 입력 상태를 점검하고, 1000일 때는 배경 음향, 0100인 경우 총알 발사 음향, 0010인 경우 목표물이 명중될 때 폭발 음향, 0001인 경우 아군의 폭발 음향을 플레이 하도록 프로그램 하였다. 이외에도 추가로 사용할 수 있는 상태는 12가지가 더 가능하였다.

### 3. 프로그램 구성

그림 6은 게임 프로그램의 흐름도를 보여준다. 게임이 시작되면 음향 출력 데이터가 있는지를 확인하고, 출력 데이터가 있는 경우에는 각 포트 비트에 정보를 입력하여 프로토콜화하고, 프레임을 PLC 모뎀을 통하여 전력선 라인으로 방송된다. 수신측 PLC 모뎀에 연결된 AT89C2051은 수신된 출력 정보를 추출하여 해당 포트로 출력하고, 현재의 수신된 출력 정보와 조이스틱의 입력 정보를 각 포트로 입력 받아 프레임의 데이터 부분에 추가하고, 응답 ACK 프레임을 만들어 수신측 PLC 모뎀을 통하여 전력선 라인에 방송한다. 방송 프레임을 송신측 PLC 모뎀을 통하여 입력 받은 게임 프로그램은 전송한 출력 데이터와 상태를 비교하고, 일치하지 않으면 처음 프레임을 재전송하고 송수신 과정을 반복한다. 그러나, 응답 정보가 송신 출력 데이터와 일치하는 경우 조이스틱의 명령 정보를 추출하고, 해당 조이스틱의 정보에 해당하는 상, 하, 좌, 우, 그리고, 발사 명령에 따라 캐릭터를 이동하거나 총알을 발사하도록 프로그램을 작성하였다.



[그림6] 게임 프로그램의 흐름도

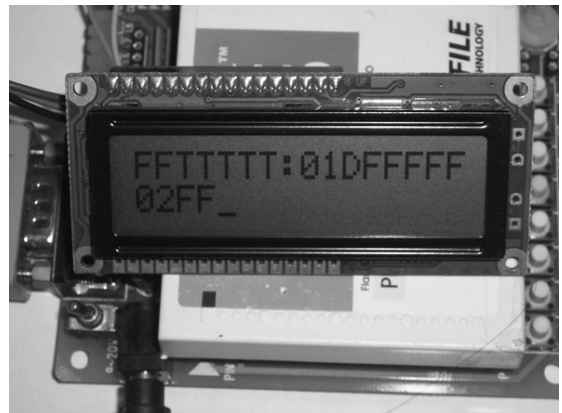


[그림7] 수신측 PLC 모뎀측의 프로그램 흐름도

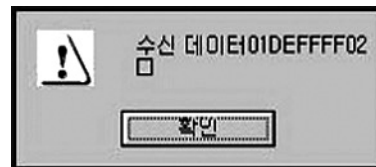
그림 7은 수신측 PLC 모뎀측의 프로그램 흐름도로서, 컴퓨터에서 보내온 프레임은 수신측 PLC 모뎀을 통하여 직렬 데이터로 수신하면, 해당 포트로 병렬로 제어 정보를 출력하여 음향이 저장된 음향을 플레이 한다. 다음은, 조이스틱의 조작 명령을 병렬 포트로 입력받고, 수신한 출력 정보와 함께 프로토콜로 만들어 직렬로 PLC 모뎀에 전송하고, PLC 모뎀은 전력선 선로로 프레임을 방송한다. 조이스틱의 우측 이동 명령은 1110(&HE), 좌측 이동 명령은 1011(&HB), 상향 이동 명령은 1101(&HD), 그리고, 하향 이동 명령은 0111(&H7)이며, 총알 발사 명령은 1100(&HC)을 사용하였다. 그리고, 11가지의 추가적인 입력 가능한 상태는 남겨두었다.

#### 4. 실험 및 고찰

그림 8은 송신 PLC 모뎀의 전송 프레임 데이터를 보여준다. 프레임 시작을 나타내는 FF 비트와 TTTT: 의 전송 응답 정보 비트, 01의 수신지 주소, 1101(&HD)의 출력 제어 정보를 포함하는 데이터 비트, 그리고, 검사합 02로 구성된다.



[그림8] 송신 PLC 모뎀의 전송 프레임 데이터



[그림9] 수신측 PLC 모뎀의 응답 데이터

그림 9는 수신측 PLC 모델의 응답 데이터를 보여준다. 1101(&HE)의 출력 제어 정보에 조이스틱의 우측 이동 명령을 포함한 정보 응답 비트가 되돌아온 경우를 보여준다. 그림 10은 기존의 제작된 게임 프로그램에 원격지 제어 조이스틱을 구현한 게임 장면을 보여준다.



[그림 10] 기존의 제작된 게임 프로그램에 원격지 제어 조이스틱을 구현한 게임 장면

### 5. 결론

본 논문은 게임 제어에 필요한 명령을 입력하는 조이스틱과 음향 플레이 장치를 원격지에 연결하는 홈 네트워크를 구축하고, 조이스틱과 컴퓨터, 그리고, 컴퓨터와 음향 플레이 장치를 PLC 통신 방법을 사용하여 맥내의 전력선 선로로 연결하는 홈네트워크 기술을 이용한 게임 제어 기술을 구현하였고, 따라서, PLC 모델을 사용하고, 맥내의 전력선 통신선로를 사용한 게임 제어 가능성을 확인하였다.

비행기 캐릭터를 제어하는 조이스틱의 상하좌우 정보들은 빠른 제어가 필요한 것이 아니므로 게임 조작에 어려움은 없었으나 고급 음질의 출력 음향을 전송하기 위해서는 PLC 모델의 전송속도가 높아질 필요성이 있다.

본 실험은 전등을 켜거나 세탁기가 돌아가지 않는 잠음이 없는 환경에서 실험을 수행하였다. 그러나, 잠음이 많이 발생하는 열악한 환경에서도 데이터의 고속 송수신이 진행될 수 있는 통신 방법에 대한 연구가 필요하다.

향후 선로의 전송 속도를 높게 되면 다양한 콘텐츠를 출력할 수 있는 게임 제작이 가능할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] 정보통신부, “Digital Life 실현을 위한 Digital Home 구축 기본계획”, 2003. 7.
- [2] Glenn T. Edens, “Home Networking and the CableHome Project at CableLabs”, IEEE Communications Magazine, Vol.39, No. 6, p112-121, June, 2001
- [3] 이전우, 배창석, “디지털 홈 기술 동향”, 전파진흥, 제19권, 제4호, p7-15, 2003. 8.
- [4] 이경목, “전화 인증 보안 기능을 구비한 전력선 제어 모델을 포함하는 인터넷 홈 네트워크 시스템의 구축”, 특허학연구, 한국특허학회, Vol.7, no.4, p41-45, 2005.
- [5] 이경목, “홈 네트워크 기기 관리 서비스 방법 및 그 시스템”, 대한민국 특허청, 특허 등록 제 0439596 호, 2004.
- [6] 차주현, “전력선 통신을 이용한 홈 오토메이션 시스템”, 제이자동화시스템공학회지, 제9권 6호, p18-23, 2003
- [7] 왕경아, 문황, 김광중, 이연식, “IEEE 1394를 이용한 이동 에이전트 기반의 홈 네트워크 시스템 설계”, 2004년 한국멀티미디어학회 춘계학술발표대회 논문집, p839-842, 2004
- [8] 임진우, 이옥연, “Home Network 환경에서의 보안 기술”, 2004년, 한국멀티미디어학회 춘계학술대회 논문집, p95-98, 2004
- [9] 정운화, 윤주대, 안광선, “Bluetooth 통신을 이용한 홈 오토메이션 보안 시스템”, 2005년 한국정보과학회 추계학술 발표논문집(1), p889-891, 2005
- [10] Behrouz Forouzan, “Introduction to Data Communications and Networking”, McGrawHill
- [11] 신용우, “게임 프로그래밍 길잡이”, 도서출판 대림, 2002



이경목 (Kyung-Mog Lee)

1998-2006 현재 세명대학교 컴퓨터학부 조교수  
 1995.7-1998.2 한화 정보통신 연구소 책임연구원  
 1995.7 삼성 반도체(기흥) 연구원  
 1995.5 Arizona State University 공학 박사  
 1991.5 Arizona State University 석사  
 1985.3 -1989.8 한국과학 기술원 연구원  
 1983.3 -1985.2 한국과학 기술원 전기전자 석사  
 1979.3-1983.2 경북대학교 전자공학 학사  
 관심분야 : 가상현실, 3D 게임 제작, PLC 통신