

시각 장애인을 위한 효율적인 휴대용 점자 시스템의 설계 및 구현[☆]

A Design and Implementation of Efficient Portable Braille Point System for the Visually Impaired Persons

황 호 영* 서 효 중**
Hoyoung, Hwang Hyo-Joong Suh

요 약

본 논문에서는 시각 장애인을 위한 효율적인 휴대용 점자 시스템을 제안하였으며, 그 설계 및 구현을 설명한다. 시각 장애인이 정보화 기기를 효과적으로 사용하기 위해서는 전용 정보화 기기의 구축, 장애를 고려한 접근성 보장, 교육 지원 등 세 가지 조건이 만족되어야 한다. 본 논문에서는 위의 세 가지 조건을 요구사항으로 정의하고, 이 조건들을 만족하도록 시각장애인을 위한 점자 시스템을 설계하였다. 제안된 시스템에서는 PC에 저장되어 있는 문서나 웹 페이지를 점자와 한글간의 변환 규칙에 따라서 구현한 알고리즘을 통해 데이터를 변환하고, 변환된 데이터를 휴대용 점자 디바이스에게 전송한다. 그리고 휴대용 점자 디바이스는 전자석의 원리를 이용하여 점자를 표현한다.

Abstract

This paper explains a new design and implementation of an efficient portable braille point system for visually impaired person. The information systems for the visually impaired persons require efficiently designed devices, tools and accessibility to use the devices, and education support. These three conditions are the basic requirements of designing systems for the visually impaired persons. The system proposed in this paper satisfies the above three conditions. The system converts data and web documents between the braille and Hangeul using an algorithm stored in a PC, and transfers the converted data to portable devices. And the portable braille device presents the transferred data in an electromagnetic way.

☞ keyword : Braille, Visually Impaired, Portable Braille System, 점자, 시각 장애인, 휴대용 점자 시스템

1. 서 론

현대 사회와 같은 정보화 시대에서 정보화 기기에의 손쉬운 접근은 필수적이다. 하지만 시각 장애인은 신체적인 한계로 기기 접근의 어려움이 존재하므로 일반인과의 정보 격차는 심화된다. 따라서 시각 장애인과 일반인간의 정보 격차를 해소하기 위해서는 다음의 세 가지 조건이 갖추어져야 한다.

첫째는 시각장애인이 비시각장애인과 동등한 수준으로 정보를 다룰 수 있는 전용의 정보화 기기가 마련되어 있어야 하고, 둘째는 제공되는 콘텐츠의 접근성이 보장되어야 하며, 셋째는 정보화 기기를 다룰 수 있도록 시각장애인에게 충분한 정보화 교육을 행해야 한다[1]. 이러한 시각 장애인의 정보화를 위한 조건을 충족시키기 위하여 전용 인터페이스 기능의 연구와 사용법이 단순화된 정보기기들의 개발이 진행되고 있다[2].

본 논문은 정보 격차를 해소하기 위하여 시각장애인을 위한 효율적인 휴대용 점자 시스템의 설계 및 구현을 제시하고자 한다. 본 논문에서 제시하는 휴대용 점자 시스템은 전자석의 원리를 이용하여 감지부가 올라옴으로써 점자를 표현하는 휴대용 점자 디바이스(Potable Braille Device)와 웹 또는

* 정 회 원 : 한성대학교 멀티미디어공학과 조교수, 제1저자
hyhwang@hansung.ac.kr

** 정 회 원 : 가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부 조교수, 교신저자
hjsuh@catholic.ac.kr

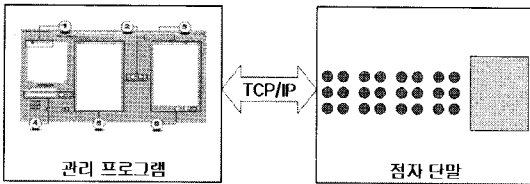
[2008/01/16 투고 - 2008/01/22 심사 - 2008/05/15 심사완료]

☆ 본 연구는 2008년도 가톨릭대학교 교비연구비의 지원으로 이루어졌음

☆ 본 연구는 2008년도 한성대학교 교내연구비 지원으로 수행되었음

컴퓨터에 저장 되어 있는 문서를 선택하고 단말기에 전송하는 두 개의 모듈로 구현된다. 다음의 그림 1은 이와 같은 시스템을 도시한 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 이루어져 있다. 2장에서는 시각 장애인을 위한 정보화 기기의 접근을 용이하게 하는 기반기술의 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 휴대용 점자 시스템이 가져야 할 요구사항을 정의하고, 그 요구사항을 만족시키기 위한 시스템의 구조를 설계한다. 4장에서는 3장에서 제안한 설계를 바탕으로, 실제 윈도우와 리눅스 환경에서 구현한 점자 시스템에 대해 설명한다. 마지막으로 5장에서 본 연구에 대한 결과와 앞으로의 연구방향에 대해 서술하고 결론을 맺는다.



(그림 1) 전체 시스템

2. 관련 연구

본 장에서는 시각 장애인에게 정보 접근을 용이하게 하는 기반 기술의 관련 연구를 설명한다.

현재 연구 중에 있는 대표적인 기반 기술들은 음성합성기술[3]과 후킹 기술(Hooking)[4], 점역 기술[5]이다. 'Text-to-Speech Engine'이라고도 하는 음성합성기술은 텍스트를 음성으로 변환하여 주는 기술이다. 초기에는 하드웨어로 개발되었으나 컴퓨터의 처리 속도가 빨라지고 저장 공간이 늘어남에 따라 소프트웨어로 개발되었다. 또한 단순한 문서를 떠나 웹 브라우저를 통한 음성합성기술이 연구되고 있다[6,7]. 후킹 기술은 화면으로 출력되는 내용을 가로채는 기술이다. 화면 읽기 프로그램을 개발하는 데 핵심이 되는 기술로써 일정한 경로를 거쳐 화면으로 출력되는 내용을 추출하여 가상 화면을 구성하는 데이터베이스를 구축하는데 사용된다. 하

지만 이 기술은 운영 체제에 따라 그 구현 방법이 달라지므로 새로운 운영체제가 등장할 때마다 다시 개발되어야 하는 어려움이 존재한다. 점역 기술은 묵자(printed letter)를 점자로 변환해 주는 기술로써 컴퓨터에 전자적으로 입력된 문서를 점자 코드로 변환하여 점자 프린터로 출력하거나 점자 정보 단말기로 볼 수 있게 한다. 점역 기술과 수반되어야 하는 역점역 기술[8,9,10]은 점자로 입력된 문서를 묵자로 변환하여 주는 기술이다. 점역 기술과 동일하게 단순한 글자와 글자간의 변환만으로 충분치 않고 문맥에 따라 적절하게 변환해야 하는 근본적인 기술적 어려움이 존재하므로 점자와 묵자간의 근본적인 차이를 고려하여 개발되어야 한다.

한국어와 달리 영어문화권의 경우 시각장애인을 위한 전자화된 점자 표현 장치가 상용화 되어 있으며, USB 또는 블루투스 통신으로 전자화된 문서의 점자를 구현할 수 있는 장치는 이미 개발되어 있다.[11,12,13] 그러나 이러한 장치는 컴퓨터와 연결하여 키의 입력과 점자 출력에 대응하는 형태로 구현되어 있으며, 본 논문에서 구현하는 단독 동작 및 네트워크 접속을 지원하는 능동적인 장치와는 큰 차이가 있다.

3. 휴대용 점자 시스템의 설계

본 장에서는 휴대용 점자 시스템이 가져야 할 요구사항들을 정의하고, 요구사항을 근거로 하여 점자 시스템의 구조를 설계하도록 한다.

3.1 요구사항 정의

본 시스템에 필요한 요구사항들을 표1과 같이 정의 및 설명하였다.

요구사항	요구사항 설명
정보화 기기 구축	시각장애인이 비시각장애인과 동등한 수준으로 다룰 수 있는 정보화 기기가 마련
접근성 보장	제공되는 콘텐츠의 접근성이 보장
교육	정보화 기기를 다룰 수 있도록 시각장애인에게 충분한 정보화 교육

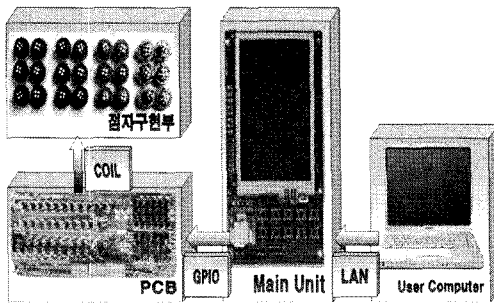
〈표 1〉 휴대용 점자 시스템 설계를 위한 요구사항

3.2 점자 시스템의 설계

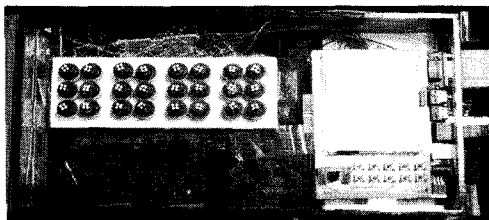
본 시스템은 전자석의 원리를 이용하여 점자를 표현하는 하드웨어와 컴퓨터로부터 문서를 수신하여 점자학습, MP3재생을 구현한 단말 접속 프로그램으로 구성된다.

(1) 하드웨어 구성

PCB기판으로부터 전달받은 강한 전류는 코일을 통하여 전자석에 전달된다. 전자석 중앙을 비워두는 형태로 제작하여 그 곳에 영구자석을 가진 모형을 넣어 둔 후 PCB 기판으로부터 신호를 받아 강한 전류가 흐를 때 전자석이 자석이 되어 중앙의 모형이 올라오는 형태로 제작하였다. 그림 2는 하드웨어 구성도이고, 그림 3은 점자 단말기의 내형이다.



(그림 2) 하드웨어 설계 구성도

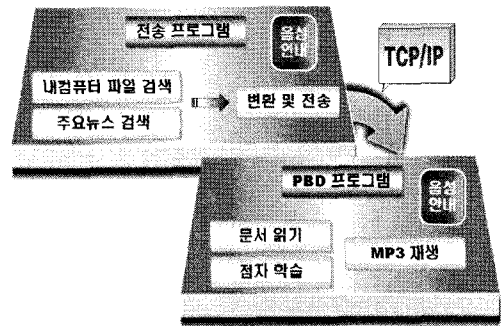


(그림 3) 점자 단말기 내형

(2) 소프트웨어 구성

소프트웨어의 모듈은 크게 2가지로 구성된다. PC에서 문서 또는 웹페이지를 선택하여 전송하는

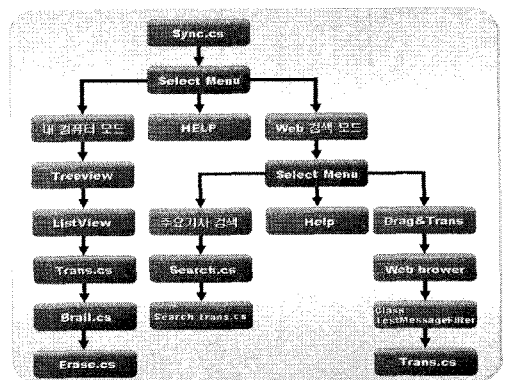
전송 및 변환 모듈과 수신된 데이터를 토대로 점자를 표현하는 제어 및 학습 기능, MP3 재생기능을 구현한 모듈로 구성된다. 그림 4는 소프트웨어 구성도이다.



(그림 4) 소프트웨어 구성도

· 전송 및 변환 모듈

트리구조인 Treeview를 구현하여 폴더를 검색하고 검색된 파일을 Listview에 보여준다. 웹페이지를 선택할 경우에는 search.cs 프로세스를 호출하여 웹페이지의 html 태그를 이용하여 기사제목과 내용을 추출하고, 드래그를 통하여 내용을 선택할 경우에는 그 내용만 추출하는 단계를 거치게 된다. 그리고 데이터를 변환하는 chage.cs 프로세스를 호출하게 된다. 변환 후에 전송하는 trans.cs 프로세스를 호출하여 데이터를 전송한다. 다음 그림 5는 전송 및 변환 모듈 흐름도이다.



(그림 5) 전송 및 변환 모듈 흐름도

한글이 유니코드로 44032번째부터 순서대로 배열되고, 초성(21개), 중성(28개), 종성(19개)의 개수 규칙에 따라 11172의 개수를 가진다. 그리고 점자는 3*2로 구성되어 있는 6개의 도트로 초성, 중성, 종성을 표현한다. 그래서 한글의 유니코드를 6bit의 데이터 포맷으로 변환하도록 알고리즘을 구현한다. 그림 6은 점자 표현을 위한 데이터 변환 알고리즘이다.

```
total = wc - 44032;
chosung = total / (21 * 28);
cho(chosung, out);

semitotal = total % (21 * 28);
jungsung = semitotal / 28;
jung(jungsung, out);

jongsung = semitotal % 28;
jong(jongsung, out);
```

(그림 6) 데이터 변환 알고리즘

표 2는 “안녕하세요”라는 단어를 0과 1이 조합된 데이터를 변환한 사례이다.

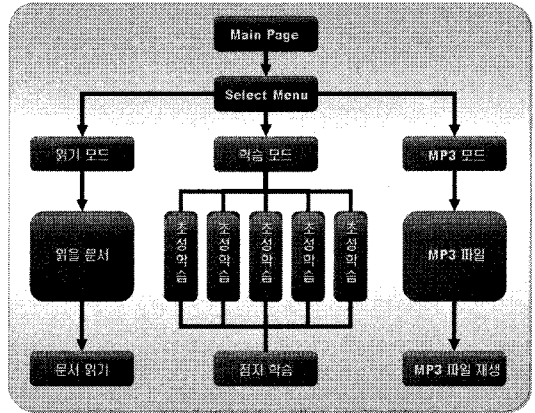
<표 2> 자소 변환 데이터

011011	ㅇ	110001	ㅏ	010010	ㄴ	100100	ㄴ
100011	ㅋ	011011	ㅇ	010110	ㅎ	110001	ㅏ
000001	ㅅ	101110	깨	001101	고		

또한 TTS 엔진을 사용한 음성 안내를 이용하여 시각장애인들에게 편리한 사용을 도모 한다.

· 단말 모듈

전송된 텍스트를 기반으로 하여 하드웨어를 제어 하는 모듈과 학습 기능, MP3재생 기능을 구현한다. 다음 그림7은 단말 모듈 프로그램의 흐름도이다.



(그림 7) 단말 모듈 프로그램 흐름도

1) 문서 읽기 모드

시각장애인이 마치 일반인과 동일하게 책을 읽는 것처럼, 문서의 앞 뒤 페이지를 읽을 수 있도록 메뉴를 구성하였다. 또한 일반인이 사용하더라도 이해가 쉽도록 LCD에 점자와 목자를 동시에 표현한다.

2) 점자 학습 모드

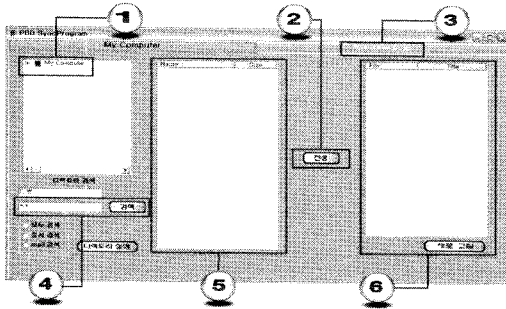
처음 점자를 접하는 사용자를 위하여 가장 기본이 되는 초성, 중성, 종성을 학습 하도록 구성하였다. 또한 한글 다음으로 문서에 많이 나타나는 숫자와 영어를 추가하여 다양한 종류의 기본 점자를 학습할 수 있도록 구성하였다.

4. 휴대용 점자 시스템의 구현

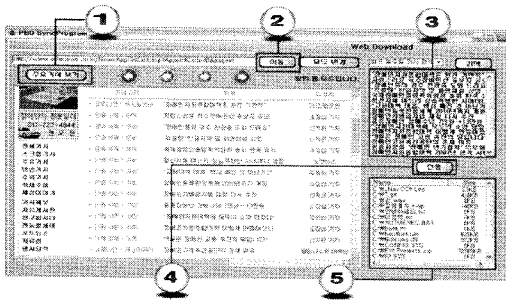
본 장에서는 앞서 3장에서 설계한 휴대용 점자 시스템 설계의 유용성을 검증하기 위하여 실제의 휴대용 점자 시스템을 구현하였다.

4.1 구현 환경

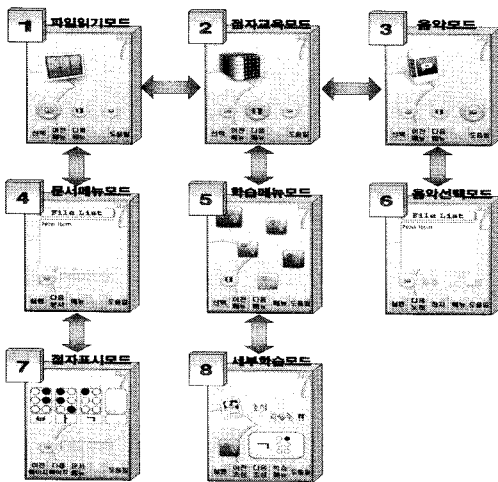
점자 시스템의 구현 환경은 다음 표3과 같다.



(그림 8) 내 컴퓨터 문서 검색 및 전송 구현 화면



(그림 9) 웹페이지 검색 구현 화면



(그림 10) 단말 모듈 사용자 인터페이스 구현 화면

〈표 3〉 구현환경

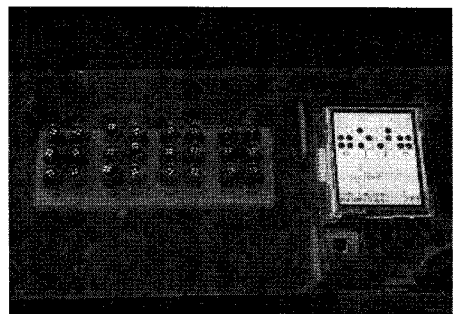
Target Board	
CPU	Intel XScale PXA-255 (400MHz)
Memory	flash:32MByte, SDRAM:128MByte
OS	Qt/Embedded
User PC	
CPU	Intel Celeron 2.4GHz
Memory	DDR RAM 521MByte
OS	Window XP 및 RedHat 9.0
Hardware Testing	
Oscilloscope	Tektronix TD52002
Power Supply	Agilent E3631A
Software Developing & Testing	
Language	C, C++, C#, Qt/E 3.3.6
compiler	gcc & arm-linux-gcc

4.2 전송 및 변환 모듈 구현

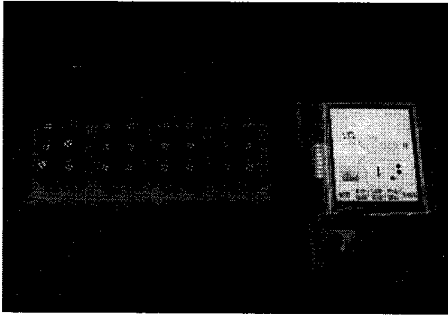
그림 8과 그림 9는 전송 및 변환 모듈의 구현 결과이며 컴퓨터 내의 문서를 선택 전송하거나, 웹 브라우저의 화면을 점자로 변환할 수 있도록 전송한다.

4.3 단말 모듈 구현

그림 10은 단말의 유저 인터페이스 흐름 화면이다. 이러한 사용자 인터페이스는 그림 11, 그림 12와 같이 구현되었다.



(그림 11) 읽기모드 화면



(그림 12) 학습모드 화면

4.4 구현 결과 및 성능평가

이와 같이 구현된 결과물을 동작시킨 결과 측감을 통한 인지상의 문제점은 없었으나, 점자 구동의 속도에 따른 전자석의 반응 속도에 따른 인식력에 차이가 있을 수 있음이 파악되었다. 물론 숙련된 사용자의 경우 상대적으로 빠른 속도로 자소를 전송하여도 상대적으로 높은 인식률을 나타낼 수 있을 것으로 기대하지만, 실제적으로 학습의 단계에서 필요로 하는 인식 속도는 초당 1~2회의 자소 전송으로 적절하였다. 반대로 최대속도로 구동하였을 경우의 인식률은 사용한 전자석의 구동특성에 따른 차이가 있을 것으로 판단하였으며, 본 구현에서 사용한 전자석의 경우 전자석의 구동에 따른 감지부의 이동 속도의 한계에 따라 초당 5회 이상의 자소 전송의 경우 자소간의 분명한 구별을 달성하기 힘들었다.

이와 같은 구현 결과는 차후 텍스트의 전송 속도의 실용성에 대비하여 하드웨어를 설계하여야 함을 의미하며, 기기의 전력 소모 또한 동시에 고려되어야 할 것이다.

5. 결론

정보기술의 혁신적인 발전으로 정보화 사회가 시작됨에 따라 시각장애인의 정보접근에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 현 정보화 사회는 개인용 컴퓨터(PC)를 이용한 정보 접근이 많은 비율을 차

지하고 있으므로, 시각장애인이 많은 정보에 접근하기 위해서는 PC에 접근이 불가피하다. 하지만 시각 장애인에게는 신체적 한계로 인하여 PC에 접근은 많은 어려움에 따른다. 이에 대한 해결책으로 다양한 정보를 음성 또는 점자 변환시스템이 필요하지만, 현재 국내의 시스템은 인식의 부족, 기반 기술력의 부족으로 성능이나 인터페이스의 측면에서 많은 문제점들이 속출하고 있다. 따라서 본 논문에서는 시각 장애인의 정보 기기의 접근을 용이하게 하고 정보 격차를 해소하기 위한 정보화 기기 구축, 접근성 보장, 교육의 조건들을 만족하는 시각 장애인을 위한 효율적인 휴대용 점자 시스템의 설계 및 구현하였다. window 플랫폼으로 구성된 PC에 변환 프로그램을 설치하여 원하는 문서나 웹페이지를 선택하면 목자 점자 변환 알고리즘으로 데이터를 변환한 뒤 휴대용 점자 디바이스로 전송한다. 그리고 전송된 데이터를 토대로 전자석의 원리를 이용하여 감지부가 올라와 점자를 표현한다.

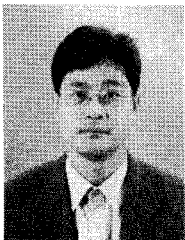
앞으로의 연구에서는 센서를 부착하여 시각 장애인 스스로 위치를 파악하고 원하는 곳을 검색하여 위치 정보를 받으며 이동할 수 있는 GPS 시스템을 구축하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 월간 네트워크 : 33호~36호, 임장순, 2006
- [2] <http://www.once.es/otros/premios/imasd/index-i.cfm>
- [3] 윤율 및 길이 정보를 이용한 무제한 음성 합성기의 설계 및 구현, 양진석, 정보처리학회 논문지 Vol.03 No.05 1996
- [4] Hooked to computers, L.Collins, IEE Review VOL.49 NO.10
- [5] Display of virtual braille dots by lateral skin deformation: feasibility study, Vincent Levesque, ACM Trans. on Applied Perception VOL.02 NO.02
- [6] 인터넷 웹사이트의 음성합성을 위한 엔진 및 플러그인 설계 및 구현, 이희만, 정보처리학회

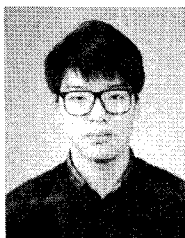
- 논문지 Vol.07 No.02, 2000
- [7] 한국어 음성 웹브라우저 설계 및 구현, 장영건, 정보과학회 논문지 Vol.07 No.05, 2001
- [8] A new Braille machine gives blind people access to Internet, ENGINEERING WORLD Vol.8 No.1, 1998
- [9] A System for Converting Print into Braille, Blenkhorn, Institute of Electrical and Electronics Engineers Vol.5 No.2, 1997
- [10] 자동 역점역을 가능하게 하는 한글점자 부호 체계의 개선, 길태영, 정보처리학회 논문지 Vol.05 No.03, 1998
- [11] Design of Braille cell Setting Actuators for the Application in the Braille Mouse Concept, Nobels, Korean Institute of Electrical Engineers Vol.4B No.1, 2004
- [12] <http://www.afb.org>
- [13] <http://www.sighted.com>

◎ 저 자 소 개 ◎



황 호 영(Hwang Ho-young)

1989년 ~ 1993년 서울대학교 컴퓨터공학 공학사
1993년 ~ 1995년 서울대학교 컴퓨터공학 공학석사
1995년 ~ 2003년 서울대학교 전기컴퓨터공학 공학박사
2003년 ~ 2007년 안양대학교 디지털미디어학부 조교수
2007년 ~ 현재 한성대학교 멀티미디어공학과 조교수
관심분야: 정보통신, 유무선 네트워크, 센서네트워크, 멀티미디어시스템 등.
email: hyhwang@hansung.ac.kr



서 호 중(Hyo-Joong Suh)

1991년 서울대학교 학사
1994년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2000년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2003년 - 현재 가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부 조교수
관심분야 : 컴퓨터구조, 컴퓨터시스템, 임베디드시스템
e-mail: hjsuh@catholic.ac.kr