한국산학기술학회논문지
Vol. 8, No. 6, pp. 1513-1518, 2007

무선 인터넷 환경에서 PDA 기반 당뇨관리 시스템 설계 및 구현

박종천[1], 황동국[1], 박경순[2], 김경아[3], 차은종[3], 전병민[1*]

Design and Implementation of Diabetes Management System Based on PDA in the Wireless Internet Environment

Jong-Cheon Park[1], Dong-Guk Hwang[1], Kyung-Soon Park[2], Kyung-Ah Kim[3], Eun-Jong Cha[3] and Byoung-Min Jun[1*]

요 약 본 논문은 무선 인터넷 환경에서 PDA 기반 당뇨관리 시스템의 설계 및 구현을 기술한다. 시스템은 3-계층 클라이언트/서버 구조로 클라이언트, 서버, 미들웨어, 그리고 데이터베이스를 포함한다. 클라이언트는 당뇨관리를 위한 환자와 의사용 PDA를 갖는다. 환자용 PDA는 당뇨 자가관리 기능을 위해 사용되고, 의사용 PDA는 환자의 데이터를 모니터하기 위해 사용된다. 서버는 무선 통신으로 환자로부터 매일 측정되는 데이터를 받고, 미들웨어는 클라이언트와 서버의 중계역할을 수행한다. 시스템의 구현 결과, 당뇨환자의 지속적이고 체계적인 관리가 기대된다.

Abstract This paper describes a design and implementation of diabetes management system based on PDA in the wireless Internet. Our system is a 3-Tier Client/Server model with client, server, middleware, and DB. The client has each PDA for patients and for doctors related to diabetics. The one is used for patients to manage this disease by themselves with, and the other is used for the doctors to monitoring the patients'data with. The server receive the daily data measured by the patients through wireless network, middleware mediate between an client(PDA) and server. As the result of implementation of the system, we expected that it manages to diabetic patients continually and systematically.

Key words : 당뇨관리, 무선인터넷, PDA

1. 서론

최근 무선 인터넷 환경에서 많은 응용 시스템이 개발되고 있으며, 그 중에서도 센서 기술과 융합되어 시간과 장소에 구애받지 않고 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 '유비쿼터스(Ubiquitous)'라 불리는 분야에서 활발하게 연구 개발이 진행되고 있다. 특히, 의료분야에서 센서장비와 무선네트워크를 이용한 원격진단 및 원격관리를 목적으로 많은 응용시스템이 개발되고 있다. 이러한 유비쿼터스 헬스케어 서비스의 핵심 기술은 센서 기술과 네트워크 기술의 융합으로 가능하고, 특히, 무선통신 기술이 필수적이다. 기타 필요한 기술로는 휴대하기 편리한 장비에 관련기술이 집적되어야 한다. 이러한 조건을 만족하는 대표적인 휴대 컴퓨팅 장비로서 PDA는 대표적으로 활용되는 유비쿼터스 장비이다. PDA는 언제, 어디서나 손쉽게 휴대하고 사용할 수 있는 특징으로 인해 의료정보시스템에 활용되기 시작하였다[1].

최근 연구 중에서 전자수첩을 사용하여 스스로를 관리하는 경우 혈당조절이 더욱 잘 되었다[2]. 이는 능동적인 자가관리가 당뇨질환관리를 효율화할 수 있음을 나타낸다. 1993년에 Diabetes Control and Complications Trial Research Group(DCCT)에서 보고서를 발표한 이래, 환자 자가관리를 통한 혈당수준의 엄격한 조절이 중요한 합병증의 발생을 줄일 수 있다는데 공통적인 동의가 이루어졌다[3]. 특히, 특정질환에 관한 의사결정시스템으로 자가관리에 도움을 주고 있으며 그 효과가 증명되고 있다[4].

본 논문은 당뇨환자 자가관리의 중요성이 부각됨으로서 자가관리를 효과적으로 관리할 수 있도록 무선 인터

이 논문은 2007년도 보건복지부 보건의료기술진흥사업 지원과 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (지방연구중심대학육성사업/충북BIT연구중심대학육성사업단)
[1]충북대학교 전기전자컴퓨터공학부
[2]문경대학 간호과
[3]충북대학교 의과대학 기초의학교실
*교신저자 : 전병민(bmjun@cbnu.ac.kr)

넷 환경에서 PDA 기반 당뇨관리 시스템 설계 및 구현을 하고자 한다.

2. 시스템 구조 및 설계

그림 1은 전체 시스템 구조이고, 클라이언트 부분과 서버 부분으로 이루어진다. 전체 시스템 자료 흐름도는 그림 2에 제시하였다.

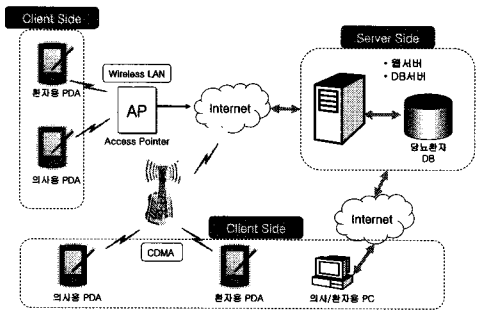


그림 1. PDA기반 당뇨관리 시스템 구성도

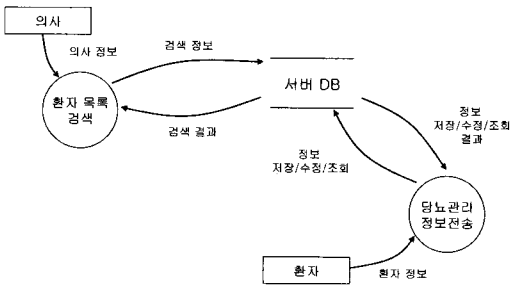


그림 2. 전체 시스템 자료 흐름도

환자용 PDA는 자가관리 데이터를 주기적으로 서버에 전송하고, 의사용 PDA는 환자들의 당뇨 자가관리 상태를 파악하기 위해서 서버 DB를 조회할 수 있도록 설계하였다. 또한 웹 사이트 서비스로 환자를 등록 및 관리하고, 의사용 PDA에서 제공된 서비스 내용을 웹사이트로 동일하게 제공한다.

2.1 클라이언트 부분 프로그램

클라이언트 부분은 환자용 PDA 프로그램, 의사용 PDA 프로그램, 그리고 환자/의사 모두에게 제공되는 웹 사이트로 구성된다[6-9].

2.1.1 환자용 PDA 프로그램

환자용 PDA 프로그램은 당뇨 환자가 매일 발생되는 데이터를 관리할 수 있도록 지원하는 것으로, 주요 기능은 그림 3에 제시하였고, 매일 발생되는 데이터는 무선랜 또는 CDMA 통신으로 당뇨관리 서버에 전송되도록 설계하였다.

환자용 PDA 프로그램에서 데이터를 저장 및 관리를 위해서 Object Store를 사용한다[5]. Object Store는 윈도우즈 CE에서 영구적인 데이터를 저장하기 위한 장치로서 물리적으로는 비휘발성, battery-backed RAM이 사용된다. CEDB는 윈도우즈 CE는 내장된 데이터베이스 관리자로 지원되고, 단일-레벨 계층구조만을 지원하며, 다중 데이터베이스가 허용된다. 그림 4는 환자용 PDA 당뇨관리 프로그램에서 사용되는 DB 테이블의 상호 참조 관계를 보여준다.

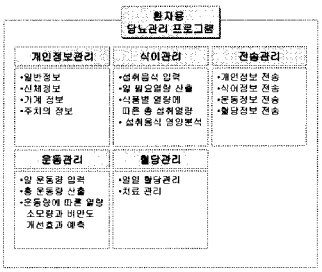


그림 3. 환자용 PDA 당뇨관리 프로그램

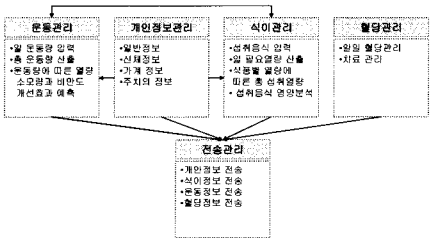


그림 4. DB 테이블의 참조 관계

표 1. 혈당관리 클래스 샘플 코드

```
class CData_BloodSugar_Data
{
  public :
   COleDateTime m_dtDate;
     short m_BS_N;          short m_BS_BB;
     short m_BS_AB;         short m_BS_BL;
     short m_BS_AL;         short m_BS_BD;
     short m_BS_AD;         short m_BS_E;
   CData_BloodSugar_Data();
};

class CDataQueryCls
{
public :
  bool SaveBloodSugarData
       (CData_BloodSugar_Data A);
  bool LoadBloodSugarData
  (COleDateTime date, CData_BloodSugar_Data& A);
  bool DeleteBloodSugarData(COleDateTime date);
}
```

데이터베이스에 작업은 기본적으로 매일 발생되는 데이터를 처리하게 됨으로 대부분 날짜를 키로 처리하여 이루어진다. 표 1은 혈당관리를 위한 클래스로서 클래스의 멤버 데이터가 데이터베이스 스키마 역할을 수행하게 되는 것을 보여준다. 표 1과 같은 구조로 DB 스키마를 설계하였고, 해당 클래스 메서드를 정의함으로 DB에 대한 처리를 수행하는 형태로 CEDB를 구성하였다.

2.1.2 혈당측정기 인터페이스 모듈

환자용 PDA 프로그램은 혈당 측정을 위해서 자체개발한 혈당측정기(Dongle) 인터페이스 모듈를 설계하였다. 혈당측정기와 PDA는 표준 24핀 RS-232c 포트와 프로토콜을 수행함으로서 혈당측정을 수행하게 된다. 그림 5와 같은 프로토콜 포맷을 바탕으로 PDA와 혈당측정기 사이에 통신하도록 모듈을 설계하였다. 혈당측정을 보다 쉽게 안내하기 위해서 각 단계별 음성안내 메시지를 제공한다. 그리고 혈당측정을 다른 장비 또는 기타 방법을 이용하는 경우에 PDA에 수작업으로 값을 넣을 수 있도록 설계하였다.

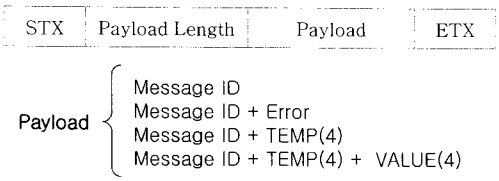


그림 5. 혈당측정기 프로토콜 포맷

2.1.3 무선 통신 인터페이스

매일 측정되고, 관리하는 데이터는 무선 통신으로 DB 서버에 저장되어야한다. 특히, 혈당 데이터는 당뇨관리에 중요한 요소이므로 가능한 최신의 데이터를 의사가 알 수 있어야 한다. 그러므로 혈당 측정이 완료되는 시점에서 DB서버로 전송되어 의사가 혈당을 조회할 수 있어야만 한다. 이를 위해서 무선랜 및 CDMA를 이용하여 즉각적인 데이터 전송이 이루어지도록 설계하였다. 무선랜 규격은 IEEE 802.11b 프로토콜을 사용하였고, CDMA 통신 방식은 AP가 지원되지 않는 지역에서 사용가능하도록 하였다.

2.1.4 의사용 PDA 프로그램

의사용 PDA 프로그램은 그림 6과 같은 내용으로 구성되며 주된 기능은 당뇨환자의 전반적인 상태를 모니터함으로서 환자의 상태를 파악하고, 이에 상응하는 적절한 치료관리를 할 수 있도록 하는 것이며, 이를 위한 데이터로서 혈당정보와 다양한 분류 기준별 혈당변화 그래프를 제공한다. 이를 바탕으로 의사는 환자에 대한 치료에 있어서 의사결정을 효과적으로 할 수 있는 것이다. PDA를 이용하여 시간과 장소에 상관없이 환자의 상태를 모니터링 할 수 있는 특징으로 환자에 대한 즉각적인 치료관리가 가능하게 된다.

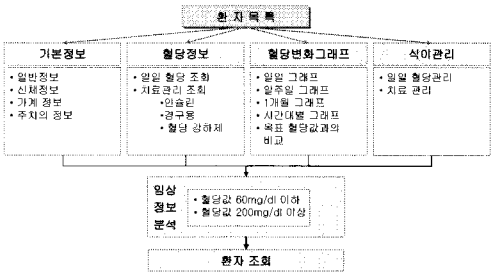


그림 6. 의사용 PDA 프로그램 메뉴 구성

2.1.5 웹 사이트 프로그램

PDA의 단점은 제한된 크기의 화면에서 모든 것을 보여주어야 한다는 것이다. 그리고 무선통신을 이용하는 경우 추가적인 비용을 부담해야한다. 이러한 문제점을 해결하고자 웹 사이트를 제공한다. 웹 사이트로 환자는 회원가입을 할 수 있고, 각자의 당뇨관리 정보를 조회할 수 있도록 하였다. 의사도 웹 사이트로 담당한 환자의 당뇨관리 상태를 조회할 수 있도록 하였다. 웹 사이트는 환자/의사 모두에게 제공되는 서비스로, 하나의 커뮤니티를 제공할 수 있도록 구성하였고, 각종 통계분석 데이터 및 이에 대한 그래프를 제공함으로서 효과적인 데이터 분석이 가능하도록 하였다.

2.2 서버 부분 프로그램

서버 부분 프로그램은 웹서버와 DB서버로 이루어진다. 웹서버는 Apache 프로그램이 기능을 담당함으로 이에 대한 관리만 필요하며, DB서버는 DB에 대한 요청을 받아 이를 처리하는 서버를 의미한다. 따라서 이러한 DB에 대한 요청을 처리하기 위해서, 본 시스템은 그림 7과 같은 3-Tier 클라이언트/서버 구조를 갖는다. 이것은 클라이언트/서버 중간에 미들웨어(Middleware)를 두고 미들웨어가 클라이언트로부터 요청을 받고 이것을 서버에 전달하고, 서버가 처리한 내용을 다시 클라이언트로 전달하는 구조이다. 3-Tier 클라이언트/서버 구조는 독립성, 확장성(Scalability), 통신 오버헤드 감소 등의 장점이 있음으로 본 시스템에서 적용하였다.

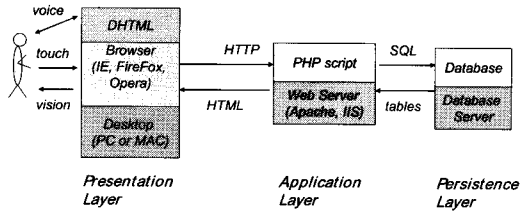


그림 7. 3-Tier 클라이언트/서버 구조

클라이언트/서버 간의 데이터 처리를 위한 메시지 포맷은 그림 8과 같다. 클라이언트는 DB에서 실행될 SQL 명령어를 서버에 보내게 되고, 서버는 받은 SQL을 DB에서 실행되게 하고 그 결과를 클라이언트로 보내는 방식으로 데이터 처리를 수행한다. 환자/의사용 PDA는 클라이언트가 되므로 클라이언트 요청이 발생하면 쓰레드를 생성하여 데이터 처리를 하도록 구성하였다. 서버와 PDA간의 통신은 소켓 통신(Winsock 2.2)을 이용하였다.

• Client Message Format

IP 주소	포트 번호	Code 번호	SQL 명령어

• Server Message Format

IP 주소	SQL 실행결과 레코드

그림 8. 클라이언트/서버 메시지 포맷

3. 시스템 개발환경 및 구현결과

3.1 개발환경

본 시스템의 개발환경은 표 2에 클라이언트/서버 부분으로 나누어 제시하였으며, 혈당 측정을 위한 환경은 그림 9와 같은 혈당측정기, 무통증채혈기, 스트립, 그리고 테스트용 혈액 등으로 구성된다.

표 2. 시스템 개발환경

클라이언트	
PDA OS	한글 MS-Windows Mobile 2003 for Pocket PC Edition
PDA 모델	HP iPAQ-RW6100
통신장비	CDMA 1x EV-DO, WLAN 802.11b, IrDA
프로그램 언어	MS-eMbedded Visual C++ 4.0
서버	
웹서버	Apache 2.2.6 (openssl 0.9.8e)
웹프로그램 언어	PHP 5.2.4
DB	MS-Access 2002
미들웨어 프로그램	MS-Visual C++ 6.0

3.2 구현결과

본 시스템의 구현결과는 환자용 PDA 당뇨관리 프로그램, 의사용 PDA 프로그램, 웹사이트로 구성된다.

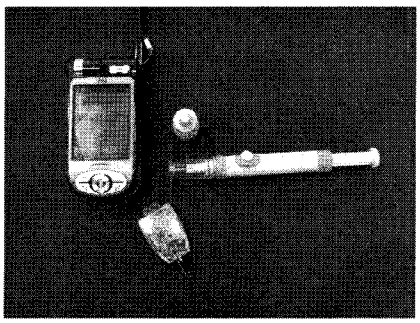


그림 9. 혈당측정 장비

3.2.1 환자용 PDA 당뇨관리 프로그램

환자에 대한 개인정보를 입력하고 매일 발생되는 데이터를 관리하며, 혈당측정, 비만도와 당뇨위험 지수를 산출함으로써 자가관리에 도움이 되도록 구현하였다. 비만도 산출은 체질량지수법과 표준 체중법 중 하나를 선택할 수 있고, 허리-엉덩이 둘레의 비율을 통해 비만유형을 알아볼 수 있다. 그리고 미국 당뇨병학회의 7개 항목 설문에 의해 산출된 당뇨위험지수를 통해 자신의 위험인자 분석이 가능하며 이는 자가관리를 위한 정보로 활용할 수 있다.

화면 인터페이스는 PDA 화면은 가로/세로 크기가 240x320로 구성됨으로 가능한 모든 입/출력 내용을 최적화하여 표시하였고, 메뉴는 아이콘을 사용하여 그림 10과 같은 직관적인 인터페이스를 제공하였다. 또한 매일 반복되는 데이터 입력을 위해서 키보드 입력을 줄이고, 사용빈도가 높은 항목을 우선 배치함으로서 사용자의 선택 횟수를 최소화하도록 메뉴를 구성하였다.

3.2.2 의사용 PDA 프로그램

의사용 PDA는 주로 무선 랜 환경에서 DB서버에 접속하여 환자의 당뇨관리 상태를 파악하는 기능을 제공하도록 구현하였다. 그림 11은 의사용 PDA 구현결과를 보여준다. 의사용 PDA의 주 메뉴의 구성은 상단에 환자의 목록을 배치하여 조회하고자 하는 환자를 선택한 후 그 환자에 대한 식이, 운동, 그리고 혈당 데이터에 대한 일별, 주별, 월별 그래프를 볼 수 있도록 구성하였다.

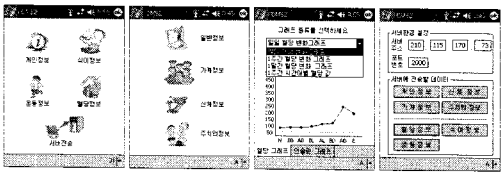


그림 10. 환자용 PDA 당뇨관리 프로그램

그림 11. 의사용 PDA 프로그램

3.2.3 웹 사이트

웹 사이트는 환자/의사 모두에게 제공되는 웹페이지로서, 환자는 회원가입으로 기본적인 정보를 제공함으로서 웹사이트에서 제공되는 콘텐츠와 커뮤니티 서비스를 받을 수 있고, 의사는 담당하는 환자의 당뇨관리 상태를 PDA 프로그램 보다 더 다양하게 관찰할 수 있다. 웹사이트는 환자와 의사간의 커뮤니티 서비스로 정보를 공유할 수 있는 공간을 제공하게 된다. 그림 12는 웹사이트에서 환자의 당뇨관리 데이터를 표와 그래프로 시각화하여 환자/의사에게 분석이 용이하도록 제시하였다.

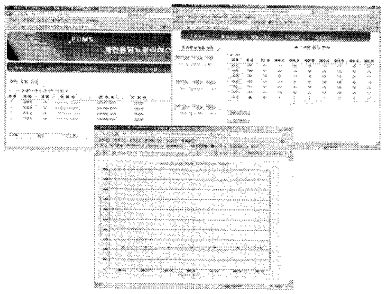


그림 12. 웹사이트 구현결과

4. 결론 및 기대효과

본 논문은 무선 인터넷 환경에서 PDA 기반 당뇨관리 시스템 설계 및 구현을 하였고, 기존의 환자용 PDA 자가관리 프로그램을 보완하여 네트워크 기능을 추가함으로서 당뇨관리 내용을 서버에 전송할 수 있도록 하였다. 또한 의사용 PDA 프로그램을 구현하여 환자의 당뇨관리 상태를 언제, 어디서든 조회할 수 있게 함으로서 환자관리를 직접적으로 지원할 수 있도록 하였고, 웹 사이트를 구축함으로서 보다 더 다양한 당뇨관리 및 콘텐츠를 제공할 수 있도록 하였다. 본 시스템의 구현결과, 기대효과는 아래와 같다.

- 지속적인 당뇨환자의 자가관리 가능
- DB서버에 저장된 당뇨관리 데이터 분석을 통한 다양한 통계 제시
- 축적된 DB 분석을 통한 당뇨관리 문제점 파악
- 시각적인 데이터를 보여줌으로 당뇨상태 예측 가능
- 웹사이트를 통한 다양한 콘텐츠와 커뮤니티 제공

향후 연구과제로는 구축된 DB 데이터 분석결과, 문제로 대두된 내용을 기반으로 환자용 PDA 자가관리 프로그램의 내용 및 인터페이스를 개선하여 보다 효율적인 관리가 이루어질 수 있도록 시스템을 개선하는 것이다.

참고문헌

[1] 현수경, 김대희, 이승종, 김동규, 최진욱, 전종훈, "PDA를 이용한 간호정보 시스템의 개발", 대한의료정보학회지, 6권 2호, pp.45-53, 2000.

[2] Tsang, M.W., Mok, M., Kam, G, Jung, M., Tang, A. Chan U, et al, "Improvement in diabetes control with an monitoring system based on a hand-held, touch screen electronic diary", J. Telemed. & Telecare 7(1): PP.47-50, 2001.

[3] Yip Mei Po. "Telemedicine to improve patients'selt -efficacy in managing diabetes", J Telemed & Telecare, pp.263-267, 2000.

[4] 한승빈, 장희정, 최진욱, 범희승, 이강선, 전종훈, "알쯔하이머 질환 진단과 치료를 위한 PDA용 임상의사결정 시스템 (Clinical Decision Support System : CDSS)의 개발", 제18차 대한의료정보학회 추계학술대회 초록집, p.12, 2003.

[5] http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/aa918392.aspx

[6] 고재관, Starting Mobile PDA Programming, 삼각형프레스, 2001.

[7] http://www.cegadgets.com/, CE개발자사이트

[8] http://www.microsoft.com/windowsmobile/, 윈도우 모바일 프로그래밍

[9] 더글라스 볼링 저/노영선 역, PROGRAMMING MICROSOFTWINDOWS CE.NET (3/e), 정보문화사, 2004.

박 종 천(Jong-Cheon Park) [정회원]

- 1994년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과 졸업
- 1994년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과 졸업
- 1998년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과(공학석사)
- 2004년 8월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 박사과정 수료
- 2004년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 시간강사

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리, 인공지능

황 동 국(Dong-Guk Hwang) [정회원]

- 1998년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 졸업
- 2000년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 2003년 8월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 박사수료
- 2007년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 초빙교수

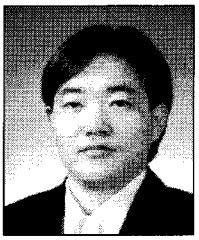
<관심분야> : 영상처리, 컴퓨터비전, 독순술, 2D 객체인식

박 경 순(Kyung-Soon Park) [정회원]

- 1990년 2월 : 청주과학대학 간호과
- 2002년 2월 : 대전대학교 간호과(석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 의용생체공학과(공학석사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 문경대학 간호과 교수

<관심분야> : 의료정보, 의료기기, 간호행정

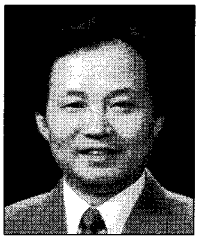
김 경 아(Kyung-Ah Kim) [정회원]



- 1991년 2월 : 충북대학교 자연과학대학 물리학과(이학사)
- 1993년 2월 : 충북대학교 자연과학대학 물리학과(이학석사)
- 2001년 8월 : 충북대학교 학과간협동과정 의용생체공학과(공학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 의과대학 의공학교실 조교수

<관심분야> : 생체계측, 물리센서, 심폐의료기

차 은 종(Eun-Jong Cha) [정회원]



- 1980년 2월 : 서울대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
- 1987년 2월 : 미국 남가주대학 의공학과(의공학박사)
- 1988년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 의과대학 의공학교실 교수
- 2000년 12월 ~ 현재 : 씨케이인터내셔널 대표 겸직

<관심분야> : 생체계측, 물리센서, 심폐의료기, 정밀계측

전 병 민(Byoung-Min Jun) [정회원]

- 1976년 2월 : 한국항공대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1979년 2월 : 연세대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1988년 8월 : 연세대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1986년 2월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수

<관심분야> : 디지털 신호처리, 영상처리, 컴퓨터비전