
환자감시시스템(PMS) 실시간 생체정보관리 시스템 구현

강기웅* · 임세정* · 김광준*

The Implementation of Real Time Vital Sign Information Management System in Patient Monitoring Systems

Ki-woong Kang* · Se-jung Lim* · Gwang-jun Kim*

요 약

HL7은 병원정보 시스템에서 사용되는 정보와 관련된 표준화된 프로토콜이다. Central Monitor로부터 전송되어진 환자의 생체정보 Raw Data가 HIS의 데이터 수신 모듈을 통해 사용가능한 데이터로 재구성될 수 있도록 설계가 이루어져 있다. 환자 생체정보에 대한 실시간성과 생체정보에 대한 생체정보 데이터의 연속성을 부여함으로써 베드 사이트의 환자에게서 발생된 모든 생체정보에 의해 환자 관리가 이루어진다. 또한 보다 많은 검사장비의 데이터를 데이터베이스를 이용하여 전산화함으로써 해당 환자의 광범위한 자료 검색이 이루어지므로 획기적인 원격진료로 활용이 가능하다.

ABSTRACT

HL7 is well-known standard protocol for text data generated in hospital information systems. In this paper, we have to design to obtain useful vital sign information, which is generated at data receiver modulator of HIS, that is offered by the central monitor. Vital sign informations of central monitor is composed of the row data of several bedside patient monitors. We are willing to maintain vital sign information of real time and continuity that is generated from the bedside patient monitor. It is able to apply to remote medical examination and treatment. we proposed integration method between vital sign database systems and hospital information systems. Through the proper exchange and management of patient vital sign information, real time vital sign information management will offer better workflow to all hospital employee.

키워드

HL7 Protocol, Real Time Vital Sign Information, Central and Bedside Monitor, Hospital Information System

1. 서론

환자 모니터 시스템(Patient Monitoring System)에서 중환자의 경우에는 환자의 상태에 대한 연속적이고 집중적인 모니터링이 필요하다. 따라서 이러한 기능을

제공하는 환자 모니터(Bedside Monitor)는 주요한 의료 장비로서 활용되고 있다. 환자 모니터 시스템에 의한 환자 상태의 모니터링은 중환자의 모니터링에 수반하는 인력과 노력 및 부담의 절감이라는 효과를 제공하며, 보다 신속하고 정확한 환자 상태의 파악을 바탕으로

* 전남대학교 전기전자컴퓨터공학부 컴퓨터공학전공
심사완료일자 : 2007. 11. 14

접수일자 : 2007. 10. 05

로 의료진에 의한 적절한 대처를 가능하게 한다. 이러한 기능을 수행하는 환자 모니터링 및 전송하는 기능을 수행하는 것이 환자 모니터링 시스템이다. 환자 모니터의 가장 기본적인 기능은 환자에 부착된 각종 센서들로부터 여러 종류의 생체 신호들을 수집, 처리, 분석, 도시 및 전송하는 기능을 수행하는 환자 모니터이다. 환자 모니터의 가장 기본적인 기능은 환자에 부착된 각종 센서들로부터 여러 종류의 생체 신호들을 측정하고 이를 처리 분석하여 환자의 상태에 관한 정보를 추출하여 의료진에게 출력하는 것이다. 환자 모니터는 통상 환자당 한대씩 설치되며, 여러 개의 환자 모니터로부터 수집된 정보는 중앙 환자 모니터로 전송되어 여러 명의 환자들에 대한 통합적인 환자 모니터링이 이루어지기도 한다[1][2][3].

HL7의 프로토콜을 이용하여 환자의 생체 정보를 얻기 위해 각각의 베드 사이트의 환자 Patient Monitor를 통해 전송되어진 생체정보는 중앙의 Central Monitor에 중환자와 관련된 모든 생체정보 신호가 수신된다. 본문에서는 Central Monitor에 나타낸 생체정보를 TCP/IP 인터넷 프로토콜을 통해 HIS에 구성된 스토리지에 저장하게 된다. 이렇게 저장된 각 환자들의 생체정보는 사용자의 필요에 따라 웹을 통한 Viewer로 실시간 검색할 수 있도록 구현하였다.

II. 환자 모니터 시스템(PMS)의 구조

환자모니터는 각종 모듈 및 모듈들과 모듈 제어기 사이의 인트라베드 통신망, 모듈 제어기, 주 프로세서, 주변 장치 및 모니터 등으로 구성된다. 각 모듈에는 2개의 프로세서가 내장되어 각각의 신호 수집, 처리 및 저장과 통신의 기능을 수행하며 이러한 분산처리 기법의 적용을 통하여 많은 개수의 모듈들을 사용하여 시스템의 기능을 확장하는 것이 용이하도록 하였다. 환자 모니터의 본체는 펜티엄 프로세서가 내장되어 있으며, 인트라베드 통신망을 위한 통신 장치인 모듈 제어기와 Ethernet 통신 장치가 내장된다. 모듈 제어기는 인트라베드 통신망에서 가장 중추적인 역할을 수행한다. 모듈 제어기는 본체와 모듈들 사이의 중간에서 장착 또는 탈착되는 모듈의 인식과 각 모듈들과의 데이터 송수신을 담당한다. 또한 각각의 모듈들은 센서로부터의 생체 신

호를 처리하는 아날로그 회로부분과 아날로그 회로의 제어 및 상태 확인, 신호의 A/D 변환과 디지털 신호처리 등을 담당하는 microcontroller 부분, 그리고 인트라베드 통신 망 용 microcontroller 부분 및 전원 분리용 DC-DC 변환기의 4부분으로 구성된다.

환자 모니터가 필수적으로 갖춰야 할 기능적 요구 사항들로서 첫 번째, 측정 모듈에서 수집한 생체 신호 데이터를 육안으로 느낄 수 있는 지연 없이 실시간으로 화면에 출력할 수 있어야 하며, 두 번째로는 생체 신호들을 처리하여 얻은 수치 데이터 및 이벤트 정보들을 해당 부분의 생체 신호와 동기화하여 화면에 출력하고, 최근의 일정기간 동안에 발생한 정보들을 저장하여 보여줄 수 있어야 한다. 세 번째로는 환자 모니터 시스템은 중환자의 위급 상황 및 오동작 상태를 통지할 수 있어야 하고, 환자 모니터의 여러 생체 신호들을 측정하기 위한 측정 모듈들의 하드웨어를 적절하게 제어할 수 있어야 한다. 네 번째는 디지털 형태의 생체 신호 및 추출 정보 데이터들을 병원 전산망을 통해 다른 컴퓨터로 실시간 전송이 가능해야 하며, 일관성 있고 사용하기 쉬운 사용자 인터페이스를 제공할 수 있어야 하며, 새로운 생체 신호 측정 모듈들을 쉽게 추가할 수 있어야 한다.

중환자실에 있는 각 환자의 병상에는 대부분 1개의 모듈형 환자 모니터가 설치되어 있어 각 환자들의 상태를 관찰할 수 있게 되어 있다. 중앙 환자 모니터는 여러 개의 환자 모니터들을 연결하여 소수의 의료 인력이 한 곳에서 여러 명의 환자들의 상태를 집중적으로 관찰할 수 있게 해준다. 이러한 환자 모니터링을 위해서는 모듈형 환자 모니터들과 중앙 환자 모니터들의 데이터 전송을 위한 연결이 필요하다.

최근 들어, 병원에서 LAN이나 WAN(wide area network)과 같은 일반 컴퓨터 통신망의 사용이 일반화됨에 따라, 환자 모니터들을 일반 컴퓨터 통신망에 연결하여 한 곳에서 집중적으로 관찰하려는 시도가 많아지고 있다. 최근에 개발된 대부분의 환자 모니터는 수집한 생체 신호를 디지털의 형태로 변환하여 처리하기 때문에 일반 컴퓨터 통신망을 통해 전송되는 다른 디지털 데이터들과 같은 방법으로 취급될 수 있다. 환자 모니터들을 일반 컴퓨터 통신망에 연결함으로써 얻을 수 있는 가장 큰 이점은 일반 컴퓨터 통신망이 연결되어 있는 곳에서 어디에서든지 중앙 환자 모니터나 임상 의

사용 워크스테이션을 통해 환자의 상태를 관찰할 수 있다는 점이다. 일반 컴퓨터 통신망은 병원의 거의 모든 곳에서 접속할 수 있을 뿐 아니라, 공중 통신망을 사용하면 다른 곳에 있는 병원이나 가정에서도 접속할 수 있어서 많은 종류의 새로운 서비스를 창출할 수 있을 것이다.

III. 실시간 생체정보 전송 시스템

생체정보 웹 뷰어 서버 시스템은 환자 베드의 Patient Monitor(DS-7100)에 나타난 환자의 생체정보를 특정한 Central Patient Monitor (DS-7600)에 생체정보를 무선 인터넷으로 전송하는 프로토콜에 대한 서버 역할을 한다.

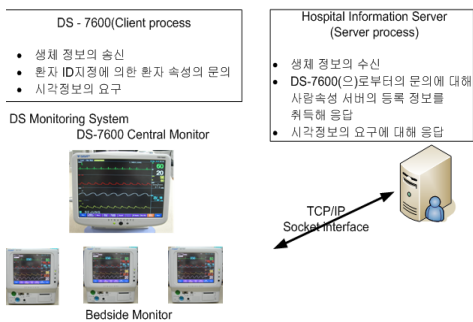


그림 1. 생체정보 전송 시스템
Fig. 1 Vital sign information transfer system

생체 정보 획득 장비에는 Patient Monitor(DS-7100)를 사용함으로써 현재 환자의 생체정보인 Vital Sign의 Numeric 데이터를 생성, 입력, 확인하고 환자의 현재 정보 및 생체정보에 대한 이벤트(event)를 발생시키는 소스 역할을 하고 있다.

Central Patient Monitor(DS-7600)는 환자 베드의 Patient Monitor의 생체 정보와 무선 인터넷을 통하여 연동되어 생체정보를 받아들인다. Patient Monitor로부터 전달되는 메시지는 HL7을 지원하는 것과 그렇지 않은 것으로 나누어 볼 수 있다. HL7을 지원하는 시스템의 연동은 HL7을 지원하는 Central Patient Monitor로부터 필요한 데이터 필드를 확인하고 데이터 매핑(Mapping)을 하는 것으로 쉽게 연동 작업이 마무리될 수 있다. 하지만 HL7을 지원하지 않는 병원정보 시스템에 대해서는 추가적인 HL7 변환을 위한 시스템과의 연동 혹은 비표준화된 방식을 이용한 연동 방식을 생각할 수 있다.

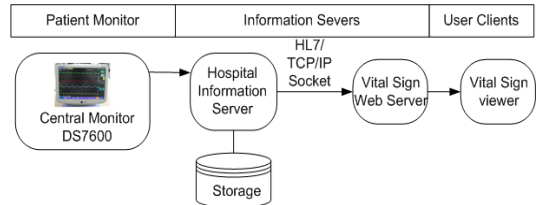


그림 2. 환자 모니터 웹 뷰어 시스템 웹 구성
Fig. 2 Patient monitor web viewer system configuration

그림 2에서 나타낸바와 같이 표준화된 HL7 프로토콜을 이용한 Vital Sign 생체정보 웹 뷰어 시스템 구성에서 Patient Monitor로부터 실시간 vital sign 생체정보 트리거 이벤트(Trigger Event)를 TCP/IP 소켓을 통해 병원정보 서버 시스템으로 전송한다. 병원정보 서버 시스템으로부터 수신된 환자 vital sign 생체정보를 사용자 클라이언트가 이용 가능하게끔 웹 서버를 구축함으로써 수행될 수 있다.

웹 서버가 central Monitor로부터 vital sign의 numeric 데이터를 획득하기 위해 네트워크 및 통신 기능을 설정하여야 한다. 그림 3은 vital sign의 생체정보를 획득하기 위한 생체 정보 통신 순서를 나타내고 있다. 그림에서와 같이 HIS가 서버 프로세스, Central Patient Monitor (DS-7600)가 클라이언트 프로세스를 담당한다. Central Patient Monitor가 한번 HIS 서버의 접속에 성공하면 생체정보의 송신을 반복한다. TCP/ IP 소켓 연결의 접속과 연결 해제는 Central Patient Monitor가 주도적으로 수행할 수 있다.

또한 DS-7600으로부터 생성된 Vital sign 생체정보 계측치 데이터는 TCP/IP 소켓의 동일 포트를 이용함으로써 계속적으로 데이터를 송·수신 할 수 있으며, 네트워크 상에 Central Patient Monitor(DS-7600)가 여러대가 존재하는 경우 HIS는 각각의 DS-7600에 대해 동일한 포트로 최대 8대까지 연결을 설정할 수 있다.

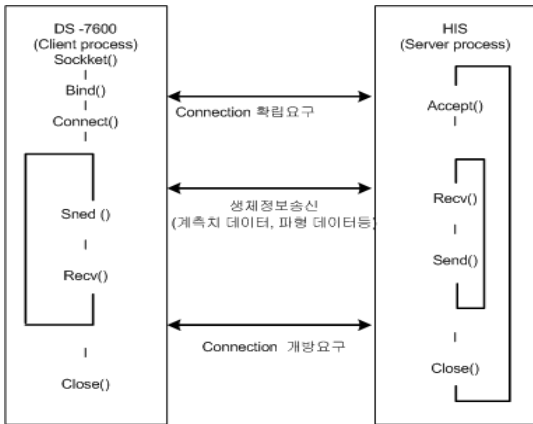


그림 3. 생체정보의 통신 순서
Fig. 3 Vital sign socket procedure

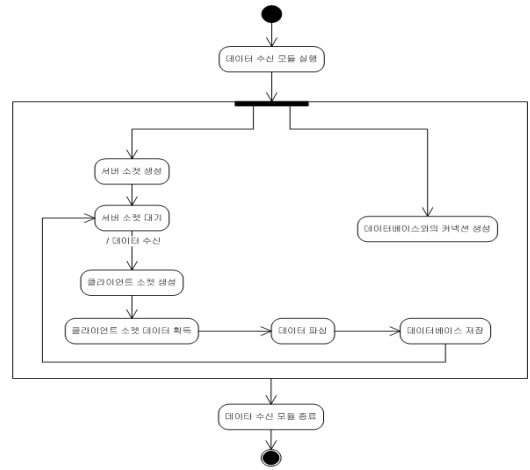


그림 4. 생체정보 데이터 수신 모듈
Fig. 4 Vital sign information data receive module

IV. 생체정보 파싱 모듈 및 데이터 베이스 구조

4.1 생체정보 파싱 모듈

Central Monitor에서 전송되어지는 환자의 생체정보를 수신하기위한 데이터 수신 모듈을 실행시킴으로서 생체 정보 데이터의 수신을 활성화시키고, 서버의 소켓을 생성함으로서 환자의 생체정보 Raw Data의 수신이 이루어진다. 생체정보 데이터 수신 모듈은 그림 4과 같이 나타낼 수 있다.

환자의 생체정보 Raw Data의 수신은 4초 단위로 이루어진다. 4초 동안의 환자의 생체정보 Raw Data가 4초 단위로 Central Monitor에서 HIS로 전송되는 것이다. 결국, 데이터 수신 모듈은 HIS에서 동작하는 프로세스으로써 1초 간격으로 발생하는 환자의 생체정보 Raw Data의 정확한 수신과 수신된 정보를 스토리지에 저장하는 역할을 하게 되는 것이다. 수신된 환자의 생체정보 데이터는 클라이언트의 소켓을 통해 Raw Data를 획득할 수 있으며, 데이터 파싱 모듈을 이용하여 이미 정의된 메시지 구조에 따른 파싱 과정을 통해 각 환자의 생체정보는 사용자의 요구와 환경에 따라 다각적인 구성을 통하여 제공이 가능하다.

데이터 수신 모듈을 통해 수신된 환자의 생체정보 Raw Data의 형태는 그림 5와 같이 나타내어진다. 그림 5는 데이터 수신 모듈을 통해 수신되는 환자의 생체정보의 일부분을 16진수로 표현한 것으로 실제

HIS의 스토리지에 저장되는 많은 양의 데이터를 실시간 처리하기 위하여 데이터 수신 모듈의 안정성과 신뢰성이 반드시 평가되어야 한다.

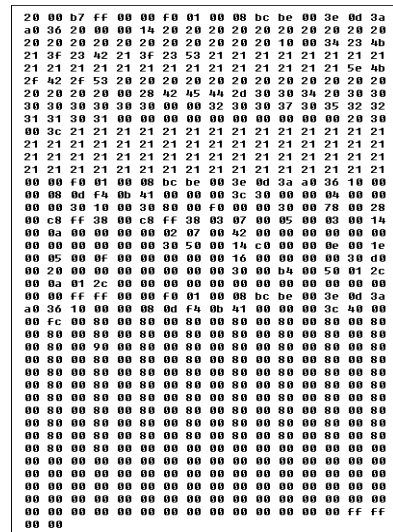


그림 5. 생체정보 Raw Data
Fig. 5 Vital sign information raw data

4.2 생체정보 데이터 베이스 구조

파싱 모듈을 통해 분석된 환자의 생체정보는 HIS의 스토리지인 SQL Server 데이터베이스에 저장된다.

SQL Server 데이터베이스 엔진이 웹 뷰어 시스템의 데이터 저장소 구성 요소로 작동되는 데 필요한 확장성, 사용 가능성 및 보안 기능도 갖추고 있는 점이 고려되었다. 본 논문의 데이터베이스에서 테이블 설계는 실시간 수신되는 다량의 환자 생체정보를 효율적으로 관리해야하므로 그 중요성을 간과할 수 없다. Central Monitor에서 수신되는 환자의 생체정보는 6개의 테이블로 구성되어 있다. 여기서 주목해야 할 사항은 환자의 생체정보가 환자 감시 장치 중심이 아닌 환자 중심으로 테이블이 설계되어 빈번히 발생하는 환자의 이동을 충분히 고려하였다는 점이다. 그림 6은 환자 속성 정보가 저장되는 테이블로 Primary key는 Central Monitor의 Mac주소에 해당하는 필드로 macAddr와 환자 고유의 번호를 나타내는 serialNo, 베드의 입상일 initDate와 시간 initTime이며 총 22개의 필드를 가지고 있다.

PATIENT	
<input type="checkbox"/>	cnt
<input checked="" type="checkbox"/>	macAddr
<input checked="" type="checkbox"/>	serialNo
<input checked="" type="checkbox"/>	initDate
<input checked="" type="checkbox"/>	initTime
<input type="checkbox"/>	flag
<input type="checkbox"/>	id
<input type="checkbox"/>	name
<input type="checkbox"/>	bedno
<input type="checkbox"/>	birthdate
<input type="checkbox"/>	age
<input type="checkbox"/>	inputdate
<input type="checkbox"/>	height
<input type="checkbox"/>	weight
<input type="checkbox"/>	BSA
<input type="checkbox"/>	hUnit
<input type="checkbox"/>	wUnit
<input type="checkbox"/>	BSAUnit
<input type="checkbox"/>	sex
<input type="checkbox"/>	type
<input type="checkbox"/>	pacemaker
<input type="checkbox"/>	comment

그림 6. 환자 속성 정보 테이블 구조
Fig. 6 Patient attribute information table architecture

그림 7은 환자의 생체정보 중에서 ECG1에 해당하는 파형 정보가 저장되는 테이블로 Primary key는 환자 감시 장치로부터 파형 정보가 획득된 날짜 dataDate, 시간 dataTime과 환자 감시 장치에 등록된 환자의 아이디로 설정되었으며 계측 정보 테이블과 마찬가지로 환자 아이디는 환자 감시 장치에서 중복 입력하지 않는다는 단서에 따른 설정이다.

W_ECG1	
<input type="checkbox"/>	macAddr
<input type="checkbox"/>	serialNo
<input type="checkbox"/>	initDate
<input type="checkbox"/>	initTime
<input checked="" type="checkbox"/>	dataDate
<input checked="" type="checkbox"/>	dataTime
<input type="checkbox"/>	lanTime
<input type="checkbox"/>	wave1
<input type="checkbox"/>	wave2
<input checked="" type="checkbox"/>	id

그림 7. 파형 정보 테이블 구조
Fig. 7 Wave information table architecture

V. 웹 뷰어 시스템

그림 8은 환자의 생체정보를 웹을 통해 실시간 검색할 수 있도록 구성된 웹 뷰어 시스템에서 “Wave Graph” 라는 기능의 선택으로 제공되는 화면으로 환자의 ECG1에 해당하는 파형 정보를 제공하기 위한 화면이다.

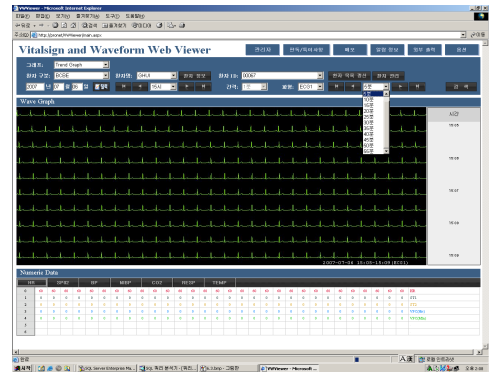


그림 8. 생체정보 웹뷰어 시스템 Wave Graph(ECG1) 인터페이스 화면
Fig. 8 Vital sign information web viewer system wave graph interface display

Central Monitor의 Mac주소로 분류되는 환자의 구분을 선택하고 검색 환자의 환자명이나 환자ID 선택으로 Wave Graph 검색이 가능하고, 검색을 하고자 하는 날짜와 시간을 선택하면 사용자의 요구에 맞는 결과를 얻을 수 있도록 구성되어 있다. 특히, Wave Graph는 5분 단위로 검색하도록 구성되어 있고 화면에서 확장되어 있는 컨트롤은 검색을 시작하는 분을 선택하기 위함이다. 제공되는 환자에 대한 정보는 환자의 성명, 베드 번호, 생년월일, 나이 등으로 Central Monitor에

등록되지 않은 환자에 대한 정보는 그림 9에서도 확인 할 수 없다.

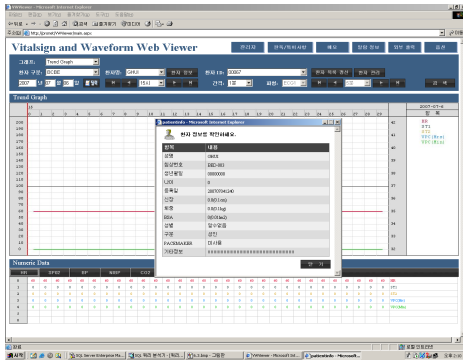


그림 9. 생체정보 웹뷰어 시스템 환자 정보 인터페이스 화면

Fig. 9 Vital sign information web viewer system patient information interface display

VI. 결론

본 논문에서는 Central Monitor에 나타난 생체정보를 TCP/IP 인터넷 프로토콜을 통해 HIS에 구성된 스토리지에 저장하게 된다. 이렇게 저장된 각 환자들의 생체 정보는 사용자의 필요에 따라 웹을 통한 Viewer로 실시간 검색할 수 있도록 구현하였다.

Central Monitor로부터 전송되어진 환자의 생체정보 Raw Data가 HIS의 데이터 수신 모듈을 통해 사용가능한 데이터로 재구성될 수 있도록 설계가 이루어져 있다. 환자 생체정보에 대한 실시간성과 생체정보에 대한 생체정보 데이터의 연속성을 부여함으로써 베드 사이트의 환자에게서 발생된 모든 생체정보에 의해 환자 관리가 이루어짐을 알 수 있다.

HL7 프로토콜을 이용한 생체정보 과실 모듈을 통해 Patient Monitoring 웹 뷰어 시스템 구현은 환자 생체정보의 실시간적 모니터링을 통해 환자에 대한 결과를 시간과 장소를 구분하지 않고 조회할 수 있으므로 해당 환자에 대한 빠른 조치로 응급 상황에도 신속, 정확하게 대응할 수 있다. 또한 보다 많은 검사장비의 데이터를 데이터베이스를 이용하여 전산화함으로써 해당 환자의 광범위한 자료 검색이 이루어지므로 획기적인 원격진료로 활용이 가능하다.

참고 문헌

- [1] Fukuda Denshi Co, "Service Manual for DS-3300 Hardware Bedside Monitor", Tokyo, Fukuda Denshi Co., 1992.
- [2] SpaceLabs Medical Inc., "Service Manual for PC Bedside/Central Monitors", Redmond, WA, SpaceLabs Medical Inc., 1993.
- [3] Hewlett Packard, "Service Manual for HP Component Monitoring Systems", Waltham, MA, Hewlett Packard, 1993.

저자 소개



강기웅(Ki-ung Kang)

2005년 여수대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
현재 : 전남대학교 대학원 컴퓨터공학과

※관심분야 : ATM망, 실시간 데이터 통신, 모바일 게임, TCP/ IP 혼잡제어, 이동 통신 등



임세정(Se-jung Lim)

현재 : 전남대학교 컴퓨터공학과 재학 중

※관심분야 : ATM망, 실시간 데이터통신, 컴퓨터 네트워크, TCP/IP 혼잡제어, 생체정보 및 의료정보, 무선 인터넷, 이동 통신 등



김광준(Gwang-jun Kim)

1993년 조선대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

1995년 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2000년 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
2000년~2001년 Dept. of Electrical & Computer Eng. Univ. of California Irvine Postdoc.

2003년~2006년 2월 여수대학교 컴퓨터공학과 조교수

2006년 3월~현재 전남대학교 컴퓨터공학과 조교수

※관심분야 : ATM망, 인터넷 통신, 컴퓨터 네트워크, 실시간 통신 프로그래밍, 영상 처리 및 통신, 프로그래밍 언어(Visual C++, Java), 의료정보 통신 등