

실버타운을 위한 CPS 기반 고령친화적 원격진료 시스템 설계 및 구현

최문원*, 이재성*, 조인휘^o

Design and Implementation of the Aging-Friendly Telemedicine System Based on CPS for Silver Town

Moonwon Choi*, Jaesung Lee*, Inwhee Joe^o

요약

최근 원격진료의 필요성과 사용자의 서비스 요구사항이 증가함에 따라 보다 편리한 원격진료 서비스 제공 방법에 대한 연구가 다양한 분야에서 진행 중이다. 본 논문에서는 기존의 원격진료시스템과는 다르게 무선통신센서를 이용한 CPS(Cyber Physical System)기반의 음성통신과 생체정보시스템을 연동하여 거동이 불편한 고령자는 편리하게 무선으로 정보를 송수신하고, 원격지의 의료인을 위해 전달 받은 생체정보와 음성대화를 통해 진단의 정확도를 높일 수 있으며, 고령인의 건강정보를 선택적으로 저장하고 추후 의료인이 조회하여 상시 건강관리가 가능한 통합원격의료서비스를 제안한다. 본 연구를 통해 고령사회로 진입한 우리나라 상황에 맞는 고령친화적인 원격진료시스템을 구축하여 실버타운에 거주하는 고령인들을 위한 고령친화적인 의료서비스를 제공할 수 있을 것이다.

Key Words : Telemedicine, CPS, Sensor Network, BAN, Silver Town, 실버타운, 원격진료

ABSTRACT

Recently, the need for telemedicine services and user's service requirements are increasing, the research for more convenient telemed service is underway in various fields. In this paper, we propose that Integrated telemedicine system possible to regular health care. unlike the existing telemedicine system, we combine the voice communications systems and biometric information based on CPS (Cyber Physical System) using wireless communication sensor and elderly people who disabilities are transmit the information comfortably, Also doctors in correspondent site are able to improves the accuracy of the medical treatment by received information about biometric and audio communication. In addition Health status information is stored selectively and then doctor can check the elders status everytime and everywhere. In this paper, we designed the telemedicine system suitable for korea aging society situation, therefore we could offer the Elderly-friendly medical service for seniors who live in silver town.

I. 서론

현재 한국사회는 생활수준이 향상되고, 의료기술이

발전하면서 고령화의 추세가 두드러지고 있으며, 한국 사회는 이미 2000년에 고령화 사회(전 국민의 65세 이상의 인구비율 7% 이상)를 넘어 고령사회로 진입하

※ 본 연구는 2011년도 한양대학교 고령사회연구원의 재정적 지원으로 수행된 것임.

• 주저자 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 이동네트워크 연구실, jnwon2@nate.com, 정회원

◦ 교신저자 : 한양대학교 컴퓨터공학부 이동네트워크 연구실, iwjoe@hanyang.ac.kr, 정회원

* 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 이동네트워크 연구실, jslee23@hanyang.ac.kr

논문번호 : KICS2012-02-066, 접수일자 : 2012년 2월 22일, 최종논문접수일자 : 2012년 7월 6일

고 있다^[1]. 다음 표 1은 노령화 지수의 추이다.

표 1. 계층별 인구 및 노령화 지수 추이
Table 1. Population and aging index

	2000	2010	2020	2025
총 인구	47,008	48,875	49,326	49,108
65세 이상	3395	5357	7701	9768
구성비	7.2	11.0	15.6	19.9

고령화에 따른 보건의료비의 증가가 두드러지고 있고, 실버타운 수요가 증가하고 있다. 또한 노약자들은 거동이 불편하고 시공간의 제약으로 양질의 의료서비스 제공에 어려움이 있다.

실버타운은 노후생활에 필요한 의료시설, 오락시설, 문화시설 등 다양한 생활편의시설을 갖추고 있다. 하지만 실버타운은 대체적으로 도심 외곽 지역에 존재하고, 전문 의료기관은 도심지역에 밀집하여 있기 때문에 오히려 의료서비스의 취약지역이 될 가능성이 높다^[1]. 또한 실버산업에서 원격진료에 필요성이 증가하고 있다. 그 이유는 원격진료시스템으로 인해 의료비용을 절감할 수 있으며, 전문 의료서비스를 받기 위한 환경 구축비용이 적어져 지역 의료서비스 불균형을 해소 할 수 있다. 또한 실버타운에 거주하는 노약자들에게 시공간에 제약이 없는 의료서비스를 제공함으로써 위험도가 높은 질병의 발병 위험을 줄일 수 있다^[2].

본 논문의 주 연구대상인 노약자들은 기존 선행된 연구의 원격의료시스템을 이용하기에는 어려움이 있다. 그 이유는 노약자가 거동이 불편할 경우 유선 환경 시스템을 원활히 사용하기 어렵기 때문이다. 따라서 본 연구진은 거동이 불편한 고령자를 위해 WSN(Wireless Sensor Network)기술을 융합하여 무선 환경으로 시스템을 이용할 수 있도록 하고 실버타운에 적합한 고령친화적인 원격진료시스템을 설계해보고 구현할 것이다.

II. 고령친화적 원격진료시스템 설계

2.1. 제안 시스템 개요

기존 연구는 원격진료시스템을 진료에 매개로만 생각하여 진행되어 왔으며, 원격지에서 건강 상태정보와 의료인과의 상담을 통해 상태를 진찰받는 정도의 서비스만 제공 받았다. 또한 시스템을 구성하는 장치들이 유선환경이기 때문에 거동이 불편한 고령

인이 사용하기엔 어려움이 있다. 그리고 실버타운의 특성상 거주하는 고령자의 건강을 지속적으로 관리 받을 수 있도록 통합의료서비스를 제공해야한다. 통합의료서비스는 환자정보나 진료정보 또는 상담기록을 지속적으로 데이터베이스화하여 의료인과 실버타운의 건강관리자가 저장된 건강정보를 통해 개인별 맞춤 서비스를 할 수 있도록 시스템에서 지원하여야 할 것이다. 실버타운에 적합한 원격진료시스템의 목표는 다음 그림 1과 같다.

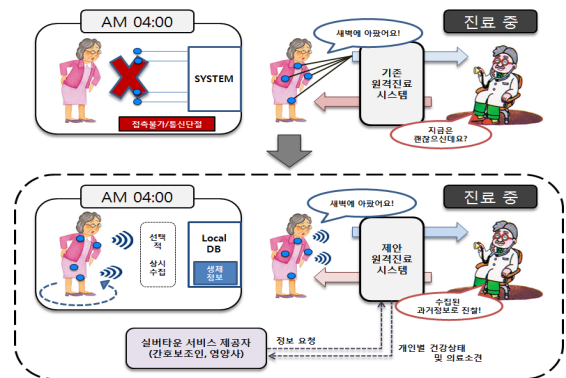


그림 1. 고령친화적 원격진료시스템 연구 목표
Fig. 1. Goal of telemedicine system

고령인을 위해 음성, 생체정보 수집을 무선 환경으로 구축하여 활동 제한을 줄이고, DB서버와 웹서버를 두어 진료 중이 아닐 때에도 생체정보를 저장하여 차후 의료인과 과거 정보를 조회하여 보다 정확한 진료를 할 수 있도록 시스템을 설계 할 것이다. 또한 개인별 맞춤 서비스를 할 수 있도록 사용자 인증을 통해 상주하는 직원들이 고령인의 건강정보를 조회할 수 있도록 할 것이다. 다음 그림 2는 제안하는 시스템 구조 이다.

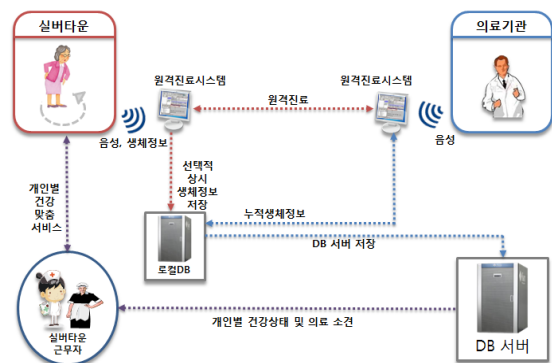


그림 2. 전체적인 원격진료시스템 구조
Fig. 2. Architecture of telemedicine system

실버타운과 의료기관은 인터넷을 사용할 수 있는 네트워크 인프라가 구축되어 있고, 각 원격진료시스템과 연결된 무선으로 음성과 생체정보를 수집하여 상대방에게 전송한다. 발생하는 모든 데이터는 DB서버에 저장하여 추후 필요시 조회할 수 있도록 설계하였다.

2.2. CPS기반 음성통신 및 생체정보시스템 설계

음성통신시스템은 음성대화를 위한 음성 입출력 기능을 탑재한 자율 이동형 센서인 Mobile Node와 컴퓨팅 시스템과 통신하는 게이트웨이 역할을 하는 Coordinator로 구성되어 있다. 다음 그림 3은 음성대화를 위한 통신 및 시스템 구조이다. 실버타운과 의료기관에 각각 존재하며 상호간 인터넷을 통해 연결되어 있다.

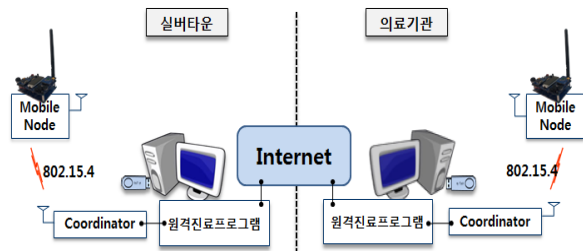


그림 3. 음성통신시스템 구조 설계
Fig. 3. Architecture of voice system

위 그림에서 음성을 원격지 사용자에게 전송하기 위해 Mobile Node의 마이크로 음성정보를 디지털화하여 무선으로 Coordinator에게 음성데이터를 전송한다. Coordinator는 수신한 데이터를 UART로 원격진료프로그램에게 전달하고 이를 인터넷망을 통하여 원격지의 원격진료프로그램으로 송신한다. 원격지에서는 위 순서를 역순으로 진행하여 Mobile Node에 부착된 스피커로 음성을 재생한다. 설계한 음성통신시스템을 이용하여 사용자는 원격지의 사용자와 음성대화를 할 수 있으며 Coordinator의 전과 반경에서 자유롭게 이동하며 대화를 할 수 있다.

생체정보수집시스템도 음성통신시스템과 마찬가지로 생체센서에서 수집한 생체정보를 원격진료프로그램에게 전송한다. 생체 센서에서 수집하는 생체정보는 심전도, 혈당, 혈압, 맥박, SPO2, 체온 총 6개이며 설계한 생체정보수집시스템은 그림 4와 같다.

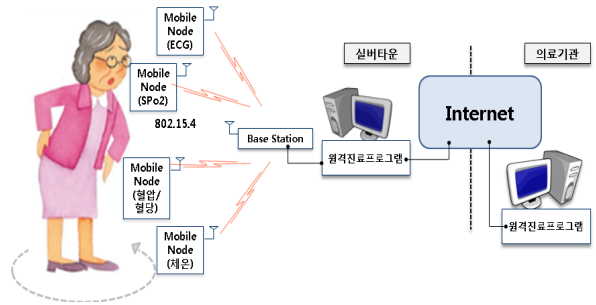


그림 4. 생체정보수집시스템 구조 설계
Fig. 4. Architecture of bio system

위 그림에서 생체정보수집시스템의 Mobile Node는 생체정보센서와 무선통신센서가 결합된 디바이스로 동시에 여러 센서들이 동작하여 통신할 수 있도록 설계하였다. 생체정보는 샘플링 주기에 따라 수집되며 이는 BaseStation으로 즉시 전송된다. 이때 BaseStation은 Gateway역할을 수행하며, 다수의 Mobile Node와 통신 중 무선구간에서 충돌로 인한 데이터 손실이 없도록 제어한다. 생체시스템에서 전달된 정보는 원격진료프로그램에서 진료 중이면 연결된 원격지에 바로 전송하고, 진료 중이 아니라면 로컬 DB에 저장한다. 의료인은 추후 진료 시 이를 조회하여 DB서버에 저장한다. 로컬 DB에 저장하는 이유는 수집 데이터가 많아 DB서버에 저장할 때 Ethernet Traffic이 유발될 수 있고, 의료인의 검증절차를 통해 불필요한 정보의 저장을 제한하여 서버 자원 활용도와 데이터 신뢰성을 높이기 위함이다. Mobile Node의 경우 좀 더 편안하고 웨어러블하여 일상생활에 지장을 주지 않는다면 더욱더 많은 시간동안 생체정보를 수집할 수 있다.

2.3. 원격진료프로그램 설계

전체 시스템을 제어하는 원격진료프로그램을 중심으로 음성, 생체정보 등 원격진료에 필요한 시스템들이 연결되며 원격지와의 통신은 TCP/IP로 한다. 설계한 원격진료프로그램은 그림 5와 같은 프로세스로 진행이 된다.

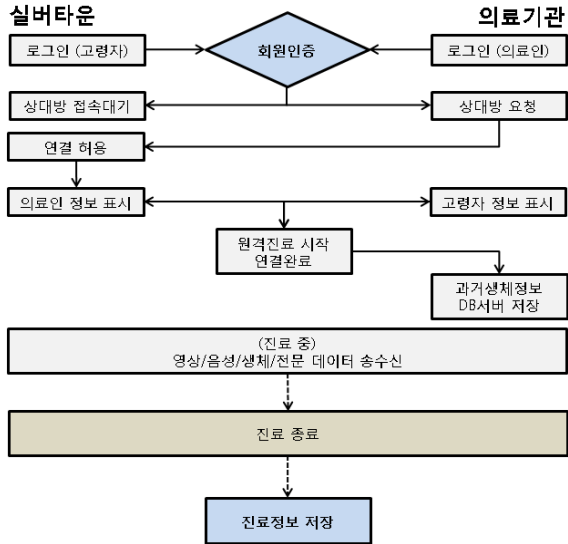


그림 5. 원격진료프로그램 흐름도
Fig. 5. Flow of telemedicine program

원격진료프로그램은 그림 6과 같은 아키텍처로 설계하였으며, 음성/생체시스템 제어, DB처리, 생체정보를 처리모듈들이 있다. 점선으로 된 생체센서 시스템은 실버타운에 고령자만 이용하는 기능이므로 의료인용 프로그램에서는 존재하지 않는다.

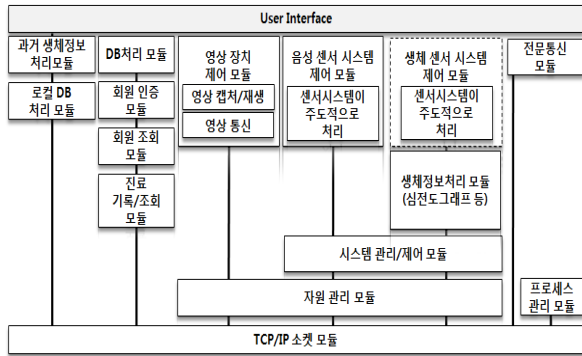


그림 6. 원격진료프로그램 아키텍처
Fig. 6. Architecture of telemedicine program

2.4. 웹 기반 건강관리시스템 설계

통합 건강관리시스템은 진료 내역과 의료인 소견, 측정된 생체정보를 실버타운 근무자 또는 정보 요구자에게 제공하기 위한 시스템이다. 통합시스템의 요구사항으로 실버타운에서 제공되는 일상생활 서비스와 건강관리서비스, 문화 활동서비스 관계자들이 고령자 건강정보를 웹을 통해 조회할 수 있어야 한다. 조회하는 내용으로 담당 의료인의 정보, 고령자 건강정보, 진료내역, 생체정보 내역이 있다. 다음 그림 7은 Database Table 다이어그램이다.

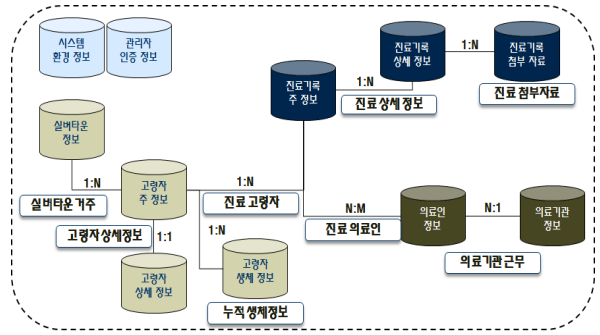


그림 7. DataBase Table E-R Diagram
Fig. 7. E-R diagram of DataBase table

Database의 Table은 사용자인증을 위해 회원 정보Table, 통합시스템 관리를 위한 관리자 인증정보 Table, 시스템 환경정보 Table, 고령자별로 저장하는 생체정보 Table로 과거부터 현재까지 측정된 생체 정보를 저장한다.

III. 시스템 구현 및 평가

3.1. 시스템 구현 내용

시스템의 개발환경과 구성 기기의 환경은 표 2, 표 3과 같다.

표 2. 시스템 개발 환경
Table 2. System development environment

	원격진료	DB	웹 서버
OS	Win7	Win7	Win2008
개발 툴	VC, VB	MySQL	Eclipse

표 3. 시스템 기기 환경
Table 3. System configuration

항목	사양
메인 서버	· i7-2600 8G Ram 128GB SSD
DB 서버	· Core2Quad 4G Ram 1TB HDD
음성 센서	· Intel 8051 8bit · 802.15.4 stack · ZigBee/IEEE 802.15.4 Protocol
생체 센서	· ATmega128 · TinyOS · CC2420 2.4GHz
Data Rate	· Maximum 250Kbps

음성시스템은 Zigbee기반으로 개발하였고, 생체 시스템은 TinyOS를 이용하여 개발하였다. 웹 서버는 Win OS상에 Apache를 설치하여 MySQL과 PHP환경을 구축하였다. 로컬 DB도 MySQL환경을 구축하였다. DB서버는 독립 IP를 가지고 있으

며 SQL을 통해 DB를 제어한다. 의료기관과 실버타운에는 원격진료용 PC와 영상기기, 음성센서, 생체센서를 설치하였다. 개발한 생체시스템은 그림 8과 같으며, 각 센서 별로 다른 생체정보를 센싱한다. 그림 11은 생체정보 센싱 및 데이터 통신 장면이다.

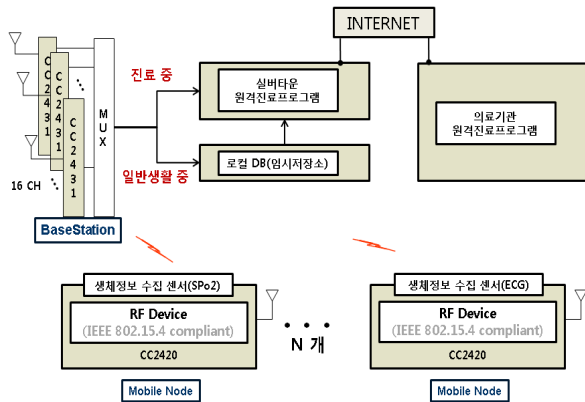


그림 8. 생체정보수집시스템 구성도
Fig. 8. Block diagram of bio system

센서를 이용하여 수집된 정보는 정의된 프로토콜로 통신하며, 원격진료프로그램이 변환하여 사용한다. 다음 그림 9는 음성시스템 구성도이다.

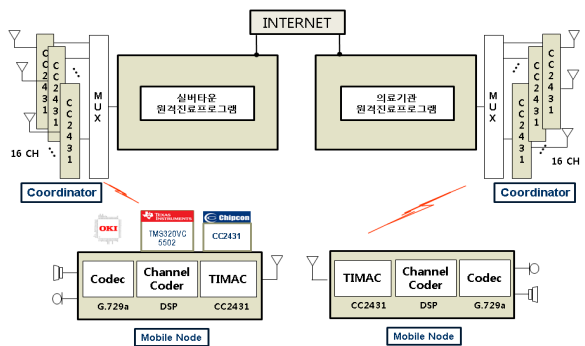


그림 9. 음성통신시스템 구성도
Fig. 9. Block diagram of voice system

음성시스템도 생체시스템과 마찬가지로 Mobile Node와 BaseStation역할인 Coordinator로 구성하였으며 Full Duplex 통신이 가능하다. 개발한 음성센서노드의 하드웨어 구성은 그림 10과 같다. 마이크와 스피커가 있으며, Codec Chip을 통해 압축되고 CC2341 RF Chip으로 무선 통신한다.

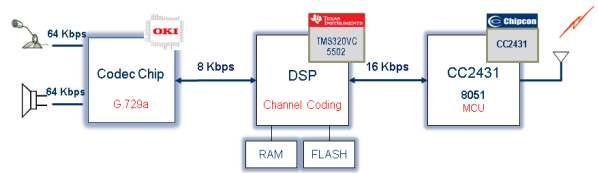


그림 10. 음성 센서 노드 하드웨어 구성
Fig. 10. Block diagram of voice sensor node

원격진료시스템을 위해 개발한 장비는 표 4와 같다. 음성 장비는 Coordinator 2개, 음성센서 2개, 생체 장비는 BaseStation 1개, 생체센서 4개이다. 그리고 웹 서버, DB서버가 구성되어 있다.

표 4. 시스템 구성 하드웨어 목록
Table 4. System hardware list

 음성 센서 코디네이터 (무선 음성 데이터 송수신)	 음성 센서 노드 (음성 임/출력)	 생체 센서 - ECG 모듈	 생체 센서 - 혈압/혈당 모듈
 생체 센서 - ECG 모듈	 생체 센서 - SPo2 모듈	 Base Station (무선 생체 데이터 송수신)	 1. 프로세스 서버 2. DB 서버

다음 그림 11은 원격진료프로그램 데모화면이다.

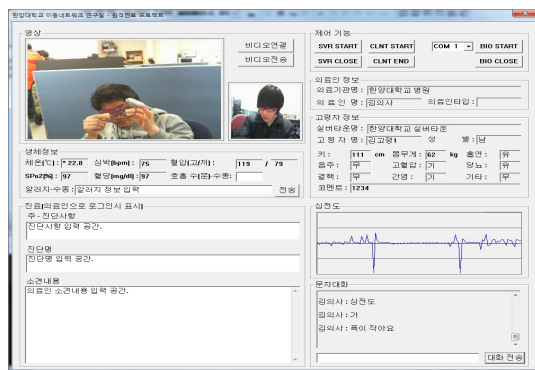


그림 11. 원격진료프로그램 데모 화면
Fig. 11. Demo screen of our program

데모화면은 의료인측 화면이며 좌측 상단 영상 구역에 상대방과, 내 영상을 표시한다. 우측 하단에 그래프 구역은 심전도 센서에서 센싱된 정보를 표시하였다. 또한 문자대화 구역은 문자로 대화할 수 있게 되어있으며 우측 중앙부분에는 나(의료인)의 정보와 상대방(고령자)의 정보를 표시한다. 좌측 생체정보 구역에는 수집된 생체정보를 실시간으로 업데이트

이트하고, 마지막으로 좌측하단 진료구역에 진단내역을 작성하면 DB서버에 진료기록이 저장되고 원격진료가 종료된다. 다음 그림 12는 개발한 웹 기반 통합건강관리시스템 화면이다.

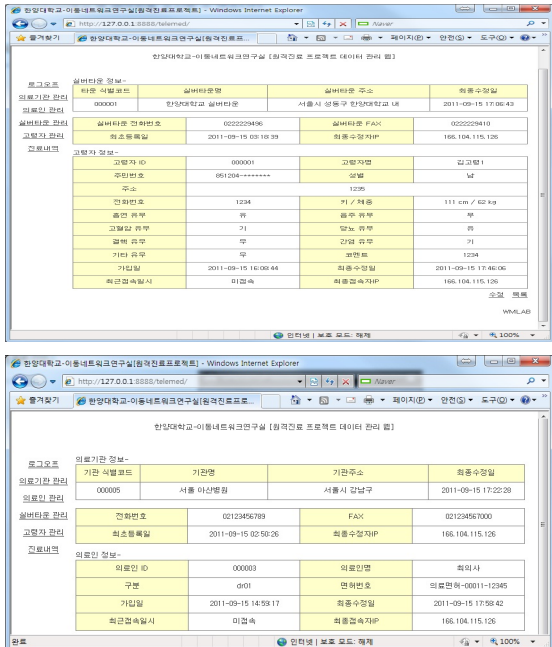


그림 12. 통합건강관리시스템 웹 화면(질병정보, 기관정보)
Fig. 12. Web management system

3.2. 기존 원격진료시스템과 비교

기존 연구된 유선환경의 원격진료시스템과 본 연구의 원격진료시스템을 비교하였다. 그림 13은 기존 시스템 구성이다.

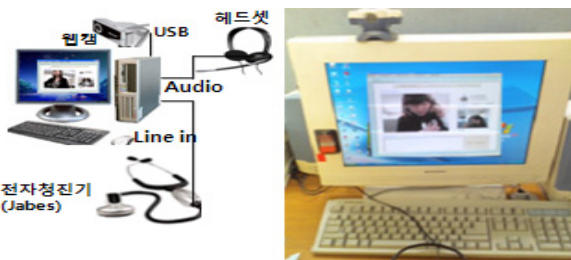


그림 13. 기존 유선환경의 원격진료시스템
Fig. 13. Existing telemedicine system

비교대상의 원격진료시스템은 유선환경의 장치들이 시스템에 연결되어있고, 실시간으로 심음을 전송하여 의료인이 심음과 영상, 음성으로 원격진료를 한다. 다음 그림 14는 기존 시스템 데모화면이다.

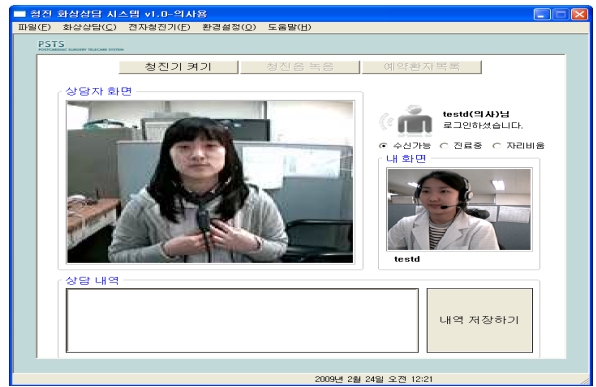


그림 14. 기존 원격진료시스템 데모화면
Fig. 14. Demo screen of existing program

본 연구에서 제안한 고령친화적 원격진료시스템은 유선으로 사용되는 마이크(헤드셋)등을 CPS 네트워크 구성하여 여러 무선 센서 장치들이 Core시스템과 연동할 수 있도록 하였다. 그리고 DB서버와 웹서버를 구축하여 진료내역을 저장, 조회하는 기능을 개발하여 진료, 일상생활 중 수집되는 데이터를 제어할 수 있게 하였다. 이러한 우리의 연구가 기존 원격진료시스템과 비교하여 개선한 점은 CPS 기반의 무선 환경 인프라를 통해 다수의 장치음성센서, 생체센서)들을 거동이 불편한 고령자들이 편리하게 사용할 수 있게 하였으며 유선환경과 다름이 없이 Core시스템과 연동이 잘 되도록 하였다. 또한 거주형태인 실버타운에서 꾸준한 건강 맞춤관리를 위해 구축한 통합건강관리시스템은 기존 원격진료로만 끝나던 것을 고령자의 건강정보의 내역을 입력하여 과거부터 현재까지의 건강상태변화와 건강상태를 조회할 수 있도록 하였다. 위 통합시스템을 고령자에게 건강관리서비스를 제공하는 간호보조인들이 이용하여 고령자의 상태 및 상황에 맞춘 개인별 관리를 할 수 있도록 하였다. 위와 같은 시스템 설계 및 구성 차이로 보다 고령친화적인 원격진료시스템으로 개선하였다.

IV. 결 론

본 연구의 원격진료시스템은 무선통신 및 IT기술과 융합하여 보다 효과적인 건강의료서비스를 제공할 수 있도록 구현하였다. 그리하여 상시 건강 체크와 거동이 불편한 노약자를 위해 무선으로 음성과 생체정보를 송수신하고, 의료기관에서 실시간으로 환자의 상태를 확인할 수 있으므로 노약자의 긴급 상황 및 사고 발생 시 즉각 대처가 가능해졌다. 또

한 특정한 사유(건강 이상 감지 등)일 때 유선환경에 비해 행동에 제약을 주지 않고 원하는 시점, 장소에서 편리하게 생체 정보를 측정할 수 있었다. 우리는 고령친화적 원격진료시스템이 갖추어야 할 요구사항에 대해 조사하고 적용해보았으며, 이러한 통합 원격진료시스템을 실버타운에 구축한다면 의료기관에 전문 의료 인력과 실버타운의 서비스 인력이 고령자에게 효율적으로 개인별 맞춤 건강 의료 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

References

[1] S. Kim. "Health IT Technology Trends", *ETRI, Electronic and Telecommunications Trends* Vol. 26, No. 6, 2011

[2] J. Lee. "The Trends of the U-helath and policy direction for the activation", *KISDI, Issue Report* 10-09, 2010

[3] Y. Choi, B. Park, Y. Choi. "Design and Implementation of Location Based Silver Town u-Service System", *KSII*, Vol. 11, No. 3, 2010

[4] B. Lee, W. Cho., Y. Yoon. "Telemedicine Conference System for Realtime Transfer of Heart Sound", *KOREA CONTENTS*, Vol. 9, No. 8, 2009

[5] S. Choi, Y. Yu. "Ubiquitous Sensor Network System for Monitoring the Bio-information and the Emergency of the Elderly at Silver Town", *CICS*, 2008

[6] G. Bakul, D. Singh, D. Kim, "Optimized WSN for ECG Monitoring in Ubiquitous Healthcare System", *4th International Conference on Interaction Sciences*, pp 23-26, 2011

[7] Young-Hyuk Kim, Il-Kwon Lim and Jae-Kwang Lee. "Study on Efficient Telemedicine System Design for Ambulance Emergency Situation." *Internationnal Journal of KIMICS*, Vol.9, No.1, 2011

[8] Joon-soo Hahm, Hang Lak Lee, Ho Soon Choi, Shuji Shimizu. "Telemedicine System using a High-Speed Network: Past, Present, and Future." *Gut and Liver*, Vol.3, No.4, pp 247-251, 2009

[9] Yuji Akematsu, Masatsugu Tsuji. "Economic Effect of eHealth: Focusing on the Reduction of Days Spent for Treatment", *Healthcom*, 2009

최 문 원 (Moonwon Choi)



2007년 6월 국가평생교육원
멀티미디어학과 학사
2010년 2월 한양대학교 컴퓨터공학과 석사
2011년 3월~현재 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 박사과정

2007년 1월 ID MIX 게임 개발팀 대리

2009년 12월 신성산건 전산관리팀 대리

2009년 12월~현재 비즈집 대표

<관심분야> Sensor Networks, IT Convergence, Artificial Intelligence

이 재 성 (Jaesung Lee)



2011년 2월 숭실대학교 정보통신전자공학과 졸업

2011년 3월~현재 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 석사과정

<관심분야> 4, 5세대 이동통신, 센서 네트워크

조 인 휘 (Inwhee Joe)



1983년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업

1994년 12월 미국 University of Arizona, Electrical and Computer Engineering, M.S.

1998년 9월 미국 Georgia Tech, Electrical and Computer Engineering, Ph.D.

1992년 12월 (주) 데이콤 종합연구소 선임연구원

2000년 6월 미국 Oak Ridge 국립연구소 연구원

2002년 8월 미국 Bellcore Lab (Telcordia) 연구원

2002년 9월~현재 한양대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야> Wireless Sensor Networks, 5G Mobile Communications & Internet, Network Convergence