

---

# 스마트 게이트웨이 기반 모바일 헬스케어시스템의 설계 및 구현

강성인\* · 오암석\*\*

A Design and Implementation of Mobile Healthcare System based on Smart Gateway

Sung-in Kang\* · Am-suk Oh\*\*

---

이 논문은 2012년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음

---

## 요 약

현재 홈 헬스케어시스템은 의료기기와의 통합을 위한 표준화 기술이 미비한 상황이며 특히, 다양한 개인의료기  
기들의 호환성 제공과 시스템 간 상호 운용성 확보를 위한 보다 구체적인 솔루션이 필요하다. 본 논문에서는 핵심  
기술 요소인 ISO/IEEE 11073, HL7 표준 적용을 통하여 스마트 게이트웨이 기반 모바일 헬스케어시스템을 설계 및  
구현하고자 한다. 이를 위해, 심박측정계, 산소포화도 측정계, 심전도 측정계 등을 헬스케어 의료기기로 구성하였  
다. 아울러, 본 논문에서는 Android 4.x Bluetooth HDP(Health Device Profile)를 기반으로 continua health alliance 표준  
의 의료기기 연결성을 제공하며, 스마트폰 환경에서 의료기기를 통해 얻어진 데이터를 HL7 표준을 기반으로 사용  
자와 의료인에게 제공하여 사용자의 건강 평가/관리를 위한 진단지원시스템을 가능하게 하는 헬스케어시스템을  
구현하고자한다.

## ABSTRACT

Home healthcare system has lot of things to do for the integration with medical instruments in the sense of standardization. We will design  
and implement mobile healthcare system based on smart gateway thru adaptation of ISO/IEEE 11073, and HL7 standard. And also we are  
willing to research heart rate monitor, pulse-oxygen meter and ECG monitor in order to develop mobile healthcare system for medical  
appliance. We studied the connection of standard medical devices, i.e, continua health alliance under the Android 4.x Bluetooth HDP(Health  
Device Profile) environments. We also tried to implement healthcare system which can support diagnosis for healthcare provider and user  
based on HL7 standard.

## 키워드

스마트 게이트웨이, 헬스케어시스템, 진단지원시스템, HDP, HL7

## Key word

Smart Gateway, Healthcare System, Decision Support System for Home-Healthcare, Health Device Profile, Health Level7

---

\* 증신회원 : 동명대학교 의용공학과

\*\* 정희원 : 동명대학교 미디어공학과 (교신저자, asoh@tu.ac.kr)

접수일자 : 2012. 08. 11

심사완료일자 : 2012. 08. 21

**Open Access** <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.9.1970>

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I. 서 론

유비쿼터스 헬스케어는 의료산업에 정보통신 기술을 접목한 융합기술로 언제 어디서나 질병의 예방에서 관리까지 받을 수 있는 의료서비스 또는 환경을 의미한다. 유비쿼터스 헬스케어는 병원방문 없이 실시간 건강관리를 통한 질병의 조기진단, 지속적인 관리가 필요한 환자의 건강관리, 응급상황에 대한 조기 대처 등이 가능한 의료서비스를 제공할 수 있다. 제공되는 의료서비스에 따라 병원 서비스의 이용 편리성과 관리 효율성을 높이는 U-Hospital, 노인 및 만성질환자 중심의 홈&모바일 헬스케어, 일반인의 건강 유지 및 향상에 초점을 둔 웰니스 등으로 분류할 수 있다[1][2].

본 논문의 대상인 홈&모바일 헬스케어는 병원 외부의 장소에서 사용자의 생체 신호를 실시간 측정하여 지속적으로 건강상태를 관리하는 의료서비스를 의미한다. 홈&모바일 헬스케어는 노인 및 만성질환자 등의 건강상태를 실시간 관리하여 추가 발병을 억제하고 조기진단을 통하여 질병의 완치율을 높이는 것을 주요 목적으로 하고 있다.

홈&모바일 헬스케어는 현재 선진국의 노인 보호시설에서 상용화 되고 있으며, 미국의 경우 노인 인구 및 주요 만성질환자가 계속적으로 증가하는 것을 고려하여 홈&모바일 헬스케어 시장의 규모가 2006년 9.7억 달러에서 2010년 57억 달러, 2015년 336억 달러로 증가할 것으로 예상하고 있다[3][4].

시장조사업체인 Berg Insight에 따르면 “의료모니터링장비 제조업체에 무선 기술이 도입되고 있으나 원격 모니터링이 헬스케어 분야의 표준으로 자리잡기까지는 아직 상당한 시일이 걸릴 것으로 예상된다”고 지적하면서 앞으로 소비자 중심의 헬스 모니터링이 모바일 헬스케어 분야의 성장을 주도할 것으로 전망했다.

2011년 미국에서 개최된 mHealth Alliance Summit에서 발표된 보고서에 따르면 2015년에는 스마트폰 이용자가 14억 명에 달하고 이 중 5억 명이 모바일 헬스 어플리케이션을 이용할 전망이다, 헬스케어 제공업체와 소비자 모두 스마트폰을 헬스케어를 향상시킬 도구로 수용함에 따라 헬스케어 영역에서 모바일 혁명이 나타날 것으로 예상된다고 보도하고 있다[5][6].

현재 온라인 스토어에 1만 7000개의 모바일 헬스케어 어플리케이션이 제공되고 있으며 이중 74%가 유료로 제공되고 있는 실정이다. 스마트폰을 활용한 헬스케어 연구의 영역은 대부분 모니터링을 위한 뷰어 어플리케이션이나 건강관리를 위한 웰니스 서비스 어플리케이션을 위주로 개발되고 있다. 즉, 홈 헬스케어 의료기기와의 연결된 헬스케어 서비스 보다는 다양한 정보를 제공을 바탕으로 한 건강관리 위주로 활용되고 있다 [7][8][9].

따라서 본 논문에서는 스마트폰을 모바일 헬스케어 시스템을 위한 스마트 게이트웨이로 활용하여 개인 헬스케어 의료기기와 연결되어 홈&모바일 헬스케어 서비스를 제공하며 이후 스마트폰 어플리케이션과의 연동을 통하여 건강관리 서비스로의 확장성을 제공하는 모바일 헬스케어시스템에 대해 설계 및 구현하고자 한다.

## II. 시스템 구성

본 논문에서는 홈 헬스케어에서 건강측정을 위하여 가장 많이 사용되는 개인 건강 기기(personal health device)인 혈당계, 혈압계, 심박측정계(heart rate monitor), 산소포화도 측정계(pulse-oximeter), 심전도 측정계(ECG monitor)의 5가지 홈 헬스케어 의료기기를 구성하고 표준 핵심 기술 요소인 ISO/IEEE 11073, HL7을 준용하는 게이트웨이 플랫폼을 스마트폰에 적용하여 기존의 홈 헬스케어시스템을 구성하는 단말기 형태의 게이트웨이나 홈 서버 하드웨어 구성을 필요로 하지 않으면서 집 안의 고정된 게이트웨이로 인하여 발생하는 위치중속성 문제를 해결할 수 있는 스마트 게이트웨이 기반의 모바일 헬스케어시스템을 구현하고자 한다. 아울러, 기존의 표준을 준용하는 홈 헬스케어 의료기기와의 연결성을 보장하며 사용자의 필요에 따라 새로운 의료기기 추가에 제약이 없는 모바일 헬스케어시스템이다.

그림 1은 본 논문에서 구현하고자하는 스마트 게이트웨이 기반의 모바일 헬스케어시스템의 전반적인 구성도이며 그림 1에서처럼, 모두 5가지의 홈 헬스케어 의료기기로 구성되어 있다.

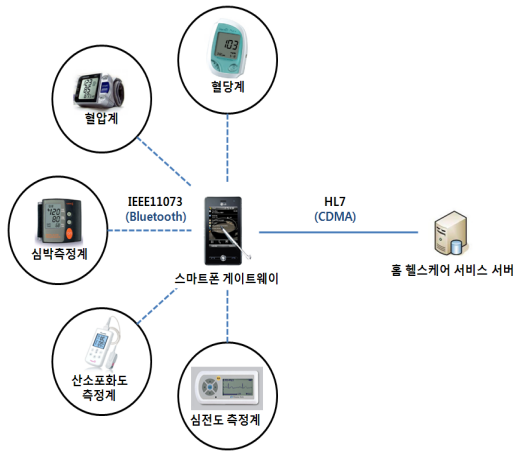


그림 1. 스마트 게이트웨이 기반 모바일 헬스케어시스템 구성도  
Fig. 1 Configuration of mobile healthcare system based on smart gateway

### III. 시스템 설계 및 구현

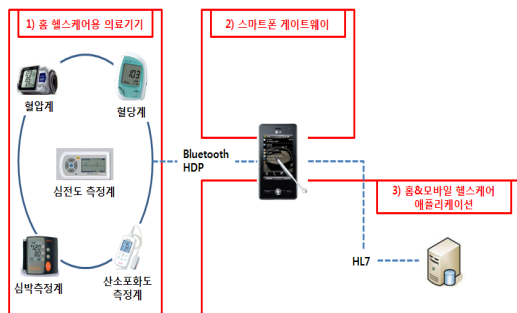


그림 2. 시스템의 설계  
Fig. 2 Design of system

그림 2는 본 논문에서 구현하고자하는 헬스케어시스템의 설계도이며 다음과 같은 범주로 구현된다.

- ① 혈당계, 혈압계, 심박측정계, 산소포화도 측정계, 심전도 측정계의 5가지로 구성되는 ISO/IEEE11073 표준을 준용한 홈 헬스케어용 의료기기를 구현한다.
- ② 스마트폰 기반의 PMG(personal mobile gateway) 플랫폼을 구현한다.
- ③ 스마트 게이트웨이 기반의 모바일 헬스케어 애플리케이션을 구현한다.

### 3.1. 홈 헬스케어용 의료기기

(PHD : Personal Health Device)

본 논문에서는 앞서 기술한 바와 같이 모바일 헬스케어 서비스를 위해 가정 내에서 사용될 수 있는 혈당계, 혈압계, 심박측정계, 산소포화도 측정계, 심전도 측정계의 5가지 홈 헬스케어 의료기기를 구성하였다. 구성된 의료기기는 ISO/IEEE-11073 표준의 모바일 게이트웨이를 위해 상기 홈 헬스케어 의료기기를 Bluetooth HDP를 기반으로 ISO/IEEE-11073 표준 기반의 홈 헬스케어 의료기기로 구현하였다.

#### 3.1.1. 생체센서를 활용한 헬스케어 의료기기 개발

본 논문에서는 시작품 개발을 통해 심전도 측정계, 혈압&심박 측정계를 생체센서를 활용하여 기능이 개선된 새로운 Bluetooth HDP 기반 홈 헬스케어 의료기기를 구현하였으며 산소포화도계, 혈당계는 기존의 산소포화도, 혈당 측정기기 제품을 그대로 활용하고 통신을 위한 Bluetooth 모듈을 추가하여 구현하였다.

#### ■ 심전도 측정계

- 심전도 측정 및 측정된 신호를 무선 전송하기 위한 MCU로 구성
- 에폭시 재질로 구성되어 제작
- 2개의 모듈로 구성
- 24bit 프로세서로 제작(PIC24FJ64)
- 생체측정을 위한 전용 AMP 사용(INA128)

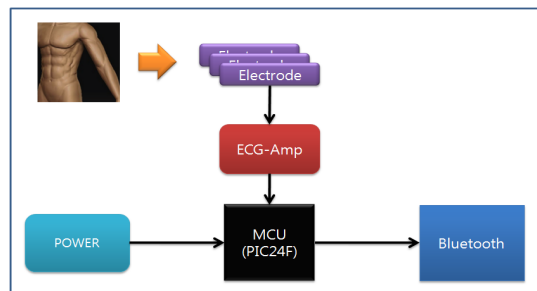


그림 3. 심전도 측정계의 하드웨어 모듈 구성도  
Fig. 3 Hardware module configuration of ECG monitor

그림 3은 심전도 측정계의 하드웨어 모듈 구성도이며 그림 4는 구성도를 기반으로 하여 실제 구현된 심전도 측정계의 하드웨어 모듈이다.

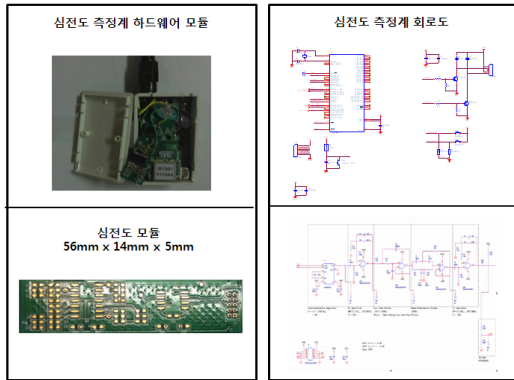


그림 4. 심전도 측정계의 하드웨어 모듈  
Fig. 4 Hardware module of ECG monitor

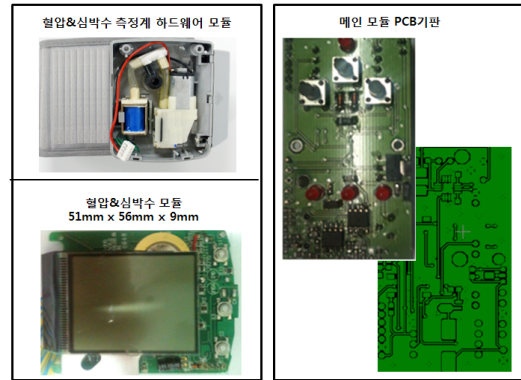


그림 6. 혈압계의 하드웨어 모듈  
Fig. 6 Hardware module of tonometer

■ 혈압&심박수 측정계

- 혈압 및 맥박 측정, 측정된 생체 신호를 무선 전송하기 위한 MCU로 구성
- 에폭시 재질로 구성하여 제작
- 2개의 모듈로 구성
- 24bit 프로세서로 제작(PIC24FJ64)
- 독립된 디스플레이를 이용한 혈압 및 맥박 표시

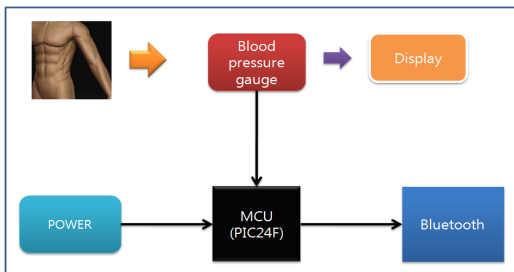


그림 5. 혈압계의 하드웨어 모듈 구성도  
Fig. 5 Hardware module configuration of tonometer

그림 5는 혈압계의 하드웨어 모듈 구성도이며 그림 6은 구성도를 기반으로 하여 실제 구현된 혈압계의 하드웨어 모듈이다. 그리고 표 1은 심전도계, 심박계, 혈압계의 하드웨어 모듈 개발 사양이다. 심전도, 혈압계의 MCU는 24FJ64를 사용하였으며, 심전도에서는 심전도 측정 및 측정된 신호를 무선 전송을 위하여 그리고 혈압계에서는 혈압 및 맥박 측정, 측정된 생체 신호를 무선 전송한다. 측정계 모두 2개의 모듈로 구성된다.

표 1. 하드웨어 모듈 개발 사양  
Table. 1 Development specification of H/W module

	심전도 측정계	혈압&심박수 측정계
전원	외부 : 4.5V~5.5V 내부: 3.3V -3.3 (양전원사용)	외부 : 4.5V~5.5V 내부: 3.3V -3.3 (양전원사용)
MCU	24bit 프로세서 (24FJ64)	24bit 프로세서 (24FJ64)
통신	2.4GHz 블루투스	2.4GHz 블루투스
모듈 구성	2개 모듈 - ADC 및 통신 - 심전도	2개 모듈 - ADC 및 통신 - 혈압, 맥박
Display	LED : 전원, 데이터 전송유무	LED : 전원, 데이터 전송유무 LCD : 혈압/맥박

3.1.2. Bluetooth HDP기반 헬스케어 의료기기 구현

Bluetooth HDP는 의료, 건강 및 피트니스 장비들에 블루투스 무선 기술을 적용시키기 위해 개발된 응용 애플리케이션이다. 블루투스 HDP는 홈 헬스케어 의료기기들을 소스(에이전트)로 규정하고 있으며 모바일폰, 노트북, 데스크톱 및 헬스 애플리케이션과 같은 수집을 담당하는 장비들을 싱크(게이트웨이)로 규정하고 있다.

그림 7은 본 논문에서 제안하는 Bluetooth HDP 프로토콜 모델이며 그림 7과 같이 ISO/IEEE 11073-20601 Personal Health Data Exchange Protocol을 기본으로 하는

ISO/IEEE 11073-104xx Device Specializations를 사용할 수 있다. 따라서 블루투스 HDP를 사용하게 되면 ISO/IEEE 11073 표준 규격을 준수하게 되며 Bluetooth HDP 기반의 게이트웨이를 통해 표준화된 연결성을 보장할 수 있다.

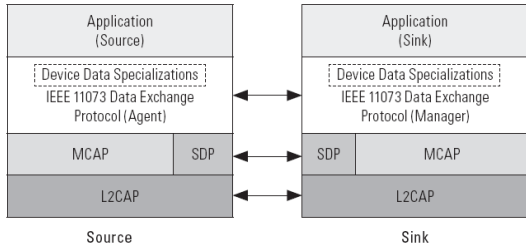


그림 7. Bluetooth HDP 프로토콜 모델  
Fig. 7 Protocol model of Bluetooth HDP

아울러, 본 논문에서는 표준화를 위하여 stollmann의 BlueDev+P25/G2/HDP Bluetooth Health Device Profile Development Kit을 활용하여 표준화된 Bluetooth HDP 통신을 지원하도록 구현하였다.

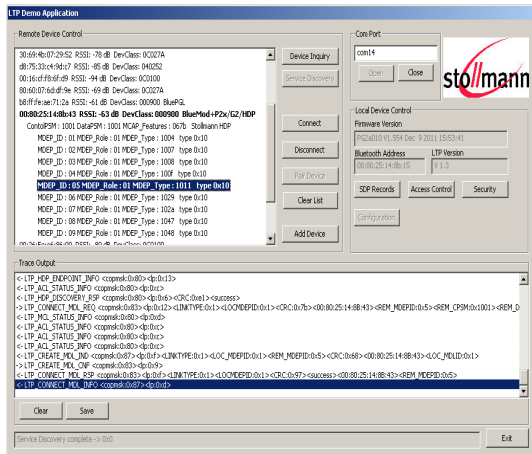


그림 8. BlueDev+P25/G2/HDP 소프트웨어 모듈  
Fig. 8 Software model of BlueDev+P25/G2/HDP

그림 8은 BlueDev+P25/G2/HDP 소프트웨어 모듈을 나타내며 Bluetooth HDP(Health Device Profile)는 홈 헬스케어 의료기기의 생체 데이터의 교환 프로토콜을

정의하고 있으며, 해당 개발 키트는 IEEE11073 표준 사양에서 정의한 데이터 포맷을 사용할 수 있도록 지원한다.

### 3.2. 홈&모바일 헬스케어 애플리케이션

#### 3.2.1. Bluetooth HDP 기반 스마트폰 게이트웨이

최근 스마트 헬스케어 패러다임에 따라 안드로이드는 Android 4.0 아이스크림 샌드위치 운영체제부터 헬스케어 의료기기의 연결에 대한 지원 기능으로 Bluetooth HDP SDK를 지원한다. 안드로이드 4.x os의 스마트폰은 블루투스 헬스 장비 프로파일을 이용하여 의료 기기와 통신할 수 있는 기능을 제공할 수 있다. 즉, 하드웨어 형태의 게이트웨이 없이 스마트폰 환경에서 홈 헬스케어 의료기기를 연결할 수 있다. 본 논문에서는 Android 4.x os의 Bluetooth HDP SDK 기반으로 Bluetooth HDP의 Sink 역할을 하는 HDP Manager Module을 스마트폰 애플리케이션으로 구현하였다. 그림 9는 HDP Manager Module 소프트웨어 구성도이다.

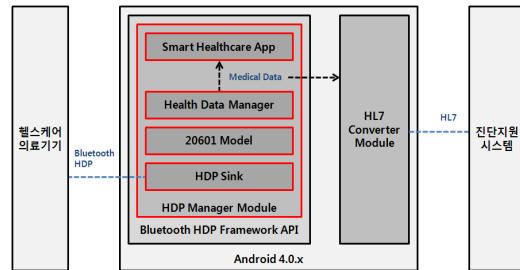


그림 9. HDP Manager Module 소프트웨어 구성도  
Fig. 9 Software configuration of HDP Manager Module

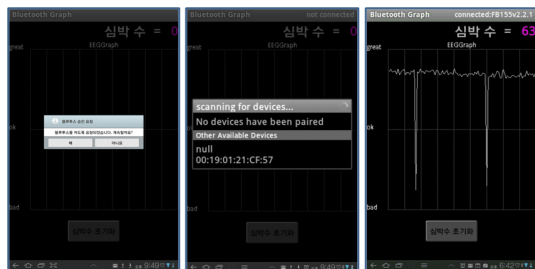


그림 10. 스마트 폰 애플리케이션 1  
Fig. 10 Smart phone application 1

본 논문에서 구현한 Bluetooth HDP 기반 홈 헬스케어 의료기기는 HDP Manager Module을 통해 스마트폰 애플리케이션에서 의료기기의 생체 데이터를 획득하며 그림 10은 헬스케어 의료기기 모니터링 스마트폰 애플리케이션 1이며, 그림 11은 애플리케이션 2이다.

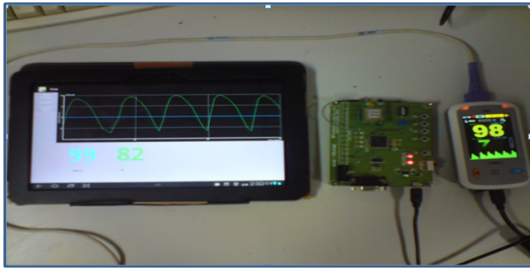


그림 11. 스마트폰 애플리케이션 2  
Fig. 11 Smart phone application 2

Health Data Manager는 ORU Message 모듈을 통해 의료기기로부터 전송된 건강 정보를 HL7 ORU^R01 transmits observations and results 메시지를 구성하여 TCP/IP 기반 트리거 이벤트를 통해 의료정보시스템 및 진단지원시스템과 상호 정보를 교환한다. 본 논문에서는 스마트폰용 HL7 Converter Module은 RIM(HL7 v3 Model) 처리 및 데이터베이스 접근에 따른 시스템 부하와 스마트폰 환경에서 다른 정보시스템간의 통신의 적합성을 고려하여 HL7 v2.x 기반의 메시지 전달 방식으로 구현하였다.

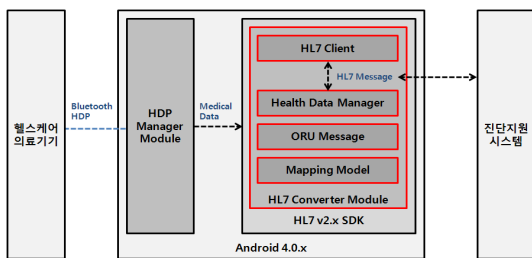


그림 12. HL7 Converter Module 소프트웨어 구성도  
Fig. 12 S/W configuration of HL7 Converter Module

그림 12는 HL7 Converter Module 소프트웨어이며 그림 13은 스마트폰 애플리케이션 단계에서 수행하는 IEEE 11073-HL7 변환 및 정보생성 과정이다.

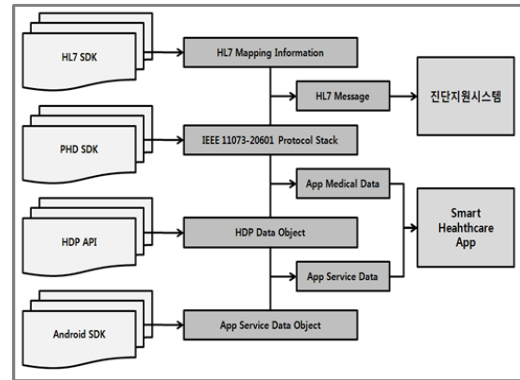


그림 13. IEEE 11073 - HL7 변환 및 정보 생성 과정  
Fig. 13 Process of convert and information formation for IEEE 11073 - HL7

### 3.2.2. 스마트 게이트웨이 기반 헬스케어애플리케이션

본 논문에서의 스마트폰 게이트웨이는 ISO/IEEE 11073와 HL7메시지 변환 게이트웨이로서 Bluetooth HDP, HL7 표준을 통해 원격지에 있는 의료진이 사용자의 휴대 단말에 연결된 센서들을 실시간으로 관리(데이터 량, 데이터의 주기 등)함으로써 개인 맞춤형 진료 또는 관리를 가능하게 한다. 아울러, 본 논문에서는 헬스케어 서비스로 원격지에서 측정된 생체정보를 스마트폰 애플리케이션을 통해 진단, 지원 할 수 있는 헬스케어 애플리케이션을 구현하였다. 그리고 애플리케이션은 HL7으로 전송받은 환자의 간단한 신상정보와 생체정보를 확인할 수 있도록 하였다.

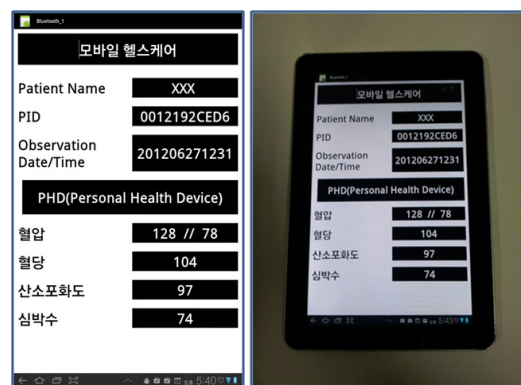


그림 14. 스마트 게이트웨이 애플리케이션  
Fig. 14 Smart gateway application

#### IV. 결 론

본 논문은 국제 표준 ISO/IEEE-11073, HL7을 기반으로 기존의 홈 헬스케어 시스템의 홈 게이트웨이를 스마트폰에 적용하여 별도의 하드웨어 구성없이 헬스케어 서비스를 제공할 수 있는 스마트 게이트웨이 기반 모바일 헬스케어시스템을 제안하고 설계 및 구현하였다. 시스템 개발을 위한 요소 기술 개발 내용은 다음과 같다.

첫째, Bluetooth HDP 기반 스마트폰 게이트웨이와 연동될 수 있는 대표적인 홈 헬스케어 의료기기 심전도 측정계, 심박수 측정계, 혈압 측정계를 시제품 개발을 통해 새로 구현하고 기존의 산소포화도계, 혈당계에 Bluetooth HDP 표준 관련 모듈을 추가하여 기능이 개선된 5가지 홈 헬스케어 의료기기를 구현하였다.

둘째, Android 4.x os 스마트폰을 대상으로 Bluetooth HDP기반 의료기기를 연동할 수 있는 HDP Manager Module을 구현하였다.

셋째, Android 4.x os 스마트폰을 대상으로 의료정보 표준 HL7을 기반으로 진단지원시스템과 연동 할 수 있는 HL7 Converter Module을 구현하였다.

넷째, Bluetooth HDP를 기반으로 의료기기의 데이터를 획득, 확인, 전송 할 수 있는 스마트폰 게이트웨이를 구현하고 실시간 모니터링 할 수 있는 애플리케이션과 원격 모니터링 할 수 있는 홈&모바일 헬스케어서비스 애플리케이션을 구현하였다.

끝으로, 일반적인 헬스케어시스템의 기능을 개선하고 현재의 시장성을 적용한 홈 헬스케어시스템 기술을 적용하였으며, 본 논문을 통해 구현된 의료기기는 continua health alliance 표준에 따라 구현되었다.

#### 참고문헌

- [1] 장영재, “유헬스 의료기기 시스템의 상호운용성 평가기술 개발 방안”, TTA Journal Vol.138, 2011.
- [2] 박찬용, 임준호, 박수준, 김승환, “유헬스케어 표준화 기술 동향,” 전자통신동향분석, Vol.25, No. 4, 2010.
- [3] 이윤태, “u-Health 신산업 창출을 위한 사업화 전략연구,” 한국보건산업진흥원, 2010.
- [4] 천승만, 나재욱, 박종태, “M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스 기반 IEEE 11073/HL7 변환 게이트웨이

설계 및 구현”, 한국통신학회, Vol.36, No.3, 2011.

- [5] Korea Food & Drug Administration, “Standard of U-Health Medical Devices Guideline”, 2007.
- [6] B. Orguna, J.Vub, “HL7 ontology and mobile agents for interoperability in heterogeneous medical information systems”, Computers in Biology and Medicine 36, pp. 817 - .836, 2006.
- [7] Yuksel, M., Dogac, A., “Interoperability of Medical Device Information and the Clinical Applications: An HL7 RMIM based on the ISO/IEEE 11073 DIM”, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, pp. 557-566, 2011.
- [8] O. Kilic and A. Dogac, “Achieving Clinical Statement Interoperabilityusing R-MIM and Archetype-based Semantic Transformations,” IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol.13, no.4, pp 467-477, 2009.

#### 저자소개



강성인(Sung-In Kang)

2004년 한국해양대학교  
전자통신공학과 공학박사  
2000년~2008년 동명대학교  
컴퓨터공학과 전임강사

2009년~현재 동명대학교 의용공학과 전임강사  
※관심분야:센서네트워크, U-Health, 임베디드



오암석(Am-suk Oh)

1984년 부산대학교 전자계산학과  
이학사  
1986년 중앙대학교 대학원  
컴퓨터공학과 공학석사

1997년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학박사  
1987년~1990년 LG 연구소  
1998년~현재 동명대학교 미디어공학과 교수  
※관심분야:데이터베이스, U-Health, 의료정보시스템