

논문 2014-51-6-7

# 사용자 맞춤형 응급 관리를 위한 모바일 헬스케어 시스템 ( Mobile Healthcare System for Personalized Emergency Management )

천 승 만\*, 최 주 연\*, 박 종 태\*

( Seung-Man Chun, Joo-Yeon Choi, and Jong-Tae Park<sup>©</sup> )

## 요 약

모바일 헬스케어 서비스에서 환자의 응급 상태를 정확하게 응급 감지하고 신속히 알리는 것이 매우 중요하다. 기존의 헬스케어 서비스에서는 전달된 생체 정보를 의료진 또는 의료 서비스 공급자가 항상 모니터링을 하여 환자의 상태를 판단하게 된다. 하지만 의료진이 항상 모니터링을 해야 하기 때문에 다수 환자를 실시간으로 동시에 모니터링하기에는 어렵다. 더구나, 환자마다의 고유한 환자의 건강 상태의 특징 (나이, 성별, 병력 기록 등)들이 있기 때문에 통계적인 의료 지식으로 환자의 상태를 진단하는 것은 더욱 힘든 일이다. 이러한 기존의 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 사용자 맞춤형 응급관리를 위한 모바일 헬스케어 시스템을 제시한다. 제안된 모바일 헬스케어 시스템의 특징은 환자의 고유한 건강 상태의 특징을 정책으로 정의하고 이를 기반으로 환자로부터 측정된 생체 정보에 대해 응급 상태를 판단하는 것이다. 제안된 모바일 헬스케어 시스템의 개념을 입증하기 위해 프로토타입을 구현하였다.

## Abstract

In mobile healthcare service, the accurate detection and the notification of the emergency situation are important to chronic patients' life. In the existing healthcare service, the medical staff or medical service provider always judges patients' health status by monitoring from the measured from bio-data. However, it is difficult to monitor many patients in real-time simultaneously, because the medical staff should monitor the health status continuously. Furthermore, an emergency condition diagnosis based solely on the statistical level of the bio-data may be difficult, since the emergency judgment of the bio-data might differ depending on the health characteristics of each person such as age, history of disease, gender, etc. In order to solve this problem, this article presents a mobile healthcare system for emergency bio-data management using a personalized emergency policy. The salient feature of the proposed mobile healthcare system is that the characteristics of the health status of a unique patient is defined to the policy, which is used to judge the emergency condition of the bio-data measured from the patient. The prototype of proposed mobile healthcare system has been built to demonstrate the design concept.

**Keywords :** 사용자 맞춤형 모바일 헬스케어 서비스, 국제 표준 IEEE 11073 PHD, HL7 CDA, 정책 기반 응급 서비스

## I. 서 론

고사양의 모바일 플랫폼을 탑재한 스마트폰의 급격한 확산으로 환자는 스마트폰을 통해 다양한 의료 서비스를 제공받고 있다. 차세대 무선 인터넷 서비스와 스마트폰의 성능 향상으로 환자 주변의 다양한 생체 정보 측정 장치들로부터 측정된 생체 정보를 실시간으로 의

\* 정회원, 경북대학교 전자공학과  
(Kyungpook National University)

© Corresponding Author (E-mail: jtpark@ee.knu.ac.kr)

※ This study was supported by the BK21 Plus project funded by the Ministry of Education, Korea (21A20131600011)

접수일자: 2014년04월22일, 수정일자: 2014년05월21일  
수정완료: 2014년06월05일

료진에게 전송함으로써 환자의 상태를 실시간으로 모니터링 받는 모바일 헬스케어 모니터링 서비스가 대두되고 있다. 한 예로, 심전도 센서 (Electrocardiogram: ECG)를 착용한 심장병 환자가 직접 병원에 방문하지 않고 원격지에서 모니터링 받을 수 있게 되었다. 이러한 헬스케어 모니터링 시스템은 항상 인터넷에 연결되어 실시간으로 생체데이터를 보내야만 한다.

보통, 의료진에게 정확한 건강 상태를 진단 받기 위해서는 측정된 생리학적인 기록 또는 생체정보 기록이 필요하다. 생체 정보는 몸무게, 심전도, 산소포화도 (Oxygen Saturation: SpO<sub>2</sub>), 뇌파 검사 (Electroencephalograph: EEG) 등을 말한다. 이러한 생리학적인 기록을 측정하기 위해서는 다양한 기술들이 필요하다. 환자의 신체로부터 정확한 생체정보를 수집하는 생체정보 수집기술, 수집된 생체정보를 신뢰성 있게 전달하기 위한 네트워크 전송 기술, 의료 정보를 정확하게 표시하기 위한 의료 응용 기술이 필요하다. 이를 위해 국제적으로 다양한 기술들이 개발되고 있다.

의료 장치들 간의 상호운용성 지원을 위한 기술로, ISO/IEEE 11073 PHD (Personal Health Device)<sup>[1]</sup>와 HL7 CDA (Health Level 7 Clinical Document Architecture)<sup>[2]</sup> 등이 있다.

한편, 모바일 헬스케어 모니터링 서비스에서는 생체 측정 장치로부터 측정된 생체 데이터를 신속/정확하게 진단하는 것이 무엇보다 중요하다<sup>[3]</sup>. 하지만 무선 네트워크의 특징으로 인해 의료진이 환자로부터 측정된 생체 정보를 실시간으로 전송 받기란 쉽지 않으며, 실시간 생체 정보를 모니터링 되어도 의료진의 수가 한정되어 있기 때문에 고 신뢰성 있는 모바일 헬스케어 서비스를 제공하는 어렵다<sup>[3]</sup>. 더욱이, 생체정보의 응급 레벨은 개인 환자마다의 신체특성이 다르기 때문에, 통계적인 응급 생체정보를 기반으로 환자의 응급 상황을 판단하는 것은 신뢰성을 떨어뜨릴 수 있다. 여기서 개인 신체 특성은 나이, 병력, 성별 등<sup>[4~5]</sup>을 말한다. 예를 들어, 심전도는 개인의 심장의 상태를 판단하는 중요한 의료 검사 중 하나이다. 이러한 심전도는 개인마다의 다양한 패턴을 가지고 있으며 동일한 심장 박동 패턴을 나타낸다고 하더라도 나이, 시간에 따라 변할 수 있다. 이러한 개인의 신체 특성을 고려하지 않고 응급 상태를 판단할 경우 헬스 모니터링 서비스의 신뢰성이 크게 떨어질 수 있기 때문에 개인의 신체 특성을 반영한 응급

상황을 진단하는 것이 매우 중요하다.

위에 언급한 문제점을 해결하기 위해, 본 논문에서는 사용자 맞춤형 응급정책을 기반한 모바일 헬스케어 시스템의 구조를 제시한다. 구체적으로, 환자의 개인 신체 특성을 고려한 개인의 응급 정책을 정의하고, 이를 기반으로 측정된 생체 정보와 개인 응급 정책과 비교하여 응급 상황을 정확하고 신속하게 진단할 수 있는 모바일 헬스케어 시스템 구조를 설계하였고, 상호운용성 있는 서비스를 제공하기 위해 국제표준인 IEEE 11073 PHD와 HL7 CDA간의 변환 구조를 설계하였으며, 사용자 맞춤형 응급 정책기반으로 한 메시지 흐름도를 설계하였다. 제안된 모바일 헬스케어 시스템의 신뢰성을 검증하기 위한 프로토타입을 구현하였다.

본 논문의 나머지는 다음과 같이 구성된다. II장에서는, 기존의 헬스케어 시스템에 대해 소개하고 III장에서는, 사용자 맞춤형 응급 관리를 위한 모바일 헬스케어 시스템의 구조를 제시한다. IV장에서는 시스템 프로토타입과 성능 분석에 대해 논의한다. 마지막으로, V장에서 결론을 내린다.

## II. 헬스케어 모니터링 서비스 구조

본 장에서는 헬스케어 모니터링 서비스에 대해 알아본다. 헬스케어 모니터링 서비스 구조에는 3개의 도메인인 신체 도메인, 통신 도메인, 헬스케어 서비스 도메인 등으로 구성되어 있다<sup>[3]</sup>.

신체 도메인에서는 무선 신체망<sup>[6]</sup>으로 구성될 수 있으며, 여러 개의 무선 센서들이 근거리/원거리 유/무선 통신 네트워크 기술을 통해 수집 및 전송하는 기능을 가진다. 통신 도메인에서는 무선 신체망에서 수집한 생체 데이터를 서비스 도메인으로 전송하기 위한 기능을 가지며, 헬스케어 서비스 도메인에서 전송받은 생체 데이터를 저장/관리/분석/서비스하는 기능을 한다. 이를 통해 헬스케어 모니터링 서비스, 의료 서비스, 응급 구조 서비스 등의 다양한 헬스케어 관련 서비스를 제공할 수 있다.

이를 위해, IEEE, ISO, HL7(Health Level 7) 등의 국제 표준 기구에서는 ISO/IEEE 11073 PHD와 HL7 CDA 등의 헬스케어 관련 표준 기술들을 제정하고 있다.

ISO/IEEE 11073과 HL7을 통합하는 몇몇의 연구가 있다<sup>[6~8]</sup>. 참고문헌<sup>[6]</sup>에서 간단한 재구성과 상호 운용성,

자동 장치 연결이 가능하게 하기 위한 ISO/IEEE 11073 PHD와 블루투스 표준을 적용했다<sup>[6]</sup>. Mense<sup>[7]</sup>은 국제 표준기반 헬스케어 데이터의 전송 프레임워크를 제시하였다. 헬스케어 정보 시스템과 데이터 저장과 관련된 통신 프로파일을 위한 IHE (Integrating Healthcare Enterprise) 프로파일과 HL7, 도메인 모델링을 위한 CEN (European Committee for Standardization) 13606, 헬스케어장치 통신을 위한 ISO/IEEE 11073-20601 사용하였다. 저자는 uCARDEA CIED에서 HL7 v2.x로의 변환하는 구조를 제시하였다<sup>[8]</sup>.

HL7 CDA는 의료 제공자와 환자들 간의 전자 문서 교환을 목적으로 만든 “의료 문서”의 구조 및 세멘틱 (Semantic)을 서술한 Document Markup 표준<sup>[2]</sup>을 말한다. HL7 CDA는 의료시스템 간에만 운용되고 있기 때문에 모바일 헬스케어 모니터링 서비스를 제공하기 위해서는 ISO/IEEE 11073과 HL7 CDA간 메시지 변환구조가 반드시 필요하다.

신체 도메인, 통신 도메인 및 헬스케어 서비스 도메인을 통해 실시간 모바일 헬스케어 서비스를 제공하기 위해서는 1) 개인의 건강 특성 맞춤형 자동 진단 메커니즘 개발, 2) ISO/IEEE 11073 PHD와 HL7 CDA 간의 국제 표준간의 상호호환의 효율적인 지원, 3) 무선 네트워크를 통한 고 신뢰성을 가진 응급 생체 데이터 전송 메커니즘이 필요하다.

### III. 사용자 맞춤형 응급 관리를 위한 모바일 헬스케어 시스템 구조

본 장에서는, 사용자 맞춤형 응급 정책을 기반의 생체 데이터 관리에 대한 시스템 구조와 상세 구성요소를 설명한다.

#### 1. 사용자 맞춤형 응급 관리를 위한 모바일 헬스케어 시스템의 구성

그림 1은 모바일 헬스케어 서비스를 위한 사용자 맞춤형 정책 기반 응급 관리 시스템의 구성을 보여준다. ISO/IEEE 11073 에이전트, ISO/IEEE 11073 매니저, 사용자 맞춤형 정책 서버, 응급관리 서버 (Emergency Management Server: EMS), 의료 시스템, EHR/PHR 데이터베이스로 구성된다. ISO/IEEE 11073 에이전트/매니저에는 ISO/IEEE 11073 PHD 표준 프로토콜 스택

이 탑재된다. ISO/IEEE 11073 에이전트는 혈압계, 혈당계, 심전도계 등 생체정보 측정 센서 중 하나에 해당되며 ISO/IEEE 11073 매니저는 스마트폰, 랩탑 PC, 브로커 게이트웨이 중 하나에 해당된다. 사용자 맞춤형 정책 서버는 환자에 따른 생체 데이터의 응급 값과 환자 인증 정보를 저장하는 데이터베이스 서버를 말한다. 여기서, 응급 값은 수집된 데이터의 응급여부 판단을 위한 응급 레벨을 말한다. EHR/PHR은 환자 개인의 헬스 정보를 저장하는 데이터베이스를 말한다. 응급 관리 서버는 ISO/IEEE 11073 PHD와 HL7 CDA 표준간의 메시지 형식 변환 기능을 수행하고 원격지에 있는 환자의 위치에서 실시간으로 의료진에게 생체 데이터를 전송하는 기능을 한다.

그림 1에 제시된 모바일 헬스케어 서비스의 구성은 3단계로 구성 된다: 1단계에서는, 다양한 생체정보 측정 센서들에 의해 수집된 생체 데이터는 무선 신체망을 통해 게이트웨이에 전송된다. ISO/IEEE 11073-20601 표준은 ISO/IEEE 11073 에이전트와 매니저 간 통신 프로토콜을 정의하였다. 또한, ISO/IEEE 11073 에이전트와 매니저 간 WPAN, LAN, WLAN 등의 유/무선 네트워크 인터페이스 기술이 사용될 수 있다.

2단계는, 사용자 맞춤형 응급 정책 기반으로 응급 상태를 판단/결정하는 단계이다. ISO/IEEE 11073 매니저는 ISO/IEEE 11073 에이전트를 통해 생체 데이터를 수신 받을 때 사용자 맞춤형 정책 서버에서 제공 하는 환자 개인의 건강 상태에 대한 정보를 이용하여 응급 상황을 알아낸다. 그리고 ISO/IEEE 11073 매니저는 로컬 데이터베이스에 있는 사용자 맞춤형 응급 상태에 대한 정보를 저장하고 유지하며 원격에 있는 데이터베이스에 접근하여 신속하게 응급발생 유무를 판단할 수 있다.

3단계에서는, ISO/IEEE 11073 매니저가 응급 상태가 감지되면 의료진에게 응급 상태를 알리기 위해 EMS로 응급상태의 레벨 및 응급 생체 데이터를 신속하게 전송하는 단계이다. 이 단계에 ISO/IEEE 11073 PHD와 HL7 CDA간에 메시지 변환을 필요로 한다. EMS에서는 의료진이 환자의 상태를 정확하게 진단하기 위해 IEEE 11073 PHD 메시지 형식을 HL7 CDA 메시지 형식으로 변환을 수행하는 역할을 한다.

이러한 3단계의 과정을 통해, 응급 상태가 정확하게 감지되며 응급 생체 데이터를 감지 및 전달하는 과정에 ISO/IEEE 11073-20601 표준과 ISO/IEEE 11073 PH

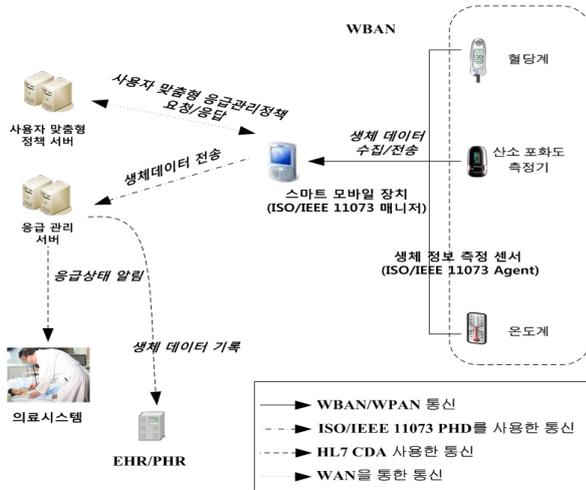


그림 1. 사용자 맞춤형 응급 관리를 위한 모바일 헬스케어  
Fig. 1. Configuration of mobile healthcare system for personalized emergency management.

D/HL7 CDA 변환방법과 같은 국제표준이 적용되어 응급 생체 데이터가 의료 정보 시스템을 통해 의료진에게 신속하게 전송된다. 이것은 본 논문의 제안된 접근법에 효율성과 응용성을 향상시킨다.

## 2. 스마트 모바일 장치 구조

그림 2는 사용자 맞춤형 응급 정책 기반 한 응급 생체 데이터 관리를 위한 스마트 모바일 장치의 구조를 나타낸다. 스마트 모바일 장치는 생체정보 측정센서로부터 생체 데이터를 수신하고, 이를 다시 EMS로 전송하는 기능을 수행할 뿐만 아니라 생체 데이터의 응급상태를 판단하는 역할을 수행하기 때문에 매우 중요하며 이를 위해, 로컬 사용자 정보 매니저, 정책 매니저, ISO/IEEE 11073 매니저, 정책 매니저, DIM Analyser, Service Msg. Composer, ISO/11073 Transport Manager

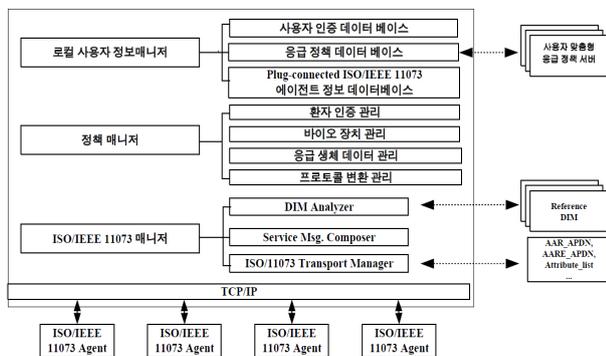


그림 2. 스마트 모바일 장치 구조  
Fig. 2. Architecture of smart mobile device.

ISO/IEEE 11073 매니저로 구성된다.

로컬 사용자 정보 매니저는 환자 인증 데이터베이스, 응급정책 데이터베이스, Plug-Connected ISO/IEEE 11073 에이전트 정보 데이터베이스로 구성된다. 로컬 환자 인증 데이터베이스는 환자의 접속을 위한 인증 정보를 저장 및 관리 기능을 수행한다. 인증 절차는 사용자 맞춤형 정책 서버를 통해 수행된다. 응급 정책 데이터베이스는 개인이 소유한 ISO/IEEE 11073 에이전트에 따른 사용자 맞춤형 응급정책 정보를 관리 및 유지한다. Plug-Connected ISO/IEEE 11073 에이전트 데이터베이스는 에이전트들의 연결 상태 정보를 유지 및 관리한다. 정책 매니저의 기능은 환자 인증 관리, 에이전트 관리, 응급 생체 데이터 관리, 프로토콜 변환 관리 4가지로 구성된다. 좀 더 상세한 정책 매니저의 기능을 3.4 절에서 다루기로 한다.

ISO/IEEE 11073 매니저는 ISO/IEEE11073 에이전트로부터 ISO/IEEE 11073-20601 표준에 따라 생체 데이터를 수집하는 기능을 수행하며 DIM Analyser, Service Message Composer, IEEE 11073 Transport Manager<sup>[1]</sup>로 구성된다. ISO/IEEE 11073 매니저에 대한 좀 더 상세한 내용은 참고문헌<sup>[1]</sup>에서 찾을 수 있으며 본 논문에서는 상세하게 다루지 않는다.

## 3. 응급 관리 서버의 구조

그림 3은 응급 관리 서버 (EMS)의 구조를 보여준다. 응급 관리 서버는 ISO/IEEE 11073 매니저와 헬스케어 의료 서버 시스템 사이에 존재하며 전송되어 모니터링되는 생체 데이터를 ISO/IEEE 11073 PHD와 HL7 CDA의 데이터 형식 간에 상호 변환하는 기능을 수행한다.

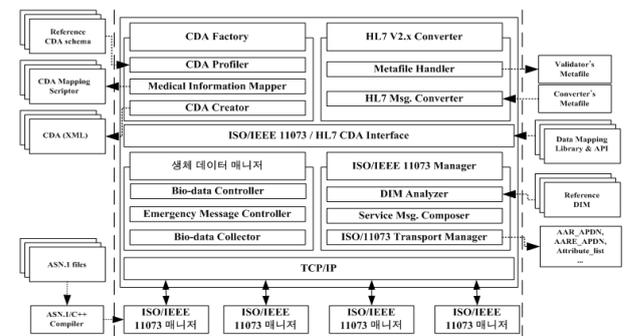


그림 3. 응급 관리 서버 구조  
Fig. 3. Architecture of emergency management server.

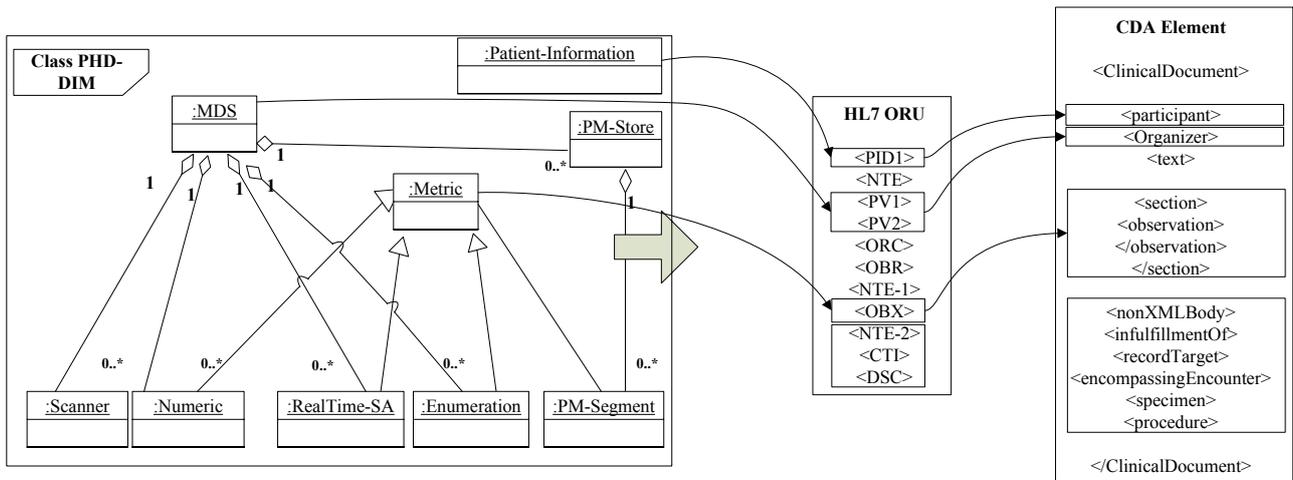


그림 4. ISO/IEEE 11073 PHD에서 HL7 CDA으로의 생체 데이터 매핑의 예  
 Fig. 4. Example of bio-data mapping from ISO/IEEE 11073 PHD to HL7 CDA.

EMS는 CDA Factory, HL7 v2.x Converter, ISO/IEEE 11073/HL7 CDA Interface, ISO/IEEE 11073 매니저, 생체 데이터 정보매니저로 구성된다. 그림 3에서 CDA Profiler에서는 입/출력되는 CDA문서를 확인하며, Medical Information Mapper는 ISO/IEEE 11073 매니저 또는 HL7 v2.x Converter에서 수신된 메타정보와 생체데이터를 매핑 하는 역할을 한다. CDA 문서는 CDA Profiler에 명시된 CDA템플릿으로 표현하며 여러 개의 CDA 템플릿들은 수집된 생체데이터의 정보로 생성되어 다시 CDA Profiler에서 확인된다.

HL7 v2.x Converter는 ISO/IEEE 11073 PHD를 기반한 생체 데이터를 HL7 메시지로 변환하는 기능을 수행한다. HL7 v2.x Converter는 Metafile Handler와 HL7 Msg. Converter로 구성된다.

그림 4는 ISO/IEEE 11073 DIM과 HL7 CDA사이의 생체 데이터를 매핑하는 예제를 보여준다. ISO/IEEE 11073 DIM은 하나 이상의 속성에 관련된 객체의 집합으로 에이전트에게 받은 생체데이터를 명시한다. DIM은 그림 4에 나타나 있는 MDS 객체와 관련된 PM-store 객체 또는 Scanner, Enumeration, RT-SA (Real-Time Sample Array), Numeric이 0개 또는 그 이상의 수로 구성된다<sup>[1]</sup>.

HL7 CDA 메시지의 타입에는 ACK, ADT, ADR, ORM, ORU, ORF, QRY가 있다<sup>[2]</sup>. 각 메시지는 선택적으로 메시지에 포함할 수 있는 여러 개의 segment를 포함할 수 있다. segment의 타입은 MSH (Message Header), PID (Patient Identification), OBX

(Observation), OBR (Observation Request), PID1 (Patient Demographics), MSA (Message Acknowledgement) 등을 포함한다. EMS는 ISO/IEEE 11073 PHD DIM과 HL7 CDA 간의 메시지 변환을 수행한다. 메시지 형식을 변환하기 위해, HL7 CDA의 ORU 메시지와 ISO/IEEE 11073 PHD DIM의 MDS객체를 사용한다. Numeric이 포함된 ISO/IEEE 11073 PHD 매니저로부터 전송되는 측정 결과와 RA-SA, 그리고 Enumeration은 ORU 메시지에 있는 OBX segment로 매핑 된다. HL7 ORU 메시지는 HL7 시스템에 전송되기 위해 HL7 CDA문서로 변환된다.

생체데이터 매니저는 Bio-data controller, Emergency message controller, Bio-data collector로 구성된다. 생체 데이터 매니저는 생체정보 측정센서로부터 받은 데이터를 기반 한 응급 상황을 감지하며, 감지되면 응급 상태 알림 메시지가 생성되어 EMS로 전송된다. Bio-data collector는 EMS에서 IEEE 11073 PHD 매니저로 생체 데이터 정보를 전송하고 그 정보는 환자의 응급 정책의 정보에 따라 HL7 CDA 메시지 형식으로 변환한다. ISO/IEEE 11073 Manager는 ISO/IEEE 11073 매니저로부터 GET, SET, ACTION, EVENT REPORT 등의 통신 메시지들을 통해 생체 데이터의 수집 기능을 수행한다.

#### 4. 응급 서비스 관리를 위한 사용자 맞춤형 정책 기반 메시지 흐름도

본 장에서는 사용자 맞춤형 응급정책 기반 생체 데이

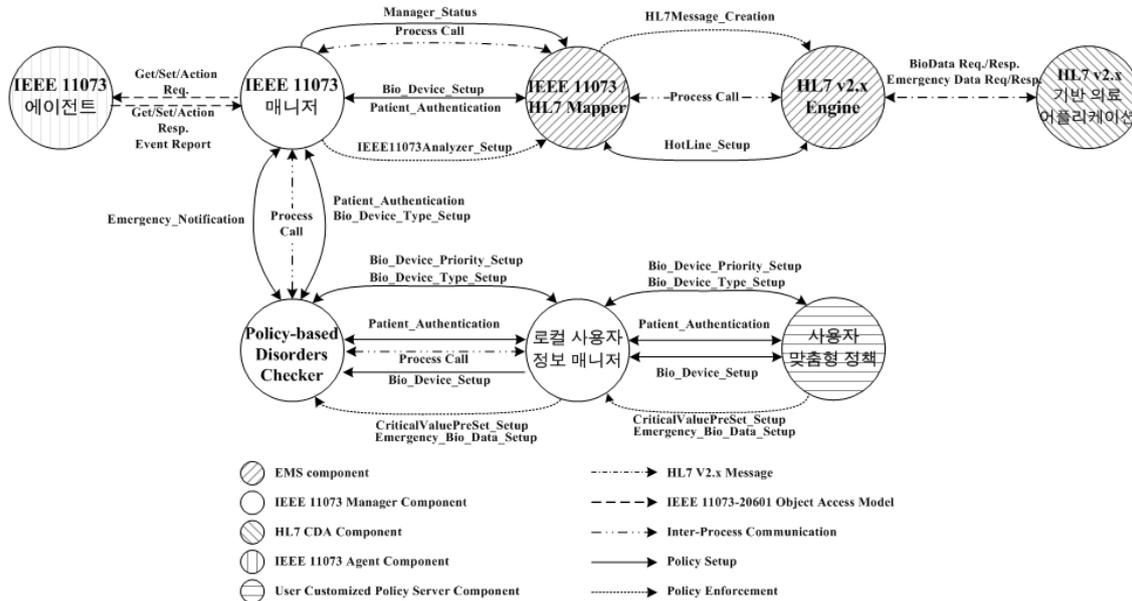


그림 5. 사용자 맞춤형 응급 관리 서비스를 위한 메시지 흐름도  
Fig. 5. Message flow diagram for personalized emergency service management.

표 1. 응급 헬스케어 모니터링을 위한 정책  
Table 1. Policies for emergency healthcare monitoring.

	정책	설명
환자 인증 관리	<i>Patient_Authentication</i>	환자의 인증 정보 및 착용한 의료 장치 확인자 (Identifier) 정보 전달
에이전트 관리	<i>Bio_Device_Setup</i>	바이오 장치의 타입, 모델, 배터리량, 전압, 제품번호 등의 정보를 전달
	<i>Bio_Data_Type_Setup</i>	바이오 장치의 생체 데이터의 수집 주기, 바이오 데이터의 타입 정보 전달
응급 관리	<i>CriticalValuePreset_Setup</i>	사용자 맞춤형 건강 상태에 따른 생체 데이터의 응급 판단을 위한 미리 정해진 응급 값 (위험 범위, 크리티컬 범위, 정상 범위, 응급 상태 지속 시간 등)을 ISO/IEEE 11073 매니저에 전달
	<i>Emergency_Bio_Data_Setup</i>	생체 데이터의 응급 상태의 반복 횟수, 응급 상태 지속 시간 등과 같은 생체 데이터의 응급 판단을 위한 생체 데이터의 타입을 전달
	<i>Bio_Device_Priority_Setup</i>	사용자의 건강 상태에 의해 정해진 각각의 생체 장치의 측정 우선순위 정보를 전달 (예: 심장 환자의 경우 여러 가지의 바이오 장치들 중 심전도 생체 데이터가 우선 순위가 가장 높게 지정됨)
	<i>HotLine_Setup</i>	의사에게 응급 상태 통보 및 생체 데이터를 직접 전달하기 위한 Hot line 생성을 위한 요청 정보 전달 (Hot line은 바이오 장치의 우선순위에 따라 의료 시스템으로 응급 생체 데이터를 전달하는 것을 말한다.)
	<i>Emergency_Notification</i>	인터-프로세스 콜을 통한 생체 데이터의 응급 상태의 이벤트 메시지 전달
프로토콜 변환 관리	<i>ManagerStatus_Setup</i>	현재 연결된 IEEE 11073 에이전트의 리스트와 같은 관리 상태 정보 전달
	<i>IEEE11073Analyzer_Setup</i>	HL7 메시지에 따른 매핑을 위한 요청 준비 설정 및 IEEE 11073 생체 데이터 분석을 위한 정보 전달
	<i>HL7Message_Creation</i>	HL7 메시지 생성을 위한 생체 데이터, 의료 장치 ID, 환자의 정보 등의 정보 생성을 위한 정보 전달

터의 관리를 위한 메시지 흐름도를 설명한다. 그림 5는 사용자 맞춤형 응급 정책 기반 응급 관리 서비스의 메시지 흐름도를 나타내며, 표 1은 모바일 헬스케어 모니터링에 필요한 정책들을 나타낸다. 크게, 환자 인증 관리, 에이전트 관리, 응급 관리, 프로토콜 변환 관리로 구성된다. 그림 5와 같이, ISO/IEEE 11073 매니저는 ISO/IEEE 11073 에이전트로부터 ISO/IEEE 11073-20601 표준의 GET/SET/ACTION/EVENT REPORT 메시지를 사용하여 바이오 장치의 연결 상태 및 생체 데

이터를 수집하며, 활성화가 되면 ISO/IEEE 11073 매니저와 사용자 맞춤형 응급 정책 서버 간 *Patient\_Authentication* 메시지를 통해 사용자 인증을 수행하게 된다. ISO/IEEE 11073 에이전트가 연결되면, ISO/IEEE 11073 매니저는 생체 데이터의 응급 상태를 판단하기 위해 사용자 맞춤형 응급 정책 서버와 *Bio\_Device\_Type\_Setup*, *Bio\_Device\_Setup*, *Bio\_Device\_Priority\_Setup*, *CriticalValuePreSet\_Setup* 등의 메시지를 교환한다.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Policy xmlns:xsi="http://www.w3.org/2013/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="Emergency_Bio_Data_Setup.xsd">
<dataset>
    ...skip...
    <section name="Patient Authentication Management">
    <value name="Patient_Authentication" type="String"> Hans, Hans123123, 001 </value>
    </section>
    <section name="Bio Device Management">
    <value name="Bio_Device_Setup" type="String">Pulse Oximeter</value>
    <value name="Bio_Device_Type_Setup" type="String" > SpO2</value>
    </section>
    <section name="SpO2_Emergency_Bio_Data_Setup">
    <value name="CriticalValuePreset_Setup" type="Numeric">90</value>
    <value name="DurationofDetectionTime_Setup" type="Numeric">10</value>
    <value name="RepetitionRate_Setup" type="Numeric">2</value>
    <value name="Bio_Device_Priority_Setup" type="Numeric">2</value>
    <section name="Bio Device Management">
    <value name="Bio_Device_Setup" type="String"> ECG</value>
    </section>
    <section name="ECG_Emergency_Bio_Data_Setup">
    <value name="DurationofSTsegment_Setup" type="Numeric" >120</value>
    <value name="DurationofTwave_Setup" type="Numeric">160 </value>
    <value name="QTc_Setup" type="Numeric">500 </value> </section> </section> </section>
    ...skip...
</dataset></Policy>

```

그림 6. 응급 정책 관리의 Emergency\_Bio\_Data\_Setup 부분에 대한 XML 스키마

Fig. 6. XML schema of Emergency\_Bio\_Data\_Setup part of the emergency management policy.

바이오 장치의 정보와 생체 데이터 정보는 응급 정책 데이터베이스에 저장된다. ISO/IEEE 11073 매니저와 ISO/IEEE 11073/HL7 mapper는 HL7 CDA 어플리케이션으로 환자의 생체 데이터를 전송하기 위해 *Bio\_device\_setUp*, *Patient\_Authentication*, *ISO/IEEE 11073 Analyzer\_setUp*, *Manager\_Status* 등의 메시지를 교환하며 응급 값은 *CriticalValuePreSet\_Setup* 메시지를 통하여 로컬 사용자 정보매니저의 응급 정책 데이터베이스에 저장된다. 수집되는 생체 데이터는 응급 정책 데이터베이스를 사용하여 판단되며, 만약 생체 데이터에 이상 징후가 감지되면 Policy-based Disorders Checker가 *Emergency\_Notification*을 생성한다. ISO/IEEE 11073 매니저가 응급 정책 데이터베이스의 전송 우선순위를 체크한 후에, ISO/IEEE 11073/HL7 Mapper에 생체 데이터를 전송하면 그 생체 데이터는 HL7 기반 의료 어플리케이션이 수신하게 된다.

그림 6은 응급 관리 정책의 *Emergency\_Bio\_Data\_Setup* 부분을 XML 스키마로 나타내었다. XML 요소는 dataset, section, value, escape 로 구성된다. 그림 6에서, *Emergency\_Bio\_Data\_Setup* 메시지는 생체 데이터에서 응급상태의 반복횟수나 지속시간과 같은 응급상태 판단을 위한 생체 데이터의 타입을 전달하는 데 사

용한다. 이를 위해, *Emergency\_Bio\_Data\_Setup* 메시지는 환자 인증 관리 정책, 바이오 장치 관리, 응급 관리 정책을 포함하며 또한, *CriticalValuePreset\_Setup*, *DurationofDetectionTime\_Setup*, *RepetitionRate\_Setup*, *Bio\_Device\_Priority\_Setup* 등을 포함한다.

그림 6에서는 SpO<sub>2</sub>와 ECG 데이터에 대한 *Emergency\_Bio\_Data\_Setup*을 나타낸다. SpO<sub>2</sub>의 범위는 96%에서 99%가 건강한 기준치이다. SpO<sub>2</sub>가 90% 미만이거나 미만이 아닐지라도 정상 범위에서 3 - 4% 가 떨어진다면 급성질환을 의심해야한다. ECG 응급 신호에 대해 본 논문에서는 다루지 않는다.

## IV. 구현

### 1. 시스템 구성

그림 7은 사용자 맞춤형 응급 정책을 활용한 시스템의 프로토타입 구현을 위한 시스템 구성을 보여준다. 본 논문에서는 2가지 타입의 센서인 ECG센서와 SpO<sub>2</sub> 센서를 사용하였다. 본 시스템에서는 한국에 있는 HANBACK 회사 (<http://www.Handback.co.kr>)에 의해 제공되는 HBE-ZigbeX2 장치를 사용하였다. SpO<sub>2</sub>와 ECG의 데이터 모델은 ISO/IEEE 11073-10404:2010 과



그림 7. 시스템 구성  
Fig. 7. Prototype system configuration.

ISO/IEEE 11073-10406:2012<sup>[9]</sup> 표준을 각각 따른다.

- 서버: IBM server, Apache 2.2, MySQL 5.5
- 스마트 모바일 장치: Galaxy S2 [SHWM250K 모델]-OS version 2.5
- 센서의 타입: 블루투스 모듈 (HBE-ZigbeX2-Bluetooth), SpO<sub>2</sub> 센서모듈 (HBE-ZigbeX2-SpO<sub>2</sub>), ECG 센서모듈
  - SpO<sub>2</sub> 센서 모듈 명세:
    - ✓ SpO<sub>2</sub>(%:saturation):40~99%
    - ✓ Pulse rate range: 30~300 bpm
    - ✓ Pulse accuracy: +2% @30~300 bpm
  - ECG 센서 모듈 명세:
    - ✓ Number of leads: 3-lead
- 개발 언어: Visual C, MFC, PHP

## 2. 모바일 헬스케어 모니터링 시스템 시나리오

제안된 헬스케어 모니터링 시스템의 시나리오는 다음과 같다. SpO<sub>2</sub>와 ECG는 지그비기반의 SpO<sub>2</sub>와 ECG 모듈에 의해 측정된다. 먼저, 사용자 인증과 의료장치에 대한 인증을 수행하게 된다. 구체적으로, 환자 인증은 환자 ID와 비밀번호를 사용하고 인증하게 되며, 의료장치의 인증에서는 노드 아이디 (ID)를 이용하여 인증하게 된다.

의료 장치는 스마트폰에 연결되고 의료 장치의 노드의 ID는 스마트폰에 전송되고 인증 정보는 EMS로 송신된다. 스마트폰은 인증 결과를 수신하고 그 인증 정보를 사용자 맞춤형 응급 정책 서버에 송신하여 사용자에게 적합한 정책을 수신하여 정책을 설정하게 된다. 이후, 의료 장치로부터 수신된 생체 데이터는 지그비/블

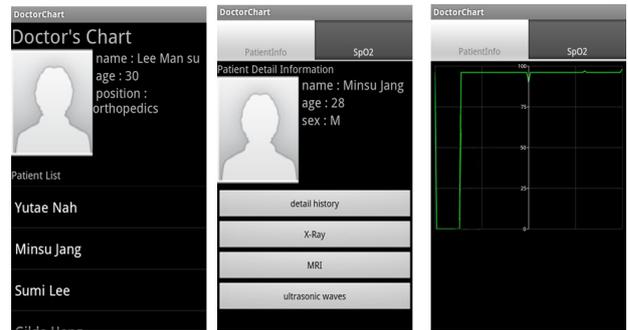


그림 8. 스마트폰 화면 뷰  
Fig. 8. Screen view on smartphone.

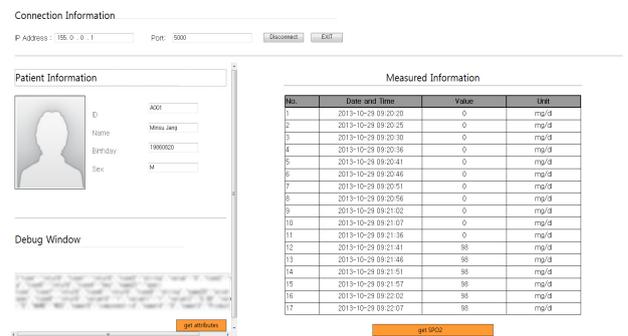


그림 9. HL7 기반 의료 어플리케이션 화면  
Fig. 9. Display view of HL7-based medical application.

루투스 통신모듈을 통해 스마트폰에 전송된다. 스마트폰은 정책기반 데이터베이스 서버로부터 SpO<sub>2</sub>와 ECG에 대한 응급 정책 정보를 요청하여 생체 데이터 정보를 모니터링 한다.

만약 응급 상태가 되면 스마트폰은 응급 상태에 관련된 특정한 생체데이터를 추출하여 즉시, EMS로 응급 알림 메시지를 보낸다. EMS는 ISO/IEEE 11073 메시지에 해당하는 HL7 CDA메시지로 변환하고 HL7 기반 의료 어플리케이션으로 변환된 응급 알림 메시지와 지그비 기반 모듈에서 측정된 응급 생체데이터를 보낸다.

## 3. 구현 결과 및 분석

그림 8~9는 제안된 모바일 헬스케어 모니터링 시스템프로토타입의 구현 결과를 보여준다. 실시간 생체 데이터는 ISO/IEEE 11073 메시지 형식에 따라 지그비 기반 ECG와 SpO<sub>2</sub> 생체 수집 센서에 의해 수집된다. 그림 8은 스마트폰에서의 ECG / SpO<sub>2</sub> 생체데이터의 화면 뷰를 나타내며, 스마트폰에서 생체 데이터가 모니터링 되는 동안에 생체 데이터의 응급 상태가 감지된다. 그림 9는 HL7 기반 의료 어플리케이션의 화면 뷰

(View)를 보여준다. HL7 기반 의료 어플리케이션에서 ECG와 SpO<sub>2</sub>의 생체 데이터는 HL7 CDA 메시지형식으로 EMS로부터 수신된다.

## V. 결 론

최근, 의료 산업화의 급격한 증가로 인해 헬스케어 서비스에 관심이 고조되고 있다. 이에 따른 헬스케어 서비스의 고 신뢰성의 서비스가 요구되고 있다. 본 논문에서는 이러한 고 신뢰성 헬스케어 서비스를 위한 사용자 맞춤형 정책을 기반한 모바일 헬스케어 시스템을 제안하였다. 이를 위해, 사용자 맞춤형 정책 기반 모바일 헬스케어 시스템 구조를 설계하였고, 헬스케어 시스템과 상호호환성을 위해 국제 표준 ISO/IEEE 11073과 HL7간의 변환 구조를 설계하였으며, 정책을 기반한 상태 흐름도를 설계하였다. 이러한 시스템을 실제 시스템에 적용한 프로토타입을 구현하였다. 본 모바일 헬스케어 서비스 구조는 다양한 헬스케어 응용 서비스에 활용될 수 있다.

## REFERENCES

- [1] ISO/IEEE 11073-20601 Standard for "Health Informatics - Personalized health device communication"- Application profile - Optimized exchange protocol-ISO/IEEE 11073-20601, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008.
- [2] HL7 Clinical Document Architecture (CDA), Release 2.0, Health Level 7, Apr. 2005.
- [3] X. Shen, "Emerging Technologies for e-healthcare," IEEE Network, Vol. 26, No. 5, pp. 2-3, 2012.
- [4] S. Franklin, et al., "Does the Relation of Blood Pressure to Coronary Heart Disease Risk Change With Aging?: The Framingham Heart Study," American Heart Association, Vol. 103, pp. 1245 -1249, 2001.
- [5] J. Wei and G. Kong, "Block-Based Neural Networks for Personalized ECG Signal Classification," IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 18, No. 6, pp. 1750-1761, Nov. 2007.
- [6] J. Yao and S. Warren, "Applying the ISO/IEEE 11073 Standards to Wearable home Health Monitoring Systems," Journal of Clinical Monitoring and Computing, Vol. 19, No. 6, pp. 427-436, Jan. 2006.
- [7] A. Mense, et al., "Healthy interoperability: A standard based framework for integrating personal monitoring and personal health device data into medical information systems," Journal on Information Technology in Healthcare, Vol. 7, pp. 214-221, 2009.
- [8] M. Yang, et al., "Guideline-driven telemonitoring and follow-up of cardiovascular implantable electronic devices using IEEE 11073, HL7 & IHE profiles," Proc. of IEEE Engineering Medical Biology Society pp. 3192-6, 2011.
- [9] ISO/IEEE 11073-10404, 10406: 2010 Health Informatics - Personal Health Device Communication - Device Specialization - Pulse Oximeter, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, USA, pp. 1-61, Apr. 2008.

저 자 소 개



천 승 만(정회원)  
2008년 동양대학교 전자공학과  
(공학사)  
2010년 경북대학교 IT 대학 전자  
공학부(공학 석사)  
2010년~현재 경북대학교 IT대학  
전자공학부 (박사과정)

<주관심분야 : 차세대 통신망 운용, 이동성 관리,  
U-헬스케어 네트워크 관리>



최 주 연(정회원)  
2013년 동아대학교 컴퓨터공학  
공학사

2013년~현재 경북대학교  
전자공학부(석사과정)

<주관심분야 : U-헬스케어 서비  
스, 무선 네트워크 관리, 차세대  
통신망운용>



박 중 태(평생회원)  
1978년 경북대학교 전자공학과  
(공학사)  
1981년 서울대학교 전자공학과  
(공학석사)  
1987년 미국 미시건대학교  
정보통신(공학박사)

1989년~현재 경북대학교 전자공학과 교수

2000년~2003년 IEEE Technical Committee on  
Information Infrastructure(TCII) 의장

1988년~1989년 삼성전자 컴퓨터시스템 사업부  
수석연구원

1987년~1987년 미국 AT&T Bell 연구소 연구위  
원

1984년~1987년 미국 CITI 연구원

<주관심분야 : 헬스케어 융합 네트워크 관리, 이  
동통신, 차세대 통신망 운용, 네트워크 보안>