

M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스 기반 IEEE 11073/HL7 변환 게이트웨이 설계 및 구현

정회원 천승만*, 나재욱*, 종신회원 박종태*

Design and Implementation of IEEE 11073/HL7 Translation Gateway Based on U-Healthcare Application Service for M2M

Seung-Man Chun*, Jae-Wook Nah* *Regular Members*, Jong-Tae Park* *Lifelong Member*

요약

21세기 의료서비스 패러다임이 사후 치료에서 사전 예방 및 관리 중심으로 바뀜에 따라 M2M 기반의 U-헬스케어 응용 서비스가 점차로 중요 해지고 있다. M2M 기반의 U-헬스케어 응용 서비스는 휴대단말에 장착된 센서를 통해 생체 정보를 측정하여, 원격지에 있는 의료진이 만성 질환자 혹은 일반인의 건강 상태를 실시간에 관리가 가능 하도록 한다. 본 논문에서는 국제 표준 기반의 M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스 기반 IEEE 11073/HL7 변환게이트웨이 구조를 설계 및 구현 하였다. 구체적으로, 생체 신호 측정을 위한 에이전트 장치와 처리를 위한 매니저 장치간의 생체 정보 교환을 위한 ISO/IEEE 11073 표준과 다양한 보건의료 정보시스템 간의 데이터 교환을 위한 ANSI HL7 간 프로토콜 변환 게이트웨이를 설계 및 구현 하였다. 최종적으로 제안된 구조의 기능 검증을 위해, 개발된 게이트웨이를 사용하여 생체신호측정 센서 (ECG, SpO2)를 활용하여 측정, 수집 및 처리하는 M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스 기반 IEEE/HL7 변환게이트웨이를 개발하였다.

Key Words : M2M Communication, U-Healthcare, ISO/IEEE11073 · HL7 Gateway

ABSTRACT

As the 21st century paradigm of healthcare service changes from post-therapeutic treatment to disease prevention and management in advance, the M2M-based u-healthcare application service is increasingly important. M2M-based u-healthcare application service uses mobile handsets equipped with sensors to measure vital information, and the medical staff in remote locations can manage the health of the patient or the public in real time. In this paper, IEEE/HL7 translation gateway, utilizing the gateway based on M2M u-healthcare application service structure, which is based on international standards, has been designed and implemented. Specifically, the gateway between ISO / IEEE 11073 standards and ANSI HL7 has been developed. The former defines the protocol for the exchange of information between the agent device and the manger devices for measuring and handling biological signal, and the latter defines the application layer protocol for the exchange of various healthcare information systems. Finally, in order to demonstrate the functionality of the proposed architecture, the M2M-based U-healthcare application service based on IEEE/HL7 translation gateway, utilizing the gateway, has been developed which can measure, collect and process a variety of vital signs such as ECG or SpO2.

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업 (NIPA-2011-(C1090-1121-0002)), 2단계 BK21 프로젝트의 연구결과로 수행되었음.

* 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 정보통신망 신기술 연구실 ({smchun, jwnah, jtpark}@ee.knu.ac.kr)
논문번호 : KICS2010-11-572, 접수일자 : 2010년 11월 30일, 최종논문접수일자 : 2011년 3월 18일

I. 서 론

21세기 의료서비스 패러다임이 사후 치료에서 사전 예방 및 관리 중심으로 바뀜에 따라 M2M 기반의 U-헬스케어 응용 서비스가 점차로 중요해지고 있다. M2M 기반의 U-헬스케어 응용 서비스는 휴대단말에 장착된 센서를 통해 생체 정보를 측정하여 원격지에 있는 의료진으로 전송함으로써 만성질환자 혹은 일반인의 건강 상태를 실시간으로 진료 및 관리하는 것이다. 장치 간 통신을 위한 M2M (Machine-to-Machine) 기술은 장치들에 대해 사람의 조작 없이 서로 간에 통신이 가능하게 하는 기술이다. 즉 다시 말해서, U-헬스케어 응용 서비스에서는, 원격지에서 장치 조절 메시지를 통해 일반인 또는 환자의 모니터링 장치들을 관리/감독 하는 기술을 말한다. 이러한 M2M 기술은 미래에 유비쿼터스 헬스케어 시스템, 센서 네트워크 시스템, 네트워크 임베디드 시스템과 정보 처리 시스템 등의 응용 서비스에 중요한 역할을 할 것으로 전망되고 있다^[1].

특히, M2M 기반 유비쿼터스 헬스케어 서비스 (Ubiquitous Healthcare Service)는 인구 고령화됨에 따라 각종 질병에 대한 예방 및 치료를 위해 많은 연구 기관 및 산업에서 많은 관심을 끌고 있다^{[2][3]}. 특히, U-헬스케어 원격 모니터링 서비스는 유비쿼터스 헬스케어 서비스 중 하나로써 전세계적으로 많은 연구가 진행 되고 있다^{[2][4]}.

U-헬스케어 원격 모니터링 서비스 (Ubiquitous Healthcare Remote Monitoring Service) 이란, 의료 기술과 정보통신 기술을 융합하여 언제 어디서나 예방, 진단, 치료, 사후 관리 등에 대한 의료 서비스를 제공하는 것이다.

자세히는, U-헬스케어 서비스 시스템은 유/무선 측정 장치로부터 수집된 생체 정보 (체중, 혈당, 운동량, 심전도, 호흡, 체온, 콜레스테롤, 산소포화도 등)를 유/무선 네트워크 (3G/WiFi/WiBro 등)를 통해 원격지에 있는 건강 관리사나, 주치의로 원격으로 건강관리 및 의료 서비스를 제공하는 것이다.

이러한 U-헬스케어 모니터링 서비스를 위해서는 크게 4가지의 기술의 융합이 필요하다. 이는 각종 건강 기기로부터 생체정보를 센싱 하는 센싱 기술, 센싱된 정보를 취합하여 유무선 통신을 통해 전송하는 취합 및 전송 기술, 수집된 개인 생체 정보를 분석하는 분석 기술, 마지막으로 이를 분석하여 건강 상태의 변화를 사용자에게 알려주는 피드백 기술이다.

센싱 기술에는 개인 건강 기기 (체중계, 운동측정 기기, 심전도 측정 장치, 체온계 등)가 사용되며, 취합 기술에는 개인 휴대 단말, 노트북, 건강 정보 취합기 등이 사용된다. 이렇게 측정된 생체정보는 유/무선 통신을 통해 건강 및 생체 정보 데이터베이스 (PHR: Personal Health Record^[5])로 전송되며, 이는 주치의 또는 건강관리사에 의해 분석되고 분석된 건강 상태의 변화는 대상 고객에게 원격으로 건강 관리 및 의료 서비스를 제공하게 된다.

M2M 기반의 U-헬스케어 모니터링 서비스를 위해서는 장치간 상호호환성/상호 운용성이 중요하다. 이를 위해 국제 표준 (IEEE 11073^[6], HL7^[7], DICOM 등)에 대한 표준화가 진행 중에 있고 이를 적용한 많은 제품이 출시되고 있다.

하지만, 현재 개인 건강 기기는 제조사별 고유의 소프트웨어와 통신 프로토콜이 내장되어 개발되어 있고, 또한 이들은 비공개 되어 있기 때문에 개발된 개인 건강 기기의 데이터를 이용한 상호 운용성이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 IEEE 11073 PHD (Personal Health Data) Working Group에서 표준화가 진행되었고, 현재 출시되고 있는 여러 종류의 개인 건강 기기들은 ISO/IEEE 11073 PHD 표준에 준하고 있다.

개인 휴대 단말로부터 측정된 생체 정보 데이터가 PHR (Personal Health Record)에 데이터베이스화되기 위해서는 응용 계층 표준 프로토콜인 HL7 CDA (Health Level Seven) 표준^[7]에 따라야 한다. 하지만 국제 표준 HL7 CDA는 병원 시스템 간 의료 정보 전달을 위한 프로토콜이기 때문에, 개인 건강 기기로부터 측정된 생체 정보가 IEEE 11073 PHD 표준에 준하여 전달된다고 하더라도 HL7 CDA 프로토콜과 연동 될 수 없다.

M2M 기반의 U-헬스케어 모니터링 서비스를 가능하게 하기 위해서는 IEEE 11073 PHD과 HL7 CDA간 메시지 변환 게이트웨이가 필요하다. 이러한 ISO/IEEE 11073와 HL7 CDA 간 메시지 변환 게이트웨이를 통해 원격지에 있는 의료진이 사용자의 휴대 단말에 연결된 센서들을 실시간으로 관리 (데이터 량, 데이터의 주기 등) 함으로써 개인 맞춤형 진료 또는 관리가 가능하게 된다.

본 논문에서는 M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스 기반 시스템 구조 및 IEEE 11073/HL7 변환게이트웨이의 구조를 제시한다.

2장에서는 U-헬스케어 응용서비스를 위한 국제 표준 프로토콜에 대한 분석과 동향, 국제 표준 기반

기존 응용서비스의 분석하고, 3장에서는 제안된 U-헬스케어 응용 서비스 기반 M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스의 구조를 제시하고, 4장에서는 응용 서비스 구조를 구현한 결과 및 분석을 한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. U-헬스케어 응용서비스를 위한 국제 표준 프로토콜

그림 1은 U-헬스케어 서비스를 위한 서비스 구조를 나타낸다. 그림 1에 보이는 것과 같이 개인 건강 의료 기기로부터 측정된 생체 정보 데이터가 해당 의료진으로 전송되기 위해 국제 표준 WBAN/WPAN, IEEE 11073과 HL7이 사용된다. 그리고, 이러한 여러 표준간 상호호환성 검증을 수행하는 기관인 Continua Health Alliance에 대해 알아본다. 본 장에서는 이러한 여러 국제 표준에 대해 자세히 알아본다.

2.1 WPAN/WBAN

WBAN (Wireless Body Area Network)는 개인 신체의 위 또는 속에서의 무선 장치들 간의 단일 네트워크^[8]로 정의하고, WPAN (Wireless Personal Area Network) 기술은 개인으로부터 가까운 곳에서의 10 m 이내의 무선 통신 기술로 정의하고 있으며, 이 두 근거리 통신망 기술은 U-헬스케어 서비스에서 인체의 생체 정보를 수집 및 측정하여 사용자의 싱크 장치 (또는 이동 단말) 로 전송하기 위한 표준으로 사용 된다.

WBAN 기술에서 응용 기술은 크게 의료 응용과 비-의료응용으로 분류하며, 의료 응용에는 생체 정보 (ECG/EEG/EMG, Pulse Oximetry, Respiration, Carbon Dioxide, Blood Pressure, Blood Sugar, Humidity, Temperature 등) 레벨을 측정하는 응용을 말하며, 비-의료 응용은 엔터테인먼트 (Wearable 비디오, 오디오 등) 등의 응용을 말한다.

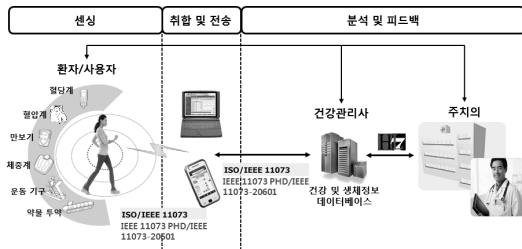


그림 1. U-헬스케어 서비스 구조

WPAN (Wireless Personal Area Network) 기술에 사용되는 전송 인터페이스는 Bluetooth Low Energy, UWB (ECMA-368), Bluetooth 3.0+High Speed, ZigBee (IEEE 802.15.4), Insteon, Z-Wave, ANT, RuBee (IEEE 1902.1), RFID (ISO/IEC 18000-6) 등이 있다^[8]. 이러한 WPAN/WBAN 기술의 특징은 인체 외 통신에서는 주로, 2.4 GHz ISM, 3.1 GHz ~ 10.6 GHz의 주파수 대역이 사용되며, 인체 내 통신에서는 131 KHz, 131.65 KHz, 900 MHz ISM, 902~924 MHz의 주파수 대역이 사용된다. 데이터 최대 전송률은 각 장치에 따라 9.6 Kb/s ~ 480 Mb/s까지 지원 한다^[8].

WBAN/WPAN는 표준화기구인 IETF (Internet Engineering Task Force)에서 IEEE 802.15.4 WG, IEEE 802.15 TG6에서 활발한 연구가 진행되고 있다. IEEE 802.15.6 TG는 Body Area Network를 위해 PHY와 MAC 계층의 표준을 진행하고 있다.

2.2 ISO/IEEE11073 PHD

ISO/IEEE 11073 PHD는 에이전트 장치 (생체 신호 측정 장치)와 매니저 장치 (Cell Phone, 개인 컴퓨터, 게이트웨이 등)들 간의 건강 정보 교환을 위한 표준 및 프로토콜을 정의한다^[6].

그림 2는 U-헬스케어 서비스의 구조를 나타낸다^[6]. U-헬스케어 서비스 구조는 크게 원격 지원 서비스, 매니저 장치, 에이전트 장치로 구성된다. 에이전트 장치 (Blood pressure monitors, Weighting scales 등)는 개인 또는 개인들의 정보를 수집하여 디스플레이 또는 전송을 위해 매니저 장치 (Cell phone, Health appliance, Personal Computer)로 전달된다. 이 과정에서 IEEE11073 PHD 표준은 매니저 장치와 에이전트 장치 간에 데이터 포맷 컨버팅, 프로토콜 교환, 전송 프로토콜을 정의한다. 이 표준

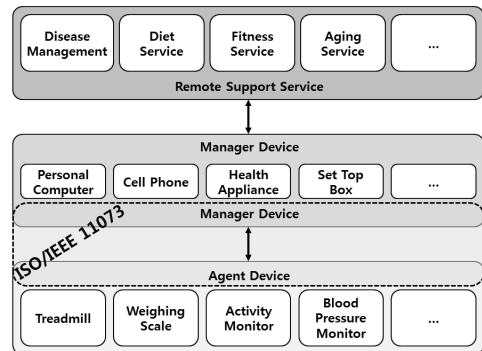


그림 2. U-헬스케어 시스템의 구조

은 OSI 7계층에서 5-7계층의 프로토콜을 정의하고 있으며, 1-4계층의 인터페이스는 Bluetooth, USB, Zigbee 등의 다양한 전송 기술들이 사용 될 수 있다. 장치간 상호 호환성을 위해 ISO/IEEE 11073에서는 ISO/IEEE 11073-20601^[6]을 정의하고 있다.

ISO/IEEE 11073-20601은 최적화된 교환 프로토콜을 제시하는 부분으로 다양한 에이전트를 지원하기 위해 애플리케이션 계층 서비스와 에이전트와 매니저 간의 데이터 교환 프로토콜을 정의한다.

ISO/IEEE PHD 11073 표준은 에이전트와 외부 시스템 간의 기능을 다음의 3가지 모델로 구성 된다^[6].

- Domain Information Model (DIM): 객체 지향적 모델 (Object-Oriented Model)로, 에이전트의 오브젝트를 정의한다. 각각의 오브젝트는 하나 이상의 속성 (Attributes)을 가지고 있다. 각 속성은 측정 데이터 또는 에이전트의 기능을 나타낸다.
- 서비스 모델 (Service Model): 에이전트와 매니저 간 데이터를 접근 하는 방법을 정의한다. 데이터를 접근 시 DIM에 정의된 형식으로 접근이 가능하다. 서비스 모델의 Command는 GET, SET, ACTION, Event Report 등으로 구성된다.
- 통신모델 (Communication Model): 하나의 매니저와 하나 이상의 에이전트 간의 Point-to-point로 연결되는 통신 모델을 정의한다. 에이전트 와 매니저 간에 유한 상태 장치의 연결 상태 (Finite State Machine)를 Connection, Association, Operation 등으로 구분되어 동작 된다. 그리고 통신을 위한 DIM의 데이터 전송을 위한 데이터 변환기능도 수행한다.

2.3 HL7 CDA (Health Level Seven Clinical Document Architecture)

HL7 (Health Level 7) 표준은 OSI 7 계층에서 응용 계층에 해당하는 의료정보 교환 프로토콜으로써 의료 서비스 공급자 (병원, 장기요양기관, 건강클리닉 등)가 사용하는 환자의 업무 관리, 일반처방, 환자 의뢰, 회계 관리, 환자 진료, 의무 기록/정보관리 등 의료분야에서 사용하는 모든 메시지를 확일화 되게 하기 위해 정의 되었다^[7].

이 표준의 주목적은 환자, 의사, 병원 등 의료행위에 관련된 객체들 사이에서 송수신 데이터를 제

공하는 기기 (건강측정기기, 컴퓨터, 휴대폰 등) 및 제공 받는 기기의 인터페이스나 형식에 구애 받지 않고 정보를 교환하고 의료데이터의 융통성 있는 전달과 비용 효과적인 접근법, 기준, 지침, 방법론, 그리고 의료서비스 정보 시스템 사이의 상호운영에 관한 서비스를 지원하는 것이다. 이로 인해 여러 의료 서비스 기관의 독립된 시스템들을 조정하는데 전 세계적으로 사용되고 있다.

HL7 CDA는 메시지 구조 (메시지의 추상적 정의), 코딩 규칙, 트리거 이벤트로 총 3가지의 대상으로 명시 하고 있다.

HL7 CDA에서 주고받는 메시지는 크게 트리거 이벤트 (Trigger Event), 질의 (Query), 및 확인 응답 (Acknowledgement)으로 구성된다. 즉, 트리거 이벤트로 인한 ADT (Admission, Discharge and Transfer) 메시지가 발생하면 질의 메시지와 확인 응답 메시지를 의료 시스템 간에 전송함으로써 HL7 CDA 메시지를 전송하게 된다.

HL7 CDA은 Trigger Event를 기본으로 다수의 세그먼트들로 구성되며 각 세그먼트는 다수의 데이터 필드로 구성된다. 그리고 각 데이터 필드는 다수의 컴포넌트들로 이루어진다. 첫 번째 세그먼트는 일반적으로 메시지 헤드 (MSH: Message Header) 세그먼트로, 이것이 메시지를 보내는 시스템과 받는 시스템 양쪽에 메시지의 종류가 어떤 것인지 알려준다.

HL7 CDA의 공통 세그먼트는 MSH, EVN (Trigger Event), PID (Patient Identification), ORC (Common Order) 세그먼트 등이 있다.

하지만 HL7 표준은 의료 정보 표준으로 ANSI (American National Standards Institute)으로 부터 공식적인 표준화 기구로 인정받고 있다^[10].

2.4 Continua Health Alliance

Continua Health Alliance^[11]는 체중계, 혈압계 등을 PC나 휴대 단말로 인터넷을 연결하여 건강관리를 할 수 있도록 하는 목표를 가지고 있으며, IT 기술과 건강관리기기의 상호 접속을 가능하게 하는 표준 규정의 기술 검토와 설계 가이드라인을 제정하기 위해 2006년도 6월에 설립된 단체이다^[13]. 이 협회는 현재 GE, 필립스, 인텔 뿐 만 아니라 모토로라, 소니 등의 230여개 이상의 글로벌 기업들이 참여하고 있다. 그림 3은 Continua Health Alliance의 telehealth ecosystem을 보여 준다 ^[12].

Continua에서는 장치 간 상호 호환성을 위해

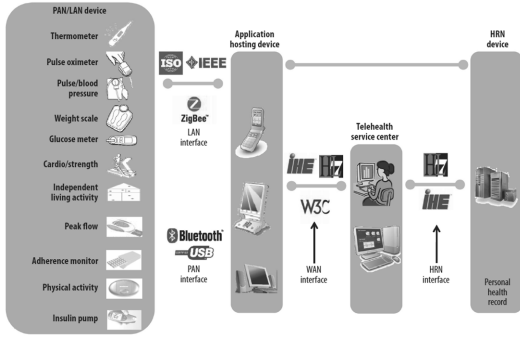


그림 3. Continua Health Alliance의 telehealth ecosystem

PAN-IF, LAN-IF, WAN-IF, HRN-IF로 크게 4가지로 분류하고 있다^{[12],[13]}.

PAN-IF (Peripheral Area Network Interface)는 ISO 7계층에서 1-4 계층 (하위 계층)와 5-7 계층 (상위 계층)으로 두 계층으로 분류하고 있다. 하위 계층은 ZigBee, Wireless USB, Bluetooth 등 인터페이스들을 포함하고 있으며, 상위 계층에서는 ISO/IEEE 11073 표준 Family (IEEE 11073-20601, IEEE 11073-104xx)을 포함하고 있다. 특히, IEEE 11073-20601은 의료 디바이스와 수집하는 장치 간 통신을 위한 데이터와 프로토콜을 명시하고 있다. IEEE 11073-104xx는 생체 정보 측정 센서에 대해 명시하고 있다.

LAN-IF (Local Area Network Interface)는 건강 정보 수집 단말이 LAN 장치에 연결되는 인터페이스를 말한다. 하위 계층에는 IP 통신 기술 (WiFi 등)로 명시하고 있으며, 상위 계층은 ISO/IEEE 11073-20601로 명시하고 있다.

WAN (Wire Area Network Interface)는 건강 정보 수집 단말이 하나 이상의 WAN 장치에 연결하는 인터페이스로 정의하고 있다. 일반적으로 WAN 장치는 네트워크 기반 관리 서비스를 수행한다. 상위 계층은 LAN-IF에 상응하는 인터페이스를 사용하며, 하위 계층은 IP 통신 기술 (XDSL, PPP/POTS [Point-to-Point Protocol], GPRS, EDGE [Enhanced Data Rates for GSM Evolution])을 사용 한다.

HRN-IF (Electronic/Personal Health Records Network Interface)는 환자의 장치가 WAN 장치와 Health-Record 장치 간에 데이터 통신을 위한 인터페이스로 정의한다. 상위 계층에서는 HL7 CDA 등 국제 표준을 사용한다.

본 논문에서는 앞서 언급한 국제 표준기반의 M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스의 구조를 제

시한다.

III. M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스 구조

본 논문에서 제안하고 있는 계층적 구조 기반 ISO/IEEE 11073과 HL7 연동 서비스의 구성도는 그림 4와 같다.

생체정보가 필요한 의료기관이나 피트니스 센터에서는 의료정보 및 생체정보 전송을 위한 응용계층 표준 프로토콜인 HL7를 이용하여 생체정보를 요청한다. 생체정보 모니터링 응용에서 생성된 HL7 요청 메시지는 원격지 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이로 전송된다. 변환 게이트웨이는 생체정보 모니터링 응용에서 사용되는 국제표준 HL7 메시지와 원격지 사용자의 생체정보 수집을 위해 사용되는 IEEE 11073 표준 프로토콜 간의 데이터 매핑 및 프로토콜 변환을 담당한다. 이를 위해 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이에는 HL7 변환기, IEEE 11073 매니저, 그리고 의료 표준문서 생성을 위한 CDA 생성기가 탑재된다.

HL7 메시지를 통해 요청된 생체정보 수집을 위해 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이의 IEEE 11073 매니저에서는 IEEE 11073 기반의 매니저와 에이전트 간 표준 프로토콜인 IEEE 11073-20601 기반으로 원격지 IEEE 11073 에이전트에 생체정보를 요청하게 된다. 이때 해당 응용의 생체정보 요청 종류에 따라 GET, SET, ACTION, EVENT REPORT 등의 메시지가 사용할 수 있다. 요청을 받은 해당 에이전트 (IEEE 11073 에이전트가 탑재된 개인 휴대 단말)는 요청된 생체정보를 수집하여 인터넷을 통해 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이의 IEEE 11073 매니저 모듈로 전송된다. 이 때 IEEE 11073 에이전트는 IEEE

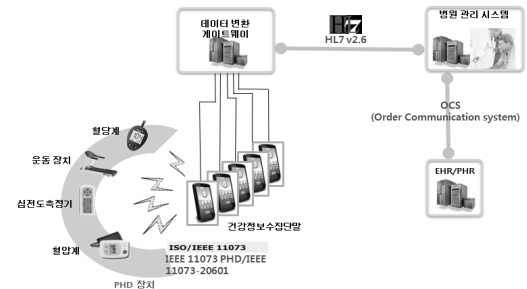


그림 4. 계층적 구조 기반 ISO/IEEE 11073과 HL7의 연동 서비스 구성도

11073 매니저를 통해 수집된 생체 정보는 HL7 변환 모듈에서 해당 생체정보가 포함된 표준 HL7 메시지 형식으로 변환되어 원격지 의료진이나 기타 기관으로 전송된다.

3.1 IEEE 11073-HL7 변환 게이트웨이 구조

그림 5은 IEEE 11073/HL7 변환 게이트웨이 구조이다. 변환 게이트웨이는 크게 IEEE 11073 Manager, CDA Factory, HL7 v2.x Converter, 등의 세 부분으로 구성된다.

IEEE 11073 Manager는 IEEE 11073 에이전트에 GET, SET, ACTION, EVENT REPORT 등의 메시지를 통해 필요한 생체정보를 수집한다. IEEE 11073 Manager는 DIM Analyzer, Service Msg. Composer, 11073 Transport Manager로 구성된다.

DIM Analyzer는 11073 매니저와 에이전트 간 생체정보 교환을 위한 데이터 모델을 분석하여 요청된 생체정보를 추출하거나 요청할 생체정보에 대한 데이터 모델을 구성하는 역할을 하게 된다. 11073 매니저와 에이전트 간 사용하는 DIM 은 IEEE 11073 에이전트를 객체의 집합으로 구성한 계층적 모델이다. 즉, 에이전트 객체가 최상위 객체가 되고 다양한 데이터 모델들이 하위에 위치하며 데이터 모델 간에도 부모 레벨과 자식 레벨로 계층화될 수 있다. 상세히 살펴보면, DIM에서 정의하고 있는 객체는 MDS (Medical Device System),

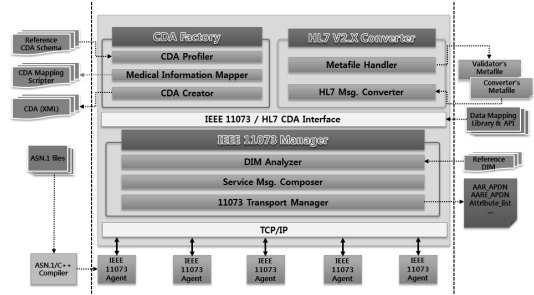


그림 5. IEEE11073/HL7 변환 게이트웨이 구조

Metric, Numeric, RT-SA (Real-Time Sample Array), Enumeration, PM-Store (Persistent Metric Store), PM-Segment (Persistent Metric Segment), Scanner 등이다. 각 객체에 대한 상세한 내용은 표 1에서 설명하고 있다. DIM으로 정의된 데이터는 ASN.1을 기반으로 컴파일 되고 IEEE 11073 표준에서 제시하고 있는 BER (Basic Encoding Rule), DER (Distinguished Encoding Rule), MDER (Medical Device Encoding Rule) 등을 이용하여 바 이너리 코드로 인코딩/디코딩 하게 된다.

Service Msg. Composer는 IEEE 11073 매니저와 에이전트 사이의 데이터 교환에 필요한 메시지를 구성하거나 수신된 메시지를 파싱하는 기능을 수행하며 IEEE 11073에서 정의하고 있는 서비스 모델에 해당한다.

데이터 교환을 위한 메시지는 GET, SET, ACTION,

표 1. DIM을 구성하고 있는 객체의 속성

class	Description
MDS	<ul style="list-style-type: none"> • 각 에이전트의 최상위 레벨 객체, 각 에이전트는 하나의 MDS 인스턴스를 가짐 • MDS는 자신의 속성 (attribute)를 통해 에이전트의 식별정보 및 상태정보를 가짐
Metric	<ul style="list-style-type: none"> • 스스로 인스턴스화 할 수 없으나 Numeric, RT-SA, Enumeration class 의 base class
Numeric	<ul style="list-style-type: none"> • 하나의 수치 측정치를 표현 할 때 사용, 32bit/16bit floating point data
RT-SA	<ul style="list-style-type: none"> • continuous sample 이나 wave form을 표현 • 샘플 간 간격 (period), 개수, 각 샘플의 resolution, scale, offset 정보를 포함
Enumeration	<ul style="list-style-type: none"> • status information (code) 이나 annotation (text)
PM-Store	<ul style="list-style-type: none"> • 에이전트에 요청되어진 대량 데이터를 계층적 방법으로 표현 • 즉시적 데이터 전송이 아닌 추후 일괄 전송을 위한 데이터 저장을 위해 사용 • 단발적 데이터나 연속적 (streaming) case들에 사용 가능
PM-Segment	<ul style="list-style-type: none"> • PM-Store 내의 측정 데이터를 표현하기 위해 사용됨 • 각각의 PM-Segment 객체는 metadata (data about the data)와 0개 이거나 혹은 그 이상의 entry를 가지며, 각각의 entry는 측정치들을 담고 있는 하나 이상의 element를 가짐
Scanner	<ul style="list-style-type: none"> • 에이전트에서 생성되는 측정치를 scan 하고 manager에 알리기 위해 "events"를 생성 • Metric 클래스처럼 계층적인 클래스들의 집합으로 표현
CfgScanner	<ul style="list-style-type: none"> • EpiCfgScanner와 PeriCfgScanner의 base class
EpiCfgScanner	<ul style="list-style-type: none"> • 고정된 시간 간격으로 분리되지 않는 데이터의 리포트나 이벤트를 전송할 때 사용
PeriCfgScanner	<ul style="list-style-type: none"> • 고정된 시간 간격으로 분리되는 데이터의 리포트나 이벤트를 전송할 때 사용

EVENT REPORT 등으로 구성되는데 GET은 매니저가 에이전트에게 객체 속성 값을 요구할 때 사용된다. SET은 매니저가 에이전트에게 객체 속성 값을 설정할 때 사용되는데 주로 Scanner 객체에 대한 작동 상태를 설정할 때 사용한다. ACTION은 매니저가 에이전트에게 액션을 호출할 때 사용한다. ACTION의 경우 생체정보 측정 장치의 유형에 따라 지원되는 액션이 다를 수 있는데 예를 들어 매니저에서 에이전트의 측정 데이터 전송을 활성화하거나 비활성화 할 경우, 객체 내 저장된 모든 데이터 항목을 삭제 요청 등을 할 때 사용될 수 있다. EVENT REPORT는 에이전트의 구성 정보와 측정 데이터를 매니저에게 전송할 때 사용하는데 다른 메시지와 달리 매니저의 요청 없이 에이전트에서 매니저에게 독립적으로 데이터를 전송한다.

IEEE Transport Manager는 IEEE 11073 매니저와 에이전트 간 네트워크 접속을 지원하는데 하나의 IEEE 11073 매니저에 다수의 IEEE 11073 에이전트가 접속할 수 있으며 이 경우 매니저는 각각의 에이전트와 다중 접속을 지원한다. 그림 6은 IEEE 11073 매니저와 에이전트 간 최초 접속절차 및 데이터 전송 절차를 나타낸 것이다. IEEE 11073 매니저에 에이전트가 이미 등록이 되어 있는지 혹은 최초 접속인지에 따라 접속 절차가 달라진다. 에이전트가 매니저에 연결 요청을 하였을 경우 매니저는 연결 요청을 한 에이전트 시스템 정보 및 환경 구성 정보가 있는지 검색을 하게 된다. 연결 요청 에이전트의 해당 정보가 검색이 되면 연결 수락 후 데이터 전송 모드를 통해 데이터를 송수신하게 되는데 이때 GET, SET, ACTION, EVENT REPORT 등을 이용하게 된다. 하지만 연결 요청 에이전트의 해당 정보가 존재하지 않을 경우 그림 6과 같이 매니저는 에이전트에게 연결 수락 메시지를 전송하지만 해당 에이전트의 정보가 없음을 명시한다. 에이전트 정보가 없음이 명시된 연결 수락 메시지를 수신한 에이전트는 환경설정 정보를 매니저에게 전송하게 되고 이후 매니저로 의료장비 객체를 전송하여 매니저와 에이전트 간 최초 접속 절차를 완료하게 된다. 이후 생체정보에 대한 송수신이 수행되고 연결 해지를 하게 된다.

HL7 v2.x Converter는 원격지 생체정보 모니터링 응용에서 수신된 HL7 메시지를 분석하거나 IEEE 11073 매니저를 통해 수신된 생체정보를 HL7 메시지로 변환하는 기능을 수행한다. HL7은 다양한 보건의료 정보시스템 간의 데이터 교환을

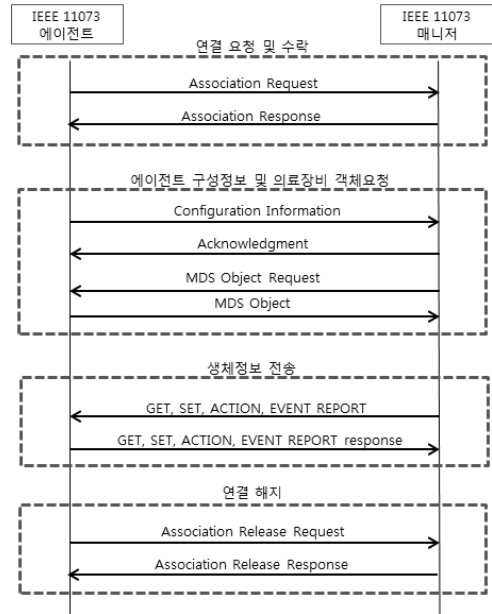


그림 6. IEEE 11073 매니저와 에이전트 간 최초 접속 및 데이터 전송 절차

위해 ANSI에서 인증한 표준으로 응용계층 프로토콜이다.

HL7은 MSH (Message Header Segment), EVN (Trigger Event), PID (Patient Identification Segment), OBR (Observation Request Segment) or OBX (Observation Result Segment)의 필수 Segment로 구성되며 EVN을 제외한 각 Segment는 꼭 포함하여야 하는 필수필드를 포함하고 있다. 생체정보의 요청은 OBR 필드에 명시되며 IEEE 11073 에이전트로부터 수신된 생체정보는 OBX 필드를 구성하여 전송하면 된다. 표 2는 Segment에 대한 설명을 나타낸다.

HL7 v2.x Converter는 Metafile Handler와 HL7 Msg. Converter로 구성된다. Metafile Handler는 HL7 v2.x 메시지를 구성하는 메타 데이터의 분석 및 구성을 수행하며 Metafile Validator 모듈에서 구성되거나 파싱된 메타 정보에 대한 검증이 수행된다. HL7 Msg. Converter는 원격지 생체정보 모니터링 응용에서 수신된 HL7 메시지를 파싱하여 IEEE 11073 Manager에 생체정보 요청 및 기타 정보를 요청하거나 IEEE 11073 Manager로부터 전달 받은 생체정보 및 기타정보를 HL7 메시지로 변환하는 기능을 수행한다. 이때 HL7 메시지에 포함되는 메타 정보는 Metafile Handler로부터 획득하게 된다.

IEEE 11073 Manager와 HL7 v2.x Converter간 데이터 매핑은 IEEE 11073 / HL7 CDA Interface 를 통해 수행된다.

IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이의 CDA Factory는 IEEE 11073에서 수집된 생체정보를 포함하는 HL7 CDA 문서를 생성한다. CDA는 생체정보나 환자의 진료와 관련된 모든 정보를 전자 문서화 할 수 있도록 지원하는데 HL7의 RIM (Reference Information Model)과 HDF (HL7 Development Framework) 기반으로 생성되는 XML 형식의 구조적 문서 이다^[16]. CDA를 구성하기 위한 객체 정보는 RIM의 6개 기본 클래스인 Act, Participation, Entity, Role, ActRelationship, RoleLink 와 이를 상속 받은 자식 클래스들로 구성할 수 있다.

CDA Factory는 CDA Profiler, Medical Information Mapper, CDA Creator로 구성된다. CDA Profiler는 CDA Schema 저장소로부터 CDA 버전별 문서 구조에 대한 정보를 획득하여 CDA 템플릿을 구성하고 입력된 CDA 문서나 출력될 CDA 문서에 대한 규격 검증을 수행하게 된다. Medical Information Mapper는 HL7 v2.x Converter나 IEEE 11073 Manager에서 전달 받은 메타 정보 및 생체 정보를 CDA 문서 구조 내 RIM 기반 클래스에 매핑을 하게 되며 CDA Creator에서는 CDA Profiler에서 작성된 CDA 템플릿을 기반으로 CDA 문서를 생성한다. CDA 템플릿은 IEEE 11073 에이전트에 따라 여러 개가 생성될 수 있으며 각각의 IEEE 11073 에이전트에서 IEEE 11073 Manager로 수집된 상이한 생체정보들을 취합하여 하나의 복합 CDA 문서도 생성할 수 있다. 생성된 CDA 문서는 다시 CDA Profiler에서 검증하게 된다.

IV. 구현 및 결과

4.1 구현 환경

본 논문에서 설계한 M2M 기반 U-헬스케어 모니터링 시스템을 구현하기 위하여 그림 7과 같이 구성하였으며 구성 및 구현 환경은 다음과 같다.

- 서버 : IBM Server
- 단말기 : 안드로이드 기반 Smartphone
- 생체 정보 수집 센서 장치 : Bluetooth 기반 SpO2, ECG 센서 모듈
- 개발 언어 : Visual C, MFC, Java

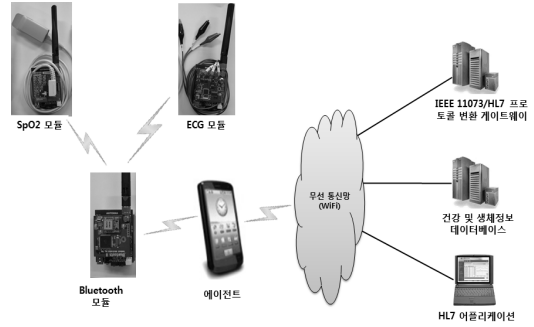


그림 7. U-헬스케어 시스템을 위한 ISO/IEEE 11073 · HL7 CDA 변환 게이트웨이 시스템 구현 환경

SpO2, ECG 센서로부터 측정된 데이터는 IEEE 11073-10404^[14]와 11073-10406^[15] 표준에 따라 메시지를 생성 및 전송한다. 그리고 실제 U-헬스케어 서비스에서 노트북은 사용자의 이동 단말에 해당하며, HL7 어플리케이션은 의료진의 어플리케이션에 해당한다.

4.2 M2M 기반 U-헬스케어 모니터링 시스템 시나리오

HL7 어플리케이션에서 에이전트 장치의 접속 상태를 확인 한 후, 환자의 생체 정보를 확인하기 위해 HL7 표준 기반 메시지를 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이로 요청하게 된다. ISO/IEEE11073 프로토콜 변환게이트웨이는 전송받은 메시지가 해당 에이전트를 SET 기능의 요청인지, GET 기능의 요청인지를 분석하여 ISO/IEEE11073 메시지를 생성한다. 생성된 메시지는 해당 에이전트로 전송되고, 전송받은 에이전트는 요청 메시지에 대한 응답 메시지를 생성하여 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환게이트웨이로 전송하게 된다. 프로토콜 변환게이트웨이는 ISO/IEEE 11073 표준에 의거한 메시지를 분석하여 HL7 어플리케이션으로부터 요청 받은 메시지에 대한 응답 메시지를 생성하여 HL7 어플리케이션으로 전송된다.

4.3 구현 결과

본 절에서는 ISO/IEEE 11073 · HL7 변환 게이트웨이 시스템을 구현하여 그 결과를 보여준다.

HL7 어플리케이션은 그림 8에 보이는 것과 같이 의료진의 개인 정보, 요청 명령을 위한 에이전트 상태를 설정하기 위한 ECG설정, SpO2 설정 (Set) 으로 구성된다. 그림 상단 위측에는 해당 에이전트로부터 측정 받은 메시지를 나타낸다.

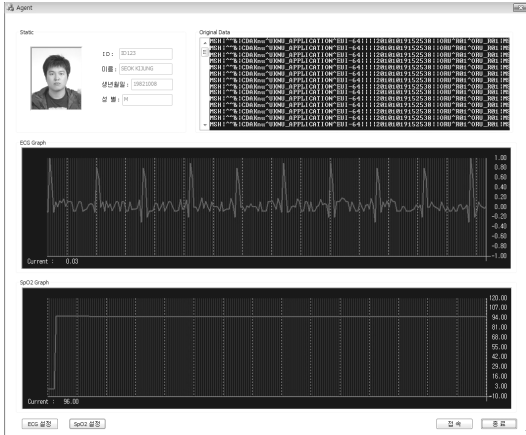


그림 8. HL7 어플리케이션의 View

HL7 어플리케이션에서 해당 에이전트를 확인하고 요청 메시지를 보낸 후 그에 대한 결과를 그림 9에서 보여 주고 있다. 그림 9는 생체 정보 측정하는 에이전트에서 ECG, SpO2 측정 화면을 보여 준다.

그림 10, 그림 11는 에이전트의 SpO2를 측정하기 위한 HL7 표준 기반의 요청/응답 메시지 형태를 나타낸다. 본 시스템에서 HL7 표준에 준한 메시지 교환 시 IHE PCD-01 Transaction에 따른다. 이는 HL7 version 2.6에서 정의하고 있으며, 데이터 교환 시 Unsolicited Observation Result Message (ORU^R01^ORU_R01)의 메시지를 사용한다.

HL7 표준 요청 메시지는 MSH, PID, OBR element들로 구성되며, 응답 메시지는 MSH, PID, OBR, OBX element들로 구성된다.

그림 10의 메시지에서 보이는 것과 같이 MSH element는 송신 응용, 송신 기관, 수신 기관, 메시지 송신 시간, 메시지 형태 등을 나타내고, PID element는 환자의 ID, 기관, 환자의 이름 등의 정보



그림 9. 에이전트의 View

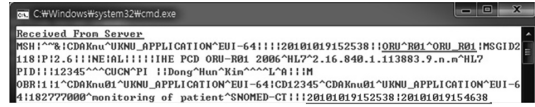


그림 10. IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이에서 HL7 Application으로부터 건강 관리 서버를 통해 전송받은 요청 메시지

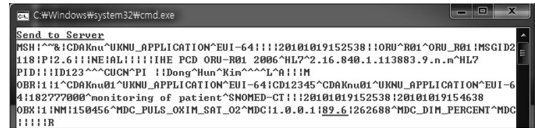


그림 11. IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이에서 건강 관리 서버를 통해 HL7 Application로 전송된 응답 메시지

가 포함되며, OBR element는 생체 데이터 요청을 위한 요청 시간, sequence 번호, 관찰 시간, 요청 시간, Universal service identifier를 등을 포함한다.

HL7 표준 요청 메시지는 HL7 Application에서 생성되어 건강 및 생체 정보 관리 서버를 통해 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환게이트웨이로 전송된다. IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환게이트웨이는 HL7 표준 요청 메시지의 element의 정보를 분석하고 ISO/IEEE 11073-20601 표준에 의거한 SET, GET 메시지를 생성하게 된다.

그림 11에서 보이는 것과 같이 HL7 표준 기반 메시지의 OBX element (OBR-6)에 “20101019152538 20101019154638” 가 지정되어 있다. 이것은 요청된 생체 신호 전송 날짜와 시간을 나타낸다. 이 메시지는 “특정 날짜 및 시간이 되면 생체 신호를 전송 요청” 의미를 가진다. 이와 같은 HL7 메시지를 IEEE 11073/HL7 변환 프로토콜 게이트웨이는 분석 기능을 수행함으로써 자동적으로 IEEE 11073-20601의 SET Command를 위한 IEEE 11073 기반 메시지를 생성하고 이를 해당 에이전트로 전송하게 된다. 에이전트는 SET Command 메시지를 수신하고 이에 대한 SET Response 메시지를 생성하여 매니저로 전송하게 된다. 이후 에이전트는 특정 시간이 되면 센싱된 생체 데이터를 Event Report Message의 Simple-Nu-Observed-Value 필드에 넣어 매니저로 전송하게 된다. Event Report Message는 표 2에 나타내었다. Event Report Message에서 IEEE 11073-20601에 정의되어 있는 Scanner 기능을 이용하여 데이터를 전송하게 된다.

Event Report Message를 수신한 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환 게이트웨이는 Event Report Message의 Simple-Nu-Object Value의 값을 HL7

표 2. IEEE11073-20601 기반 Event Report Message 형태

0xE7 0x00	APDU CHOICE Type (DataApdu)
0x00 0x2A	CHOICE.length = 42
0x00 0x28	OCTET STRING.length = 40
0x43 0x2A	invoke-id = 0x432A (start of DataApdu. MDER encoded.)
0x01 0x00	CHOICE (Remote Operation Invoke Event Report)
0x00 0x22	CHOICE.length = 34
0x00 0x00	obj-handle = 0 (MDS object)
0x00 0x00 0x00 0x00	event-time = 0
0x0D 0x1D	event-type = MDC_NOTI_SCAN_REPORT_FIXED
0x00 0x18	event-info.length = 32
0x00 0x01	ScanReportInfoFixed.data-req-id = 1
0x00 0x00	ScanReportInfoFixed.scan-report-no = 9
0x00 0x01	ScanReportInfoFixed.obs-scan-fixed.count = 2
0x00 0x0E	ScanReportInfoFixed.obs-scan-fixed.length = 22
0x00 0x01	ScanReportInfoFixed.obs-scan-fixed.value[0].obj-handle = 1 Pleth Wave
0x00 0x0C	ScanReportInfoFixed.obs-scan-fixed.value[0].obs-val-data.length = 12
0x00 0x0A	Simple-Sa-Observed-Value OCTET STRING length = 10
0xSS 0xSS 0xSS 0xSS	Samples
0xSS 0xSS 0xSS 0xSS	Samples
0xSS 0xSS	Samples
0x00 0x02	ScanReportInfoFixed.obs-scan-fixed.value[1].obj-handle = 2 SpO2
0x00 0x04	ScanReportInfoFixed.obs-scan-fixed.value[1].obs-val-data.length = 4
0xFF 0x00 0x03 0xDF	Simple-Nu-Observed-Value = 89.6

CDA 메시지의 OBX element를 생성하여 HL7 CDA 요청 메시지 (그림 10)에 대한 응답 메시지 (그림 11)를 생성하여 HL7 Application으로 전송하게 된다.

위에서 보인 바와 같이 해당 에이전트와 HL7 어플리케이션간 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환게이트웨이에서 IEEE 11073 표준 메시지 포맷에서 HL7 CDA 표준 메시지 포맷으로 변환해 줌으로써 HL7 어플리케이션에서 직접적으로 에이전트를 관리 및 감독 할 수 있게 된다.

이는 M2M 기반 U-헬스케어 서비스에 적용되어 언제 어디서나 의료진의 진료가 가능하게 한다.

V. 결 론

본 논문에서는 M2M 기반의 U-헬스케어 응용 서비스를 위해 국제 표준 기반의 U-헬스케어 응용 서비스 구조를 설계 및 구현 하였다. 구체적으로, ISO/IEEE 11073 표준과 HL7 표준간 상호 호환성을 위한 ISO/IEEE 11073 · HL7 프로토콜 변환 게이트웨이를 설계 및 구현 하였다. 제안된 구조에서

ISO/IEEE 11073 · HL7 프로토콜 변환 게이트웨이를 원격지에 위치시킴으로써, 서비스를 사용하는 사용자는 ISO/IEEE 11073 프로토콜이 탑재된 휴대 단말과 생체 정보 측정 장치만을 이용하여 어디서든 U-헬스케어 서비스를 받을 수 있게 한다.

참 고 문 헌

- [1] H. Mitsui, H. Kambe, and H. Koizumi, "Student Experiments for Learning Basic M2M Technologies by Implementing Sensor Networks System", in *proc., ITHET 2010*, Apr. 29-May 1 2010.
- [2] A. Lymperis and A. Dittmar, "Advanced Wearable Health Systems and Applications, Research and Development Efforts in the European Union," *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, Vol.26, No.3, pp.29-33, May/Jun., 2007.
- [3] Y. Hao and R. Foster, "Wireless Body Sensor Networks for Health Monitoring Applications," *Phys. Meas.*, Vol.29, pp.R27 - R56, Nov., 2008.

[4] V. Shnauder et al., "Sensor Networks for Medical Care," *Harvard Univ. tech. rep. TR-08-05*, Apr., 2005.

[5] T. Mon, "HL7 PHR System Functional Model and Standard," *HIMSS Annual Conference*, April, 2009.

[6] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISO/IEEE 11073-20601 Standard for Health Informatics - Personal health device communication - Application profile - Optimized exchange protocol. ISO/IEEE 11073-20601.

[7] Health Level 7 Inc., "HL7 Resource Library," 2005, <http://www.hl7.org>.

[8] H. Cao, V. Leung, C. Chow, and H. Chan, "Enabling Technologies for Wireless Body Area Network: A Survey and Outlook," *IEEE Comm. Magazine*, vol. 47, iss. 12, pp. 84-93, Dec. 2009.

[9] M. Joo, S. Cho, Y. Lee, "Trends in Standards on Medical Information," *J.kor. Ins. Inf. Sci. and Eng.*, vol. 26, no. 6, pp. 70-79, 2008.

[10] M. Li and K. Ren, "Data Security and Privacy in Wireless Body Area Networks," *IEEE Wireless Comm.*, vol. 17, no. 1, pp. 51-58, Feb. 2010.

[11] The Continua Health Alliance at <http://www.continuaalliance.org>

[12] B. Piniewski, J. Muskens, et al., "Empowering Healthcare Patients with Smart Technology," *IEEE Computer Society*, Vol.43, iss.7, pp.27-34, July, 2010.

[13] R. Carroll, R. Cnossen, M. Schnell, and D. Simons, "Continua: An Interoperable Personal Healthcare Ecosystem," *IEEE Pervasive Computing*, Vol.6, No.4, pp.90-94, Oct.-Dec., 2007.

[14] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISO/IEEE 11073-20601 Standard for Health Informatics - Personal health device communication - Device Specialization - Pulse Oximeter. ISO/IEEE 11073-10404.

[15] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISO/IEEE 11073-20601 Standard for Health Informatics - Personal health device

communication - Device Specialization - Heart Rate Monitor. ISO/IEEE 11073-10406.

[16] R. H. Dolin, L. Alschuler, S. Boyer, C. Beebe, F. M. Behlen, et al., "HL7 Clinical Document Architecture, release 2," *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, 13(1), pp.30-39, 2005.

천 승 만 (Seung-Man Chun)

정회원



2008년 2월 동양대학교 전자공학과(공학사)

2010년 2월 경북대학교 정보통신학과(공학석사)

2010년 3월~현재 경북대학교 정보통신학과(박사과정)

<관심분야> Control and Management of next generation wireless and wired convergence network, Mobility management, U-healthcare network

나 재 욱 (Jae-Wook Nah)

정회원



2001년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)

2003년 2월 경북대학교 정보통신학과(공학석사)

2009년 2월 경북대학교 정보통신학과 (공학박사)

2009년~현재 경북대학교 U-헬스케어 융합네트워크 연구센터 Post-Doc. 과정
<관심분야> U-healthcare network, Wireless body area network, HL7, IEEE 11073, Network management, Wireless communication

박 종 태 (Jong-Tae Park)

중신회원



1978년 2월 경북대학교 전자
공학과 (공학사)

1981년 2월 서울대학교 전자
공학과 (공학석사)

1987년 8월 Univ. of
Michigan EECS (공학박사)

1989년~현재 경북대학교 전자

공학과 교수

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

1988년~1989년 삼성전자 컴퓨터시스템 사업부 수
석연구원

1987년~1988년 미국 AT&T Bell 연구소 연구위원

1984년~1987년 미국 CITI 연구원

<관심분야> 이동통신, 모바일, 차세대 통신망운용,
네트워크 보안, 헬스케어 서비스