

논문 20XX-(수정할 필요 없음)

스마트 헬스케어 서비스를 위한 정책기반 응급 생체 데이터 전송 구조

(Policy-Based Emergency Bio Data Transmission Architecture for Smart Healthcare Service)

천승만*, 나재욱*, 이기천*, 박종태*

(Seung-Man Chun, Jae-Wook Nah, Ki-Chun Lee and Jong-Tae Park)

요 약

본 논문에서는 스마트 헬스케어 서비스를 위한 정책 기반 응급 생체 정보 구조를 제시한다. 제안된 서비스 구조를 통해 의료진이 원격지 환자의 응급 생체데이터를 빠르고 정확하게 모니터링 할 수 있다. 제안된 시스템은 생체 데이터 수집 및 전송 기능을 가진 IEEE 11073 표준 기반 에이전트와 매니저, IEEE 11073과 HL7 간 변환 기능 및 정책 기반의 자동 진단 기능을 가진 EMS (Emergency Management Server), HL7 표준 기반의 HL7 의료 시스템으로 크게 3 부분으로 구성한다. 마지막으로, 제안된 시스템을 구현함으로써 스마트 헬스케어 서비스에서 생체 데이터의 수집 및 응급 데이터 관리가 가능함을 보였다.

Abstract

In this paper, we propose the architecture of the policy-based emergency bio data transmission for the smart healthcare service. the medical staff can quickly and accurately monitor the emergency bio data of the remote patient through the proposed architecture. The proposed system consists of three parts: IEEE 11073-based agents and managers performing the aggregation function and transmission function of the bio data; the emergency management server performing the converting function between IEEE 11073 and HL7 and auto-diagnosis function of the policy-based; HL7 medical system based on HL7. Finally, by implementing the proposed system, we shows that the aggregation of the bio data and management of the emergency bio data in the smart healthcare service are possible.

Keywords: Smart Healthcare; IEEE 11073; HL7; Policy Based Service;

I. 서 론

스마트폰 보급의 급격한 증대화 및 유비쿼터스 컴퓨팅 등의 통신환경의 변화로 의료진과 환자 및 노약자간에 통신이 발전하고 있다. 자기 조직화된 무선 신체 모니터링 하드웨어 및 소프트웨어가 보급됨으로써, 이를 이용한 환자 맞춤형 의료 서비스는 건강 관리자 또는 의사가 건강 모니터링 시스템을 통해 시기적소에 관리

해줌으로써 의료 복지 증진에 많은 부흥을 일으키고 있다. 예를 들어, 심전도 센서 (ECG: Electrocardiogram)를 착용한 심장병 환자는 자택뿐만 아니라 어디에서도 원격으로 모니터링 받을 수 있게 되었다. 현재 이러한 헬스케어 모니터링 서비스는 직·간접적으로 언제나 인터넷에 연결되어 있어야 한다^[1]. 게다가, 생체 정보 (Bio Information) 기록들은 의사가 정확한 진단 및 적절한 진단을 할 수 있도록 하기 위해 오랜 시간 동안 데이터화 되어 보관된다.

참고문헌^[1]는 환자의 거주지에서 노약자 및 만성 환자를 모니터링 하기 위해, 착용할 수 있는 센서 시스템과 환경 센서 네트워크를 이용한 헬스케어 모니터링 서비스 구조를 제시하였다. 환자의 주변 또는 신체 내에 있는 센서들에 의해 측정된 환자 생체 정보는 환자의 건강

* 정희원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
(School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업, 2단계 BK21 프로젝트 및 한국 연구 재단(구 과학재단)의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2011-(C1090-1121-0002)),(F01-2008-000-10074-0)

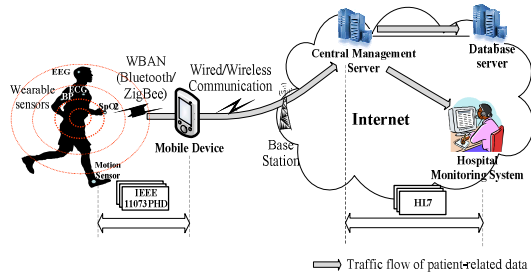


그림 1. 헬스케어 서비스를 위한 환자 모니터링 시스템의 서비스 구조

Fig. 1. Service architecture of patient monitoring system for healthcare service

한 상태를 관리 및 치료를 위해 의료진으로 전송된다.

환자의 정보를 전송하기 위한 국제 표준인 IEEE 11073 PHD (Patient Health Data) [2], HL7 CDA (Health Level Seven Clinical Document Architecture) [3] 등이 사용된다.

이들 국제 표준 기반을 이용한 헬스케어 시스템이 몇몇 연구들이 있다. 참고문헌 [4]에서 ECG 장치를 위한 ISO/IEEE 11073 (x73) PHD 모델과 SCP-ECG 표준 (유럽 표준 EN1063) 간의 관계들을 연구하였다. 그리고 참고문헌 [5]에서는 자동 연결 (Auto-association), 상호 호환성 (Interoperability), 재구성 (Reconfigurability) 구현을 위해, Bluetooth 표준과 IEEE/ISO 11073을 사용한 프로젝트를 수행하였다. 참고문헌 [5]에서는 거주지에서 노약자 및 만성 환자를 모니터링 하기 위해, 착용할 수 있는 센서 시스템과 환경 센서 네트워크 시스템들을 이용한 헬스케어 모니터링 서비스구조를 제시하였다. 저자는 생체 데이터를 측정하여 GPRS/3G/Wi-Fi를 통해 인터넷 전송하기 위한 헬스케어 계층적인 네트워크 구조를 연구하였다. 참고문헌 [6]에서는 환자로부터 측정된 생체 정보 교환을 위해 IEEE 1451과 HL7 표준의 통합 구조를 제안하였다. 구체적으로, 환자가 이용하는 이동 단말에서 의료진으로부터 수신한 HL7 표준 기반 메시지를 IEEE 1451 표준으로 변환함으로써, 사용자의 생체 정보 관리 구조를 제시하였다. 하지만, 센서의 수가 증가하게 되면 이동 단말에서 많은 량의 트래픽을 IEEE 1451과 HL7 간 프로토콜 변환을 해야 하기 때문에 환자 관련 생체 데이터 전송의 지연 뿐 아니라 생체 데이터 손실을 초래 할 수 있다.

기존 헬스케어 모니터링 시스템 관련 연구들은 환자의 이동단말에서 수집된 생체정보를 원격지에 있는 의료진으로 전송하여 이를 모니터링 하여 환자의 이상 징

후가 발견되면 응급 구조 조치 (E119) 하는 시스템이 대부분이다. 이러한 시스템의 단점은 지속적으로 원격 생체정보를 수집하여야 하는데 다양한 생체 데이터 (ECG, EEG, SpO2 생체 데이터 및 Video Streaming 데이터 등)를 원격지 서버로 전송하기 위해서는 고 트래픽을 전송할 수 있는 고 대역폭의 통신 수단이 필요하다. 하지만 3G, WiFi 및 WiBro 등의 이동통신망의 대역폭은 제한되어 있어 많은 패킷 손실 및 데이터 전송 지연을 유발시킬 수 있어 응급 의료 서비스에서의 신뢰성을 저하시키는 요인으로 작용할 수 있다 [7][8].

본 논문에서는 기존 연구의 문제점을 해결하기 위해 생체정보 수집 프로토콜인 IEEE 11073 PHD와 의료정보 메시지 표준 전송 프로토콜인 HL7 변환 기능을 담당하는 응급 관리 서버 (EMS : Emergency Management Server) 구조를 제시 및 구현하였다. 본 논문에서 제시한 EMS를 통해 프로토콜 변환 작업이 수행되므로 이동 단말은 IEEE 11073 표준만을 탑재하기 때문에 이동 단말의 프로세싱 부하를 최소화할 수 있다. 또한, 원격 생체정보의 수집 시 EMS의 정책 기반의 자동 진단 기능을 통해 무분별한 생체정보의 원격 의료센터 전송을 방지하고 정책기반 자동 진단 서비스에서 응급한 생체정보로 분류된 생체정보에 대해 원격 의료진의 응급 상황이 있을 때 EMS가 관리하고 있는 생체정보 전송 중 응급 생체정보를 제외한 모든 생체정보의 외부 전송에 대한 일시 중지시켜 응급 생체정보 전송의 고 신뢰성을 제공한다.

2장에서는 스마트 헬스케어 서비스를 위한 환자 모니터링 시스템의 기존의 서비스 구조, 동향, 국제 표준 기반 기존 응용서비스의 분석하고, 3장에서는 제안된 응급 환자 관리를 위한 제안된 환자 모니터링 시스템 구조를 제시하고, 4장에서는 스마트 헬스케어 서비스를 위한 정책 기반 응급 관리 구조 제시 한다. 5장에서 구현 및 성능분석을 하며, 마지막으로, 6장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

그림 1은 헬스케어 서비스를 위한 기존의 헬스케어 환자 모니터링 시스템의 서비스 구조를 나타낸다 [9][10][5]. 헬스케어 시스템은 이동 단말, 중앙 관리 서버, 데이터베이스 서버와 병원 모니터링 시스템으로 구성된다. 각 구성요소는 다음과 같은 역할 및 기능을 수행한다; 이동 단말은 환자의 관련 생체 데이터

(Electrocardiogram (ECG), Electroencephalography (EEG), Oxygen Saturation (SpO2), Blood Pressure (BP), 등) 을 무선 센서들로부터 전송 받아 무선 이동통신망 (Wi-Fi, 3G/4G, WiBro 등) 을 통해 중앙 서버로 전송 한다; 중앙 관리서버는 이동 단말로부터 전송된 생체 데이터를 환자 모니터링 시스템 및 데이터베이스서버 (EHR/PHR (Electronic Health Record/Personal Health Record)로 전송하는 기능을 수행 한다; 데이터베이스서버는 각 사용자별로 수집된 생체데이터를 저장/보관하는 기능을 수행 하며, 병원 모니터링 시스템은 중앙 관리 서버를 통해 전송된 생체데이터를 모니터링 한다. 또한, 의료진은 응급한 데이터 인지 아닌지에 대해 판단하며, 환자의 건강 상태를 체크한다. 생체데이터 이상 징후가 발견되면 이를 환자에게 알려주거나 응급 구조를 통해 긴급 응급 환자를 진단을 하게 된다.

이러한 헬스케어 서비스를 제공하기 위해, 국제 표준인 IEEE 11073 PHD과 HL7 이 사용된다. 각 표준의 기능 및 에 대해 간단히 소개한다.

IEEE 11073 PHD 표준은 IEEE 11073 에이전트 (예: 생체 수집 센서)와 IEEE 11073 매니저 (예: 이동단말) 간의 상호호환성 및 상호연결성을 위한 ISO 7계층의 4-7계층에서의 프로토콜 집합이다. IEEE 11073 PHD는 개인의 헬스케어 장치들 (예: 체중계, 혈압 측정기, 혈당량 측정기 등) 의 장치간 상호호환성을 위한 표준이다. IEEE 11073 PHD는 유비쿼터스 환경에서의 고 품질 센서 구현, 무선 기술 (Bluetooth, ZigBee 등)의 지원하며, 통신 네트워크 자원들의 고 신뢰성 있고 빠른 전송하는 표준에 중점을 두고 있다. 또한, IEEE 11073 PHD는 홈케어 서비스에 적용 가능하며, 이 표준은 현재 헬스케어 서비스에서의 필요 표준들 중 가장 최적의 국제 표준으로 인정받고 있다. IEEE 11073 PHD은 크게 IEEE 11073-104xx 명세서와 IEEE 11073-20601 명세서로 구성된다. IEEE 11073-104xx는 IEEE 11073 에이전트와 매니저 간 syntax 크기 및 코딩 (Coding) 을 포함한 데이터 포맷을 정의한다. 예를 들어 IEEE 11073-10404는 맥박산소계측기를 정의하고 있으며, IEEE 11073-10407은 혈압측정기를 정의하고 있다. IEEE 11073-20601는 연결된 IEEE 11073 에이전트와 매니저의 IEEE PDU (Packet Data Unit)의 빌딩, 전송, 송신 및 파싱 (parsing) 을 수행하는 데이터 교환 프로토콜로 정의 한다.

의료 정보 교환을 위한 메시지 표준인 HL7 표준 작업이 진행 중에 있다^[3]. HL7 Version 2.5.1 Messaging

Standard 에서는 텍스트 또는 이미지와 같은 의료 정보들을 다루고 있다. HL7은 세그먼트들, 데이터 타입, 플러그 및 매핑 필드들의 간단한 구조로 정보 표시를 위해 프로토콜 스택의 응용 계층에서 특정 구문 (specific syntax) 을 개발하였다.

이러한 국제 표준들은 측정 생체 데이터 전송만을 목적으로 추진된 표준화들이며, 생체 데이터의 이상 징후에 대한 응급 처리는 의료진을 통해서만이 관리되기 때문에 다수 환자를 동시에 관리하는 것은 매우 어렵고, 실시간으로 전송되어지는 환자의 생체 데이터를 소수의 의료진이 관리하기란 쉬운 일이 아니다. 이로 인해 환자의 응급 상황을 인지 지연 또는 인지하지 못하여 조기 응급 구조를 하지 못해 인명피해를 가져올 수 있다. 이러한 문제점을 본 논문에서는 응급 환자를 위한 환자 모니터링 시스템을 통해 해결하고자 한다.

III. 스마트 헬스케어 서비스를 위한 정책기반 응급 생체 데이터 전송 구조

1. 스마트 헬스케어 서비스를 위한 정책 기반 응급 환자 모니터링 시스템 구조

그림 2는 응급 환자 관리를 위한 환자 관리 시스템 구조를 보여준다. 제안된 시스템은 스마트폰 (IEEE 11073 에이전트), EMS (IEEE 11073 매니저), 정책 데이터베이스서버, 의료 시스템 및 데이터베이스 서버 (EHR/PHR server)로 구성된다.

제안된 서비스 구조는 크게 3단계로 분류한다. 1 단계는 IEEE 11073 에이전트로부터 환자의 데이터를 측정하고 IEEE 11073 매니저가 탑재된 EMS로 IEEE 11073-20601 프로토콜을 이용하여 생체정보를 전달하는 단계이다. 이때, IEEE 11073 에이전트와 매니저는 무선망인 WPAN (Wireless Personal Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network), WBAN (Wireless Body Area Network)를 통해 연결된다. EMS에서의 IEEE 11073 매니저에서는 IEEE 11073 에이전트로부터 전송된 생체정보에 대해 정책 데이터베이스의 응급 생체 정보 규칙을 기반으로 응급 상황을 판단한다. 정책데이터베이스는 다양한 IEEE 11073 에이전트로부터 측정되는 생체 정보에 대한 응급 상황 판단을 위한 데이터베이스 및 응급 상황 시 EMS의 동작 및 응급 통신 운용 절차를 정의한다.

2 단계는 IEEE 11073 에이전트로부터 전달된 생체정보에 대해 IEEE 11073 PHD 표준 기반으로 생체데이터

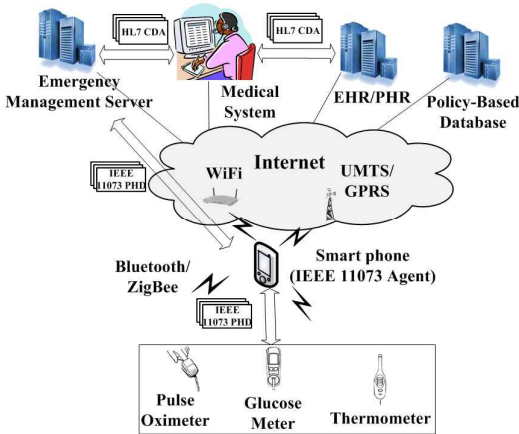


그림 2. 정책 기반 응급 환자 모니터링 시스템 구조
Fig. 2. System architecture of policy-based emergency patient monitoring system

필터링/수집 기능을 수행하고 수집된 생체정보에 대한 응급여부를 정책데이터베이스를 참조하여 판단 한다. 응급판단을 통해 응급 상황이 결정되면 IEEE 11073 매니저와 통신 중인 IEEE 11073 에이전트의 정보 및 연결 상태 와 응급 메시지에 생성하여 Wi-Fi 또는 UMTS/GPRS 무선망을 통해 EMS 으로 전송한다.

3단계에서 EMS는 어플리케이션 호스팅 장치로부터 전송된 IEEE 11073 PHD 기반의 메시지를 HL7 메시지와 Clinical Document Architecture (CDA) 로 변환하여 원격 의료진에게 의료정보를 전송하는 기능을 수행하며, EMS에 의해 응급 상황이 의심되는 생체정보를 전달 받은 의료진은 응급상황에 대한 최종판단을 결정한다. 만약, 전송 받은 생체정보에 대해 의료진이 응급상황을 선언하게 되면 의료진에서 EMS으로 전송되는 HL7 메시지에 응급상황이 삽입되며 이를 전송 받은 EMS 응급 생체정보 전송 모드로 전환한다.

응급 생체정보 모드로 전환된 EMS은 하위 IEEE 11073 생체정보 수집 데이터 중 응급으로 분류되지 않은 정보에 대한 전송 일시 중지를 지시하고 지정된 응급 데이터에 대해서만 원격 의료진에게 전송할 수 있도록 한다. 이때 비 응급 생체정보를 수집 중인 IEEE 11073 매니저는 EMS에서 전송재개 요청이 있을 때까지 저장 시작 정보와 함께 자체 저장한다.

2. 응급 관리 서버 (EMS)의 구조

그림 3은 EMS의 구조를 나타낸다. EMS는 IEEE 11073 에이전트와 의료 시스템 사이에 존재하며, 스마트폰에서 수집된 IEEE 11073 기반 생체정보를 의료센

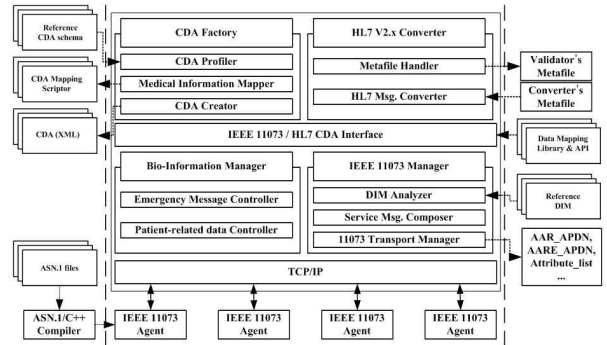


그림 3. EMS 구조
Fig. 3. Structure of emergency management server

터로 전송하기 위해서는 의료정보 전송 표준인 HL7 메시지로 변환하거나 혹은 그 역으로 변환을 수행한다. 또한, 수집된 생체정보를 CDA 문서로 변환 저장하는 역할을 한다.

구체적으로, EMS에서 변환을 수행하는 메시지는 스마트폰으로부터 전송된 IEEE 11073 기반의 생체정보, 의료 시스템으로부터 스마트폰의 생체 정보 요청 메시지 및 스마트폰으로부터 측정된 환자관련 생체 정보이다.

EMS는 IEEE 11073 매니저, HL7 v2.x Converter, CDA Factory, Bio-Information 매니저, 로 크게 네 부분으로 구성한다.

IEEE 11073 매니저는 IEEE 11073 에이전트에 GET, SET, ACTION, EVENT REPORT 등의 메시지를 통해 필요한 생체정보를 수집한다. IEEE 11073 매니저는 DIM Analyzer, Service Msg. Composer, 11073 Transport 매니저로 구성된다. 상세한 정보는 기존 연구 참고문헌 [14]에 있다.

HL7 v2.x Converter는 원격지의 스마트폰에서 수신된 HL7 메시지를 분석하거나 IEEE 11073 매니저를 통해 수신된 생체정보를 HL7 메시지로 변환하는 기능을 수행한다. 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 매니저에 생체정보 요청 및 기타 정보를 요청하거나 IEEE 11073 매니저로부터 전달받은 생체정보 및 기타정보를 HL7 메시지로 변환하는 기능을 수행한다. 이때 HL7 메시지

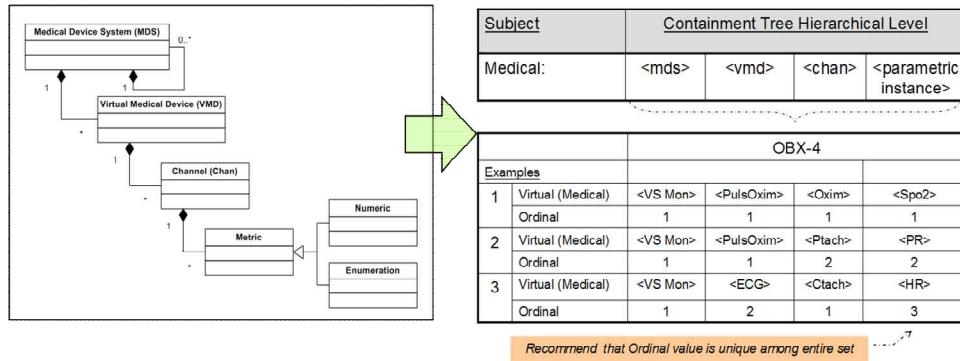


그림 4. IEEE 11073 PHD와 HL7 간 생체 데이터 변환을 위한 매핑 예제
 Fig. 4. Mapping example for bio data between IEEE 11073 PHD HL7 CDA

에 포함되는 메타 정보는 Metafile Handler 로부터 획득하게 된다.

CDA Factory는 IEEE 11073에서 수집된 생체데이터를 포함하는 HL7 CDA 문서를 생성한다. CDA는 생체정보나 환자의 진단과 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 [14]. CDA를 구성하기 위한 객체 정보는 RIM의 6개 기본 클래스인 Act, Participation, Entity, Role, ActRelationship, RoleLink와 이를 상속 받은 자식 클래스들로 구성할 수 있다. CDA Factory는 CDA Profiler, Medical Information Mapper, CDA Creator로 구성된다.

Bio-Information manager는 정책기반서버로부터 응급 규칙을 참조하여 스마트폰으로부터 전송되어온 다양한 생체 데이터에 대한 응급 판단을 하고, 응급으로 판단되었을 경우 응급 알림 메시지를 이용하여 의료 시스템으로 알림으로써 자동 진단을 하게 된다. Bio-Information manager는 크게 Emergency Message Controller, Patient-related data Controller로 구성된다. 구체적으로, Emergency Message Controller는 생체 데이터의 응급 상황에 따른 EMS와 의료 시스템 간 응급 메시지를 관리하는 기능을 수행하고, Patient-related data Controller는 생체데이터의 수집 기능 및 필터링 기능을 수행한다.

이외에 EMS의 구조에서 세부 컴포넌트에 대한 상세한 내용은 참고문헌 [14]에 있다.

IEEE 11073 매니저와 HL7 v2.x Converter간 데이터 매핑은 IEEE 11073 / HL7 CDA Interface를 통해 수행하게 된다. 그림 4는 IEEE 11073 PHD와 HL7 CDA간

생체 데이터 변환을 위한 매핑 예제를 보여준다. HL7은 Message Header Segment (MSH), Trigger Event (EVN), Patient Identification Segment (PID), Observation Request Segment (OBR) or Observation Result Segment (OBX)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 전송한다.

IV. 스마트 헬스케어 서비스를 위한 정책 기반 응급 관리 구조

본 장에서는 응급 환자 (낙상으로 인한 상처, 부정맥, 고혈압, 저혈당증 등) 를 위한 정책 기반 응급 서비스 관리 구조를 서술한다. 정책 데이터베이스에 의해 각 관리 기능을 환자 관리, 질병 관리, 응급 관리 및 프로토콜 변환 관리로 분류하고 이들이 각 기능을 수행함으로써 유연하게 환자의 생체 정보 전송을 관리한다.

표 1는 환자의 이상 징후에 대한 정책 기반 응급 서비스 관리 정책을 상세히 보여준다. 정책 기반 응급 서비스를 위한 EMS 는 생체데이터 형태별 이상 징후 판별 데이터베이스를 기초로 환자의 생체데이터를 분석하여 이상증상이 발견되면 의료진에게 응급 알람을 보낸다. 응급 알람을 수신한 의료진은 관련 생체정보를 요청 하고 EMS는 신속하고 신뢰할 수 있는 생체데이터 전송을 위해 다른 모든 생체데이터 수신을 중단하고 요청된 응급 생체데이터만을 전송할 수 있게 한다.

그림 5는 정책기반 응급 서비스 관리를 위한 메시지 흐름 다이어그램을 보여준다. 예를 들어, 응급 서비스를

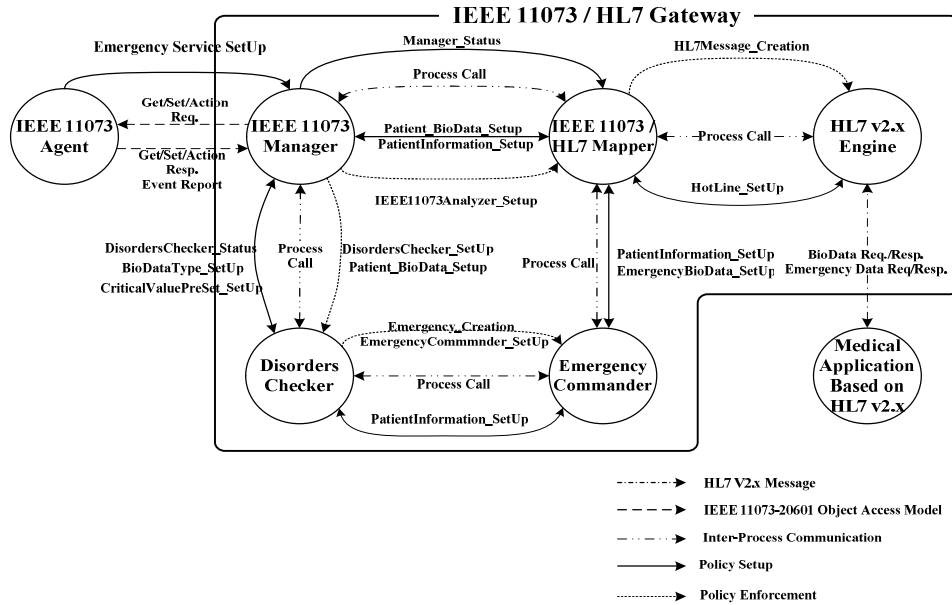


그림 5. 정책 기반 응급 서비스 관리를 위한 메시지 흐름 다이어그램
 Fig. 5. Message flow diagram for policy-based emergency service management

원하는 환자는 IEEE 11073 매니저에 응급 서비스 설정을 요청한다. IEEE 11073 에이전트에서 IEEE 11073 매니저로 요청하는 응급 서비스 설정 요청은 표준에서 정의하지 않고 있으나 별도의 메시지 시그널링을 추가 적용한 것이다. 이 요청에 대한 응답으로, IEEE 11073 매니저는 생체 데이터 형태별 응급 값이 preset 되어 있는 응급 값 저장소 (emergency value repository) 를 설정하고 IEEE 11073 에이전트로부터 수신되는 환자의 생체데이터를 단순 비교한다. 응급 값의 단순 비교에서 preset value를 넘어서는 생체데이터에 대한 정밀 진단을 위한 DisordersChecker의 운용을 위해 DisordersChecker_SetUp policy를 참조 한다. 이때, 환자의 생체데이터의 종류와 생체데이터의 형태를 정보 전달 위해 Patient_BioData_Setup 과 BioDataType_Setup policy를 참조 한다.

DisordersChecker에서는 이상증상 의심으로 (rule out disorder) 1차 판단된 생체데이터에 대해 정밀 검사를 수행하여 응급으로 판단 될 경우, EmergencyCommander에 emergency case를 요청한다. EmergencyCommander의 활성화를 위해 Emergency_Creation policy를 강제 시행하고 EmergencyCommander_SetUp 정책을 참조한다.

활성화된 EmergencyCommander는 의료진에게 응급상황을 알리기 위한 응급 알람 전송과 향후 의료진으로부터 수신되는 응급 생체데이터를 위한 hot line 설정

을 위해 IEEE 11073 / HL7 Mapper 에 EmergencyBioData_Setup 및 PatientInformation_Setup 정책 조회 하도록 요청한다.

EmergencyBioData_Setup과 PatientInformation_Setup을 참조한 IEEE 11073/HL7 Mapper 는 응급 알람 전송을 위해 HL7의 PID 필드에 기재될 환자정보와 PV1 필드에 응급환자임을 명시하는 'E'를 명시하여 HL7 v2.x Engine에 넘겨주고, 그리고 향후 의료의 응급 생체정보 요청에 대비하여 HotLine_Setup policy를 참조한다. Hotline이 설정되고 나면 IEEE 11073/HL7 gateway내의 일반적인 생체 데이터 전송 모두 중단 되고 이후 응급 생체 데이터에 대한 전송만 이루어지게 된다. 이러한 정책 기반 응급 서비스를 통해 응급한 경우에서 응급 생체데이터에 대한 신뢰성 있는 전송을 보장해 줄 수 있다.

생체 정보 매니저는 크게 Emergency notifier, Data Aggregation, Data Filtering로 구성된다. Bio-Information 매니저는 센서로부터 측정된 데이터를 정책 데이터 베이스를 기반으로 응급 상황 판단을 수행하며, 응급상황이 발생하게 되면 Emergency notifier 응급 메시지를 생성하여 EMS로 전송한다. 의료센터로부터 생체 신호 요청 메시지를 수신하게 되면 다양한 생체 데이터 중에서 요청된 생체데이터 만을 수집하고 필터링하여 EMS로 송신하게 된다.

매니저와 에이전트간 연결이 완료되고 나면 매니저

표 1. 스마트 헬스 서비스에서 응급 상황을 위한 서비스관리 정책

Table. 1. Service Management Policy for emergency situation in smart health service

정 책		설 명
Emergency Service SetUp	Setting	응급 생체 데이터 형태의 설정, 환자의 정보, 응급 레벨
	Info	응급 서비스 나타내는 정보
	Time	응급 서비스를 위한 시작 및 정지 시간 정의
Patient Management	PatientInformation_SetUp	의료정보 생성을 위한 환자의 개인 정보 전달
	PatientBioData_SetUp	이상 징후 판단을 위한 각 환자 특정 생체데이터의 전달
	BioDataType_SetUp	생체데이터의 전달, 감지 시간, 의료 장치 ID
Disease Management Emergency Management	DisordersChecker_Status	현재 동작 상태 또는 disorders checker의 구성과 같은 DisordersChecker 상태 전달
	DisorderChecker_SetUp	IEEE 11073 매니저로부터 전송 받은 생체데이터에 대한 정밀검사를 위한 DisordersChecker에 대한 요청 준비
	CriticalValuePreset_SetUp	IEEE 11073 매니저에서 예비조사를 위한 각 생체데이터의 preset 응급 값 전달
	Emergency_Creation	응급 상황 선언 및 Hot line을 통한 응급 통신을 위한 요청 준비
	EmergencyCommander_SetUp	의료 장치 ID 및 환자 개인 정보와 같은 응급 통신을 위한 정보 전달
Protocol Conversion Management	EmergencyBioData_SetUp	감지시간, 형태, 생체데이터 감지와 같은 생체 데이터 정보의 전달
	HotLine_SetUp	응급 정보 전달 및 응급데이터에 대해 의료진과 통신하기 위한 Hot line 요청 준비. Hot line은 오직 응급 환자만이 생체데이터를 의료진으로 전달 할 수 있는 것을 의미하며, Hot line일 때 다른 의료 장치의 생체데이터 전송은 모두 중단됨.
	ManagerStatus_SetUp	현재 연결된 에이전트의 리스트와 같은 매니저의 상태를 전달
Protocol Conversion Management	IEEE11073Analyzer_SetUp	IEEE 11073 생체데이터 전달 및 HL7 메시지에 매핑하기 위한 준비 요청
	HL7Message_Creation	생체데이터, 의료진 장치 ID, HL7 메시지 생성을 위한 환자정보 전달

에서는 에이전트로부터 생체정보를 수집하게 되는데 이때 정책 데이터베이스에 설정된 critical bio information rule을 기반으로 수집된 생체정보가 응급상황인지 판단하고 응급상황 일 경우 의료센터에 응급상황임을 알린다. 응급 상황을 전송 받은 의료센터에서는 실제 응급 상황인지 판단 후 응급 생체 데이터 전송을 요구하게 되며 이후 EMS는 응급 생체정보 전송 모드로 전환되어 일반 생체정보의 수집 및 전송을 일시 중지시키고 응급으로 결정된 생체정보만이 전송된다.

- 개발 언어: Visual C, MFC, Java

그림 6에서 생체 정보 측정을 위해 ZigBee 기반 SpO2 (산소포화도) 측정 모듈, ZigBee 기반 ECG (심전도) 측정 모듈, ZigBee/Bluetooth 모듈을 사용하였으며, 측정된 생체 정보는 IEEE 11073 PHD 에이전트 기능을 하는 스마트폰으로 전송되며, 이 생체 정보는 Wi-Fi 무선 통신 모듈을 통해 IEEE 11073 PHD 매니저 및 IEEE 11073 PHD와 HL7 CDA간 변환 프로토콜 기능을 가진 EMS로 전송된다. SPO2 및 ECG 센서로부터 측

V. 성능 분석

1. 구현 환경

본 논문에서 설계한 응급 환자 모니터링 시스템을 구현하기 위해 그림 6과 같이 구성하였으며 구성 및 구현 환경은 다음과 같다.

- 서버: IBM server
- Wi-Fi 무선랜 기종: IEEE 802.11n 지원 Linksys
- 이동 단말: 안드로이드 플랫폼 기반 스마트폰
- 생체 수집 센서 모듈: Bluetooth Module, SpO2 Module, ECG 센서 모듈

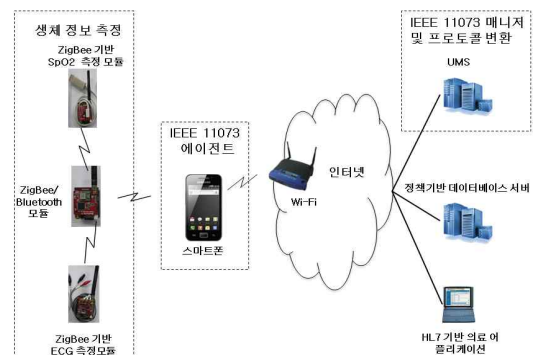


그림 6. 응급 환자 모니터링 시스템 구현 환경
Fig. 6. Implementation environment for emergency-patient monitoring system



그림 7. EMS에서 HL7 기반 의료 어플리케이션으로부터 전송받은 응급 요청 메시지
 Fig. 7. Emergency request message received from HL7-based medical application in EMS

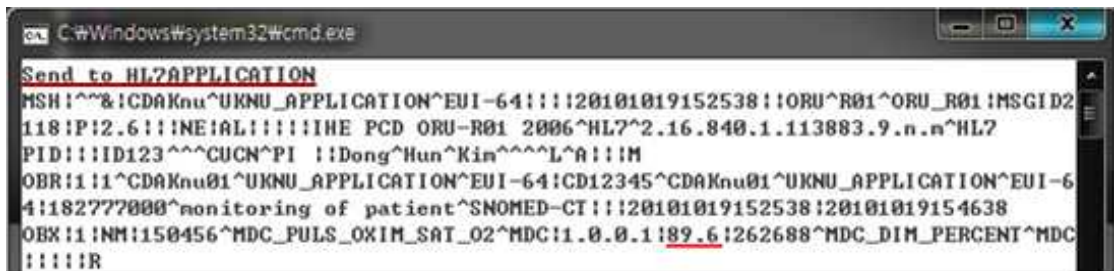


그림 8. HL7 기반 의료 어플리케이션에서 EMS으로부터 전송받은 응급 요청 메시지
 Fig. 8. Emergency request message received from EMS in HL7-based medical application

정된 생체 정보는 IEEE 11073-10404 [12]와 11073-10406 [13] 표준에 따라 메시지를 생성 및 전송한다. 생체 정보를 수신한 EMS는 정책기반 데이터베이스 서버를 참조하여 생체정보의 응급 여부를 결정하며, 생체 정보가 응급 일 경우, 응급 알림 기능을 이용하여 HL7 기반 의료어플리케이션으로 알리게 되며, HL7 기반 의료어플리케이션에서 생체정보 요청이 있을 경우 해당 생체정보를 IEEE 11073/HL7 프로토콜 변환을 통해 HL7 기반 의료 어플리케이션으로 전송한다.

2. 구현 결과

응급 환자 모니터링 시스템의 구현 결과를 보여준다. 측정된 생체 데이터 (ECG, SpO2)는 IEEE 11073 PHD 표준 메시지 형식으로 실시간으로 EMS로 전송된다. EMS로 전송된 생체데이터는 정책기반 데이터베이스서버로부터 생체데이터에 대한 Critical 값을 전송 받아 응급 판단되며 응급으로 판단되었을 경우 HL7 기반 의료 어플리케이션으로 알람 메시지를 전송하게 된다. 그림 7은 HL7 기반 의료 어플리케이션이 응급 알람 메시지를 수신 후 EMS로 HL7 CDA 기반으로 생성된 응급 요청 메시지를 보여준다. 그림 8은 이에 대한 응급 생체 데이터 (SpO2)를 HL7 CDA 기반으로 전송하는 HL7 CDA 기반의 응급 데이터 전송 메시지를 나타낸다. 의료진은 HL7 CDA 기반의 응급 데이터 전송 메시지를 확인 후 환자 진단 할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 스마트 헬스케어 서비스를 위한 정책 기반 응급 생체 정보 구조를 제시한다. 스마트 헬스케어 서비스에서 생체 데이터를 고 신뢰성 및 고 정확성을 가진 데이터 전송을 위해, 사용자와 의료진 간의 IEEE 11073 PHD과 HL7 CDA 표준 기반 생체 데이터 전송을 통한 표준화된 생체 데이터 전송 방법을 제시하였고, 정책 기반 데이터베이스를 활용한 응급 상황인지 시스템 및 방법을 제시하였다. 마지막으로 이를 검증하기 위해 실제 상용 장치를 이용한 시험을 하였다.

참고 문헌

[1] Y. M. Huang et al, "Pervasive, Secure Access to a Hierarchical Sensor-Based Healthcare Monitoring Architecture in Wireless Heterogeneous Networks," IEEE journal on Selected Areas in Comm., vol. 27, no. 4, pp. 400-411, May 2009.
 [2] 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.
 [3] HL7 - Healthcare Level 7 at <http://www.hl7.org/>

[4] J. D. Trigo, F. Chiarugi, Á. Alesanco, et. al., "Standard-Compliant Real-Time Transmission of ECGs: Harmonization of ISO/IEEE 11073-PHD and SCP-ECG," 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS, Minneapolis, Minnesota, USA, Sept.2-6, 2009.

[5] Y. M. Huang et al, "Pervasive, Secure Access to a Hierarchical Sensor-Based Healthcare Monitoring Architecture in Wireless Heterogeneous Networks," IEEE journal on Selected Areas in Comm., vol. 27, no. 4, pp. 400-411, May 2009.

[6] W. S. Kim, S. Lim, J. So. Ahn, J. Nah, N. Kim, "Integratin of IEEE 1451 and HL7 Exchanging Information for Patients' Sensor Data," Journal of Medical System, vol 34, no. 6, 2010.

[7] V. Shnayder, B. Chen et al, "Sensor Networks for Medical Care," Harvard Univ., Tech. Rep. Technical Report TR-08-05, April 2005.

[8] E. A. Viruete Navarro, J. Ruiz Mas, J. Fernandez Navajas, C. Pena Alcega, "Performance of a 3G-Based Mobile Telemedicine System," In proc. IEEE CCNC 2006, Jan. 8-10, pp. 1023-1027, 2006.

[9] A. Pantelopoulos, and G. ourbakis, "A survey on Wearable Sensor-Based Systems for Health Monitoring and Prognosis," IEEE Trans. ON System, MAN and Cybernetics, vol. 40, no. 1, pp. 1-12, Jan. 2010.

[10] M. Li and W. Lou, "Data Security and Privacy in Wireless body Area Networks," IEEE Wireless Communications, vol. 17, Iss. 1, pp. 51-58, Feb. 2010.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 천승만, 나재욱, 박종태, "M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스 기반 IEEE 11073/HL7 변환 게이트웨이 설계 및 구현," 한국통신학회논문지, 제 36권, 3호, 2011년 3월.

저 자 소 개



천승만(정회원)
 2008년 동양대학교 전자공학과(공학사)
 2010년 경북대학교 정보통신학과(공학석사)
 2010년~현재 경북대학교 정보통신학과 (박사과정)
 <주관심분야 : Control and Management of Next Generation Wireless and Wired Convergence Network, Mobility management, U-healthcare network>



이기천(정회원)
 2007년 동양대학교 컴퓨터학부 졸업 (공학사)
 2011년 경북대학교 정보통신학과 (공학석사과정)
 <주관심분야 : U-healthcare network, HL7, IEEE 11073, Network management, Wireless communication Management>



나재욱(정회원)
 2001년 경북대학교 농업경제학과(경제학사)/컴퓨터공학과(공학사)
 2003년 경북대학교 정보통신학과 (공학석사)
 2009년 경북대학교 정보통신학과 (공학박사)
 2009년~현재 경북대학교 U-헬스케어 융합네트워크 연구센터 Post-Doc.과정
 <주관심분야 : U-healthcare network, Wireless body area network, HL7, IEEE 11073, Network management, Wireless communication>



박종태(정회원)
 1978년 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1981년 서울대학교 전자 공학과 (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 연구위원
 1984년~1987년 미국 CITI 연구원
 <주관심분야 : 이동통신, 모바일, 차세대 통신망 운용, 네트워크 보안, 헬스케어 서비스>