

고혈압 관리를 위한 헬스레벨 7 FHIR 기반 생체정보 교환 서비스 모델 구현[☆]

Implementation of Service Model to Exchange of Biosignal Information based on HL7 Fast Health Interoperability Resources for the hypertensive management

조 훈¹ 원 주 옥¹ 홍 해 숙^{2*} 김 화 선³
Hune Cho Ju Ok Won Hae Sook Hong Hwa Sun Kim

요 약

고혈압은 전 세계의 심혈관 및 뇌혈관 질환의 중요한 사망 원인으로서 지속적인 혈압관리가 필요하다. 본 연구에서는 급성장하고 있는 모바일 헬스케어 환경에서 지속적으로 혈압 관리를 받을 수 있는 생체정보 교환 서비스 모델로서 HL7 FHIR을 선택하였다. 개발한 HL7 FHIR 프레임워크는 매니저(스마트폰)과 에이전트(혈압계) 간에 블루투스 헬스기기 프로파일과 통하여 IEEE 11073-10407 PHD 프로토콜로 통신하여 혈압정보를 획득한다. 테스트 결과 고혈압 환자의 혈압 모니터링, 측정기록관리, 문서 생성, 측정정보전송을 성공적으로 수행하였다. 실제 임상환경에서는 TCP/IP 프로토콜을 통해 측정정보를 전송할 수 있으므로 모바일 헬스케어에서 지속적인 연구와 활성화가 기대된다.

☞ 주제어 : 블루투스 헬스기기 프로파일, 헬스레벨 7 FHIR, 고혈압, 개인건강기기, 모바일 헬스

ABSTRACT

Hypertension is one of the major causes of death in the world as it is related with cardiovascular or cerebrovascular disease, so it is needed to provide continuous management for blood pressure. This study selected Health Level 7 Fast Health Interoperability Resources (HL7 FHIR) as a bio-signal data exchange service model that can provide constant blood pressure management in the rapidly growing mobile health care environment. The HL7 FHIR framework developed communicates with the IEEE 11073-10407 Personal Health Device (PHD) protocol through the bluetooth Health Device Profile (HDP) between the manager (smart phone) and the agent (hemomanometer) and acquires information about blood pressure. According to the test results, it performed its tasks successfully including hypertension patients' blood pressure monitoring, management on measured records, generation of document, or transmission of measured information. Because in the actual, clinical environment, it is possible to transmit measured information through the TCP/IP protocol, it will be needed to conduct constant research on it and vitalize it in the field of mobile health care afterwards.

☞ keyword : Bluetooth Health Device Profile, HL7 FHIR, Hypertension, Personal Health Device, mobile Healthcare

1. 서 론

2012년 세계보건통계(World Health Statistics) 보고서에 의하면 전 세계 성인의 1/3이 뇌졸중 및 심장질환의 원인인 고혈압이 있다고 조사되었다[1]. 또한 고혈압은 사망에 이르게 하는 위험한 요소 중 하나이다[2]. 2000년 전 세계 성인 인구의 고혈압 발병률은 26%이었고 2025년에 60%로 증가할 것이라고 전망하였다[3]. 2008년 심장 질환, 뇌졸중, 암, 만성 호흡기 질환 그리고 당뇨 등과 같은 만성질환으로 사망한 인구 비율은 전 세계 사망자의 58%를 차지하였다. 동일한 기간에 심혈관계 질환으로 사망한

¹ Dept. of Medical Informatics, Kyungpook National Univ., Daegu, 700-422, Korea.

² College of Nursing, Kyungpook National Univ., Daegu, 700-422, Korea.

³ Dept. of Medical Information Technology, Daegu Haany Univ., Kyungsan, 712-715, Korea.

* Corresponding author (hshong@knu.ac.kr)

[Received 27 January 2014, Reviewed 29 January 2014, Accepted 01 April 2014]

☆ 이 논문은 2009년과 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2009-0066546, NRF-2012R1A1A2004829)

인구 비율은 만성질환으로 사망한 인구의 30%이고 그 수는 1700만 명이다[4]. 또한 2011년 국내 통계청 발표에 의하면 고령자 사망원인 1, 2, 3위는 각 암, 뇌혈관 질환, 심장 질환 등으로 조사되었다. 동일한 기간의 3대 질병 사망률이 전체 사망자의 47.4%를 차지하였고 심장 질환으로 인한 사망자 비율은 49.8%로 전 년도에 비해 2.9% 증가하였다[5]. 고혈압 환자 수는 점차 증가하고 있고 사망원인으로 부각되고 있으므로 고혈압 관리와 예방을 할 수 있는 기술이 절실히 필요하다.

최근 건강관리를 위한 서비스 기술은 모바일 기기와 인터넷의 의한 원격 Healthcare, 모니터링 그리고 의료영상의 융합이 특징적이다. 특히 실시간으로 생체신호를 모니터링 하는 유비쿼터스 센싱, mHealth 환경에서 구현을 위한 홈 안전의 지원, 생체 신호기록 및 기기 표준 그리고 소셜미디어 활용센서 등을 제시하고 있다[6].

mHealth는 eHealth의 한 형태이며, 용어는 Robert Istepanian로부터 2005년에 발간된 “새롭게 부상하는 모바일 헬스 시스템” 서적을 통해 처음 사용되었다[7]. mHealth는 광범위하게 모바일과 무선 보건의료서비스 전달체계와 통합된 것으로 모바일 통신 또는 멀티미디어 기술들을 포함한다[7].

2011년 GlobalData 사의 조사에 따르면 모바일 응용프로그램과 원격 환자 모니터링 기기를 포함한 mHealth 시장의 가치는 12억 이었고 2018년에는 118억으로 늘어날 것으로 전망하였다. 미국의 mHealth 시장은 세계시장의 50% 이상을 차지하고 연평균성장률(Compound Annual Growth Rate, CAGR)은 39% 이다. mHealth 시장 비중은 소프트웨어와 서비스 분야가 80%로 가장 크고 이다음 하드웨어와 네트워크가 각 12%를 차지한다. 그리고 어플리케이션 사용자는 70%가 일반 소비자이며, 30%가 의료 전문가용으로 나타났다[8]. HIMSS 사의 모바일 기술 조사에 의하면 임상전문의가의 80%는 환자 진료의 환경을 개선하기 위한 직접적인 영향력을 행사하는 장비를 이용하며 93%는 모바일 기기를 매일 이용한다. 또한 65%는 임상 검사의 결과나 환자 정보를 조회하기 위해 어플리케이션을 이용한다[9]. Frost와 Sullivan 사는 고성능을 가진 어플리케이션의 개발이 촉진될 것이라고 전망하였다. 오늘날 임상관련 어플리케이션 대부분은 정보 입력 또는 참조만 가능하다. 향후의 어플리케이션은 활력징후를 모니터링 하는 시스템으로써 모바일 기기에 작은 측정기를 연결하여 생체 신호를 검사하고 진단 기능이 강화될 것이라고 예측하였다[10]. 모바일 폰은 사용자가 서비스에 빠르고 편리하게 접근할 수 있는 장치이다.

고혈압 환자가 매일 병원을 방문하여 지속적인 치료 및 관리를 받는 것은 한계가 있다. 본 연구에서는 국제표준인 Bluetooth Health Device Profile (HDP), IEEE 11073 PHD 그리고 HL7 FHIR(Fast Health Interoperability resources)을 이용하여 환자가 매일 병원 방문을 하지 않고도 mHealth 환경에서 지속적인 혈압 관리가 가능한 FHIR 기반의 생체정보 교환 시스템 모델을 설계하고 구현하였다.

2. 관련 연구

2.1 HL7 표준전송모델

의료정보시스템이나 기관 간의 임상문서 공유 및 교환을 위한 국제표준정보모델은 HL7(Health Level 7) v2 메시지, CCR(Continuity of Care Record), CCD(Continuity Care Document) 그리고 CDA(Clinical Documentation Architecture) 의료정보시스템이나 기관 간의 임상문서 공유 및 교환을 위한 국제표준정보모델은 HL7(Health Level 7) v2 메시지, CCR(Continuity of Care Record), CCD(Continuity Care Document) 그리고 CDA(Clinical Documentation Architecture) 등이 있으며 국내·외에서 연구가 활발히 진행되고 있다[11-13]. CDA는 HL7 참조정보모델의 기반이며 광범위한 상호운용성을 위해 임상문서의 구조와 의미를 지정하는 문서로 개발되었다. 콘텐츠는 환자의 진료 및 의학 연구를 위한 텍스트, 이미지, 사운드 기타 멀티미디어 콘텐츠 등의 정보로 구성할 수 있다. 임상영역과 구성요소는 사용자 정의가 가능하여 병원 또는 의료서비스 센터의 특정한 요구사항을 만족시킨다. CCR은 서로 다른 기관에서 각 실무자들이 환자 치료를 위한 협동을 해야 할 때, 환자정보의 공유 및 참조를 하기 위해 개발되었으며 목표는 환자 치료를 위한 연속성 향상과 의료사고 감소이다. CCD는 CDA의 엘리먼트와 CCR의 콘텐츠를 혼합하여 두 표준정보모델을 보완한 것이다. 그리고 CCD는 환자의 인구 통계, 약물 그리고 알레르기 등의 임상정보를 포함하고 교환을 목적으로 개발되었다. v2와 v3는 의료정보시스템에 전송을 위한 표준전송 모델이라는 의미는 동일하지만 구현 및 기술 기준의 개념이 다르다. v3와 CDA는 환자가 여러 병원을 방문하더라도 개인의 진료정보를 재사용할 수 있으며, 환자 관련 정보를 광범위하게 포함할 수 있다. 그러나 CDA는 구조적 의미와 메시지 설계 과정이 복잡하여 개발이 어렵다. HL7에서는 FHIR가 차세대 표준 프레임워크가 될 것

임을 발표하였다. FHIR는 2011년 7월에 처음 제안되었으며 현재 버전은 0.12로서, 2014년 3월 Connectathon에서 시험 사용의 표준 초안(Draft Standard for Trial Use) 투표가 처음 진행이 되었으며, 최적의 사양으로 개선하기 위해 지속적인 활동을 하고 있다[14].

FHIR는 헬스케어 문제점들을 해결하기 위한 공통적인 방법을 정의하고 다양한 환경에서 이용될 수 있는 자원의 규정을 제공하는 표준 프레임워크로[15], 기존의 표준 전송모델들과 상호작용할 수 있는 경로를 지원하기 위한 목적으로 개발되었다[16].

기존의 표준전송모델 v2, v3, CDA에 비해 향상된 기능을 제공한다. 그 향상된 기능은 첫째, 구현에 초점을 맞추었으므로 개발자는 쉽고, 간단하게 이용할 수 있다. 둘째, 개발 촉진을 위한 실행 라이브러리와 이용 가능한 수많은 예제를 지원한다. 셋째, 자원기반의 독창적인 상호운용성이 활용될 수 있다. 예를 들어, 만성질환들 중 고혈압 환자 관리를 위해서, 혈압 측정 정보(Observation), 환자 정보(Patient), 혈압계 정보(Device) 등 3가지 자원만을 채택하여 교환, 처리가 가능하다. 넷째, 기존 표준인 HL7 v2, 참조정보모델(Reference Information Model)의 데이터 타입과 매핑 작업을 하고 있기 때문에, 같은 환경에서 공존할 수 있다. 넷째, 의료종사자가 전달받은 임상문서의 일부인 환자정보 요약물 통해 알아보기 쉽도록 표현한다 [15]. 그리고 FHIR의 자원은 오픈 소스로 언제든지 활용 가능하다[16].

건강정보의 공유 및 교환을 위한 환경은 모바일 폰의 소셜 미디어(Social Media On Mobile Phones), 클라우드 통신(Cloud Communications), 평생전자건강기록(Electronic Health Record) 시스템, 그리고 개인건강기록(Personal Health Record) 등으로 광범위하다. 소셜 미디어는 구글, 페이스북, 오픈아이디를 통하여 외부 신원과 환자의 기록 연결 또는 로그인을 통해 환자식별이 가능하며, 로그인은 표준화된 인증방식(OAuth)을 통해 보안과 환자기록에 접근을 제한한다. 다양한 자원으로부터 의료정보를 통합하는 하나의 일반적인 방법은 환자 기록을 저장할 공간구축을 하는 것이다.

HL7 FHIR의 PHR 시나리오에 따르면, 전자의무기록시스템이 제3의 의료정보시스템인 모바일 어플리케이션 또는 웹 포털을 경유하여 사용자가 소유하고 있는 의료기록에 접근하는 것이며, 자원의 검색, 읽기, 작업을 지원하는 FHIR 서버를 노출시키며, 방법을 위해 RESTful API를 제공한다. RESTful API는 서버에서 개별적인 자원이 특정한 유형으로 수집되고 관리될 수 있도록 FHIR 자원의

규정을 기술한 것이다. REST 기능은 사용자 요구사항을 독립적으로 검색하기 때문에 기존의 표준문서 보다 신속한 데이터 처리를 하며, RESTful 프레임워크, 트랜잭션은 HTTP(Hypertext Transfer Protocol) 요청/응답을 사용하는 서버 자원에서 즉시 수행된다[14-16].

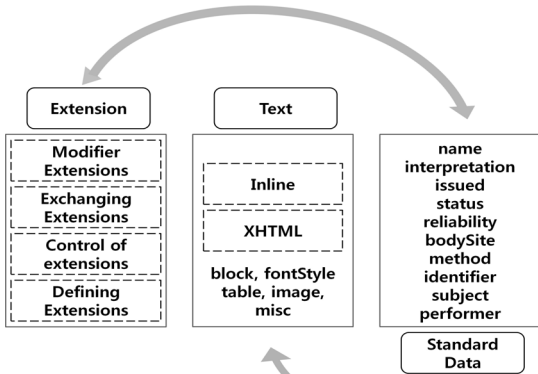
전자의무기록시스템은 환자 정보 업데이트, 투약 내역, 관찰(혈압모니터)를 허용하기 위해 보호자가 환자 기록에 접근할 수 있도록 하는 기능을 추가할 수도 있다. 전자의무기록 시스템은 보안이벤트 자원을 이용하여 환자의 접근을 허용하는데, RESTful API의 모든 사용을 위해서는 이 자원을 통해 로그인을 해야만 한다[6].

FHIR 문서는 확장을 통해 자원을 추가할 수 있으며, 레고블럭처럼 특정한 자원들만 표현할 수 있도록 지원한다. 문서는 크게 확장, 텍스트 그리고 표준데이터컨텐츠 세 부분으로 구성된다. 확장 기능에는 수정확장(Modifier Extensions), 교환확장(Exchanging Extensions), 확장제어(Control of extensions) 그리고 정의확장(Defining Extensions) 등이 있다[14, 15]. Healthcare의 상황은 정보를 교환하는 응용프로그램 간에 서로 다른 자원으로 확장하는 경우가 발생할 수 있기 때문에 FHIR 사양에서는 기본 규칙을 제공한다. 확장제어는 단 일의 자원 영역에서 모든 컨텐츠 항목들을 사용하기 보다는 자원 구조의 간결성과 단순성을 유지하기 위한 확장을 통해 컨텐츠 항목을 분류하여 정의한다. 확장 요소는 URI 기반으로 이용할 수 있고 HL7에서는 공개적으로 액세스할 수 있는 테스트 레지스터리를 지원한다. 정의확장은 자원 및 요소 타입을 이용할 수 있다. 이는 확장하는 자원의 프로파일을 추가로 정의하거나 요소 타입에 제약 조건을 적용한다. 단, FHIR 사양에 정의된 요소만 사용이 가능하다[16].

텍스트는 자원의 컨텐츠를 요약하여 나타내며 알아보기 쉽도록 정의할 수 있다. 텍스트의 표현은 서술 또는 XHTML(eXtensible Hypertext Language)로 기술할 수 있다. XHTML의 컨텐츠는 head를 포함하지 않으며 body 엘리먼트, 외부 스타일시트 참조, 글씨체, 프레임, 개체 또는 이벤트 관련 속성으로 구성할 수 있다. FHIR 실행 라이브러리는 텍스트(text) 타입을 Narrative로 정의한다. Narrative에서 XHTML은 외부·내부의 CSS(Cascading Style Sheets)으로 지정 가능하다. 외부 스타일은 XHTML 엘리먼트의 id 속성을 통해 사용하고 내부 스타일은 XHTML 엘리먼트에서 스타일 속성을 직접 사용한다.

표준데이터컨텐츠는 FHIR 사양에서 지원하는 공통적인 요구사항의 요소를 이용할 수 있다. 모든 요소를 통합하여 정의 한다면 복잡하고 구현이 어려우므로 Healthcare

정보의 공통적인 요구사항을 이용한다. FHIR의 자원 중 관찰(Observation)을 살펴보면, 환자와 기기 또는 다른 주체에 의해서 측정되는 Healthcare의 중심 요소이다. 일반적으로는 활력증후(vital signs), 임상 검사, 기기를 통한 측정 치수 그리고 개인 특성(키, 몸무게) 등의 진찰에 이용한다[16]. FHIR 기반의 관찰 문서화 과정은 그림 1과 같다.



(그림 1) 자원에서 관찰 문서화
(Figure 1) Documentation of observation in resources

2.2 국내 연구

개인의 건강관리를 위한 어플리케이션의 연구는 활발히 진행되고 있고[17,18], 혈압관리를 위한 어플리케이션은 현재 활용되고 있다[19,20]. 경희대학교에서 개발한 u-DailyCare 어플리케이션은 혈압계나 당노기와 같은 개인건강기기로부터 생체 정보를 실시간 수집함과 동시에 서버에 전달한다. 어플리케이션은 주치의와 사용자 사이의 피드백을 제공하기 위해 중간 매개체로 이용하였다[18]. 동명대학교에서는 다양한 홈 Healthcare 의료기기를 이용하여 사용자의 신체 상태를 관찰함으로써 예방적 건강관리와 웰니스(Wellness)를 위한 U-Healthcare 서비스 시스템을 설계하였다. 스마트 폰은 의료기기와 Healthcare 시스템 서버간의 중개 역할을 하고 표준전송모델은 HL7 CDA를 이용하였다[11].

기존 연구는 환자 스스로가 만성질환 관리가 가능하여 건강을 증진 시킬 수 있다. 또한 환자는 개인의료기기로 측정된 생체 정보에 대한 권한을 부여받는다. 하지만 어플리케이션의 데이터 처리 과정에서는 표준전송모델을 이용하지 않았고[18], 표준전송모델을 이용한 연구는 문

서의 구조적 의미가 복잡하여 개발과 상용화가 어려운 CDA를 적용하였다[11]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 기존의 표준전송모델보다 개발이 용이한 FHIR를 이용한다.

2.3 국외 연구

개인의 건강관리를 위한 대표적인 서비스는 마이크로소프트사의 HealthVault와 구글사의 GoogleHealth가 있다. HealthVault는 만성질환자들의 연속적인 건강관리와 가족 건강을 통합적으로 관리할 수 있는 시스템을 만들고자 2007년부터 서비스를 시작하였고 이 플랫폼은 소비자들에게 데이터 스토리지를 제공하여 각 개인의 의료 정보를 담을 수 있다. 또한 보험사, 의사, 약사에게 도움도 받을 수 있다[21]. 그러나 사용자가 직접 입력해야 하는 불편함 때문에 소비자에게 큰 주목을 받지 못하고 있다. Google Health는 소비자 중심의 의료체계를 제공하고자 2008년부터 서비스를 시작하였고 건강 의료기록을 온라인에서 관리하고 전문인과 상담이 가능하다. 이는 혈당, 혈압, 수면량, 알러지, 진료기록 그리고 건강검진결과를 지속적으로 관리할 수 있다. 이 정보는 병원에 제공할 수 있고 응급상황에서도 이용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 Google Health는 2011년에 흥미부진, 신뢰성 부족, 소극적인 마케팅, 보험문제 그리고 자신이 모든 정보를 입력해야 하는 불편함으로 인해 종료되었다[22]. 이런 사례에 따라 본 연구에서는 사용자가 개인의료기기로 혈압 상태를 측정할 때 Bluetooth HDP 기반으로 혈압계와 어플리케이션을 연동함으로써 혈압 수치가 어플리케이션에 자동입력 되도록 한다.

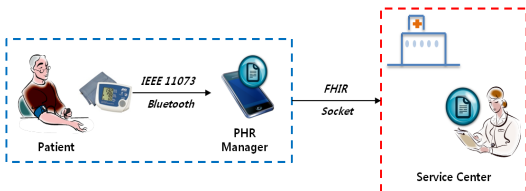
현재 FHIR 관한 연구로서는 기능 분석[23] 또는 기존의 표준 버전과의 기능을 비교한 것이 있다[24]. FHIR는 HL7 전문위원회에 의해 HL7 메시지를 개선시킬 수 있는 방법과 사용자의 수가 적은 v3를 위해 새로운 접근방식을 논의한 결과이며, FHIR의 원래 초기 이름은 RFH (Resources for Health)이었다. FHIR의 시작점은 HL7 v2와 v3의 처리 과정이나 결과물일 수 있다. REST 실행은 기본적으로 1)HTTP의 명시적인 사용 2)비저장 3)URI와 같은 구조 4)자원 표현을 위해 XML, JSON 이용, 4가지를 허용한다. RESTful 아키텍처의 장점은 모바일폰과 태블릿에 적합한 빠른 전송과 데이터 구조를 허용하여 복잡하지 않은 인터페이스를 포함한다. 또한 간단한 구조이므로 개발이 용이하다[24]. 자원 그리고 관계형 데이터베이스의 동작과 매우 흡사하며, 정보구조는 생성, 갱신, 삭제,

수정 등으로 정의된다. FHIR는 인터넷을 통해 제공 중인 테스트 서버를 포함하며, 여러 플랫폼에 대한 구현 예제를 제공한다[16]. FHIR의 자원은 의료정보 교환을 위해 주요 요소를 정의하는 것을 목표로 하고 있다. FHIR 개발 팀은 총 150개의 자원들이 있을 것으로 추정하였다[24].

3. FHIR 기반 서비스 모델

3.1 FHIR 기반 서비스 모델 설계

본 연구에서는 고혈압 환자들을 위해 스마트폰 어플리케이션을 이용하여 시간과 장소에 구애받지 않고 일상에서 자가 건강관리가 가능한 그림 2와 같은 서비스 모델을 설계하였다. 환자들은 개인건강기기를 이용하여 혈압을 측정하고 측정된 혈압 데이터는 Bluetooth HDP 모듈을 기반으로 IEEE 11073-10407 PHD 통해 PHR Manager로 전송된다. PHR Manager는 개인건강기기에서 IEEE 11073-10407 PHD 표준으로 전송되는 혈압 데이터를 수집한다. 수집된 혈압 데이터는 미국국립보건원(National Institute of Health, NIH)에서 제시한 고혈압 분류표를 기반으로 결과를 평가하였다. 또한 PHR Manager는 혈압 수치를 이용하여 HL7 FHIR 기반의 문서화를 수행한다. 의료서비스센터에서는 인터넷을 통해 FHIR 문서를 확인할 수 있다.



(그림 2) FHIR 기반의 서비스 모델

(Figure 2) Service model based on FHIR

3.2 FHIR 기반 서비스 모델 구성 요소

안드로이드 스마트 폰은 갤럭시 플레이어 모델 YP-GB700을 사용하였고(그림 3(a)), 혈압기기는 A&D 회사에서 Continua 인증을 받은 모델 UA-767PBT-C (Upper Arm Blood Pressure Monitor Continua)을 사용하였다(그림 3(b)).



(a) 안드로이드 스마트폰
(a) Android smartphone



(b) 전자혈압기
(b) Electronic manometer

(그림 3) 연구 장비

(Figure 3) Research equipment

UA-767PBT-C는 블루투스 기능이 탑재되어 있고 스마트폰은 블루투스 신호의 자동 검색이 가능하다. 따라서 UA-767PBT-C와 스마트폰 사이의 무선 통신은 블루투스를 경유할 수 있다.

고혈압 판단기준은 2003년에 미국국립보건원(National Institute of Health, NIH)의 심장·폐·혈액연구소(National Heart, Lung, and Blood Institute)와 고혈압의 예방·발견·평가·치료를 위한 국립합동위원회에서 함께 발표한 성인 고혈압 분류에 기반 한다[25]. 혈압 수치의 평가는 정상혈압, 고혈압 전단계, 경도 고혈압 그리고 중등도 이상 고혈압 등 네 종류로 구분된다(표 1).

(표 1) 성인 고혈압 분류

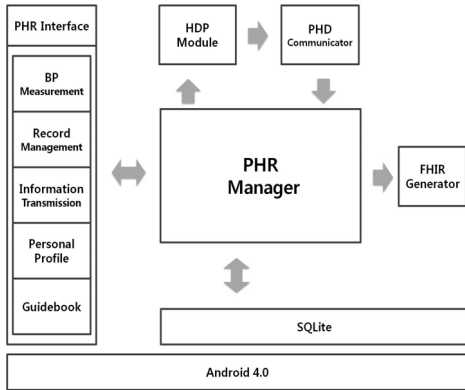
(Table 1) Classification of adult hypertension

혈압 분류	수축기압	이완기압
정상	<120	<80
전고혈압	120-139	or 80-89
1 단계 고혈압	140-159	or 90-99
2 단계 고혈압	≥160	or ≥100

3.3 FHIR 기반 서비스 모델 구현

3.3.1 어플리케이션 플랫폼 구현

혈압계와 서비스 센터간의 중간 매체를 위해서는 Blood Pressure Monitor 어플리케이션을 개발하였다. PHR 어플리케이션은 안드로이드 4.0을 기반으로 하여 구현하였다.



(그림 4) 어플리케이션 구조
(Figure 4) Architecture of application

Blood Pressure Monitor는 PHR Interface, PHR Manager, PHD Communicator, HDP Module, FHIR Generator, SQLite 로 구성된다.

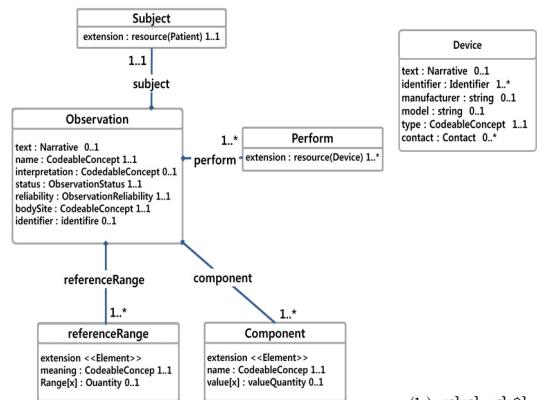
고혈압 환자는 PHR Interface를 통해서 혈압관리 서비스를 받으며, 혈압 데이터 처리를 위해 혈압계와 스마트폰 간의 상호작용을 설계 한 것이다. 사용자에게 제공하는 기능은 혈압측정, 측정기록관리, 측정정보전송, 개인정보 설정, 가이드라인 등이다. 혈압측정은 PHD Communicator, HDP Module를 통해 사용자가 혈압을 측정한 후, 혈압 수치를 수집하는 작업을 수행하며, 측정기록관리는 사용자가 측정한 데이터 기록을 열람 또는 관리를 할 수 있다. 측정정보전송은 사용자가 특정한 의료서비스센터에 혈압 문서를 보낼 수 있으며, 문서는 FHIR Generator에서 생성된다. 가이드라인은 기능의 사용방법과 사용자가 혈압 수치를 평가할 수 있도록 고혈압 판단 기준을 제시하였다.

PHR Manager는 PHD Communicator, HDP Module, SQLite, FHIR Generator 등 네 가지 기능을 통제하여, Blood Pressure Monitor 어플리케이션을 제어하기 위한 목적으로 구현하였다. PHD Communicator는 정보통신 표준인 IEEE 11073 기반의 HDP Module와 PHD를 통해 혈압계로부터 측정한 데이터를 처리한다. HDP Module은 Bluetooth HDP(Health Device Profile)를 이용하여 구현하였으며, 이는 케이블이 없는 혈압모니터, 체중계, 당뇨 측정기, 온도계, 산소포화도 측정기 등 개인의료기기와 데이터를 수신할 수 있는 모바일 폰, 컴퓨터, 노트북 기반의 응용프로그램과의 연결을 위해 규정한 프로파일이다[26]. HDP Module은 혈압계와 스마트폰 간 블루투스 통신을 위한 것으로 연동처리를 실행한다. 두 기기간의 연결은

스마트 폰의 블루투스 검색모드에서 혈압계로 설정하는 것으로부터 시작한다. 각 장치가 서로를 감지한 뒤, 스마트폰에서는 혈압계에게 암호키를 요구하고, 수신한 암호키의 유효성 검증을 하면 두 기기는 페어링 된다[27]. 즉 혈압계에서 측정한 혈압 수치는 스마트폰으로 전송할 수 있는 상태이다. IEEE 11073 PHD는 매니저 디바이스(개인컴퓨터, 핸드폰, 건강기기, 셋톱 박스)와 에이전트 디바이스(체중계, 활동모니터, 혈압모니터) 간의 통신에서 교신 상대의 선택 및 접속 그리고 건강정보 전송을 위한 프로토콜이다[28]. 이를 기반으로 PHD Communicator를 구현하였다. 이는 HDP Module에서 혈압계와 스마트폰이 페어링 된 후, 데이터의 표준 포맷 형태로 혈압 수치를 수신하기 위해 혈압모니터와 통신한다. FHIR Generator는 SQLite에 저장되어 있는 사용자의 혈압 측정 기록과 환자정보를 이용하여 FHIR 문서의 텍스트와 표준 데이터컨텐츠의 요소를 정의하며 문서화를 수행하는 역할이다. SQLite는 안드로이드 운영체제에 내장된 데이터베이스로 개인정보, 혈압측정 데이터, 의료서비스센터의 IP 관련 정보 등을 저장하고 관리한다.

3.3.2 FHIR 문서화

문서화는 PHR Manager에서 수집된 혈압수치 데이터를 이용하여 HL7에서 지원하는 v0.12 FHIR 기반 구조로 하였다.



(a) 관찰 자원 (a) Observation of the resource
(b) 기기 자원 (b) Device of the resource

(그림 5) FHIR 기반 엘리먼트와 데이터 타입
(Figure 5) Element and Data Type based on FHIR

자원은 FHIR의 Observation을 이용하였고 이를 중심으로 환자(Patient)와 혈압기(Device)의 자원으로 확장하였다. 또한 사용자의 진단명, 검사명, 관찰 부위 그리고 단위 등의 문맥도 확장하였다. 확장한 문맥은 이용한 코드 타입, 접근 경로 그리고 코드를 표현한 문자들로 정의하였다. 코드를 참조하기 위한 접근 경로는 URI를 이용하였고 코드는 LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes), ICD-10 (International Statistical Classification of Diseases) 그리고 SNOMED-CT(Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms)의 국제표준용어체계를 코드시스템으로 정의하였다.

텍스트는 사용자 ID, 날짜, 검사명 그리고 수치 등으로 요약하였고 테이블 형태로 표현하였다. 텍스트 타입은 FHIR의 실행 라이브러리에서 제공하는 스키마의 Narrative로 정의하였고 항상 사람에게 지원하기 위한 대비책 기술로 포함하였다[16].

표준데이터콘텐츠는 관찰 상황, 관찰 부위, 결과, 정보 신뢰성 정도, 수행자, 혈압 측정값(이완기, 수축기) 그리고 단위 등의 name/value를 쌍으로 정의하였다. 혈압 관찰의 요소 및 데이터 타입은 그림 5(a)와 같이 정의하였다. 혈압 관찰의 수행자는 혈압계의 자원으로 확장되었고 요소 및 데이터 타입은 그림 5(b)와 같이 정의하였다.

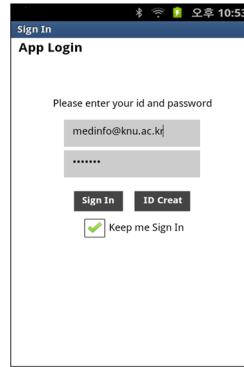
4. 결 과

본 연구에서는 안드로이드 4.0 기반의 Blood Pressure Monitor 어플리케이션을 개발하였다. 혈압계와 Blood Pressure Monitor간의 연결은 Bluetooth HDP 모듈 기반으로 하였고 혈압의 측정수치는 IEEE 11073-10407 PHD 기반으로 데이터처리를 하였다.

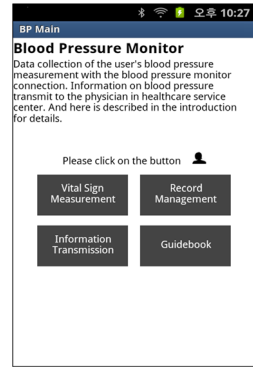
Blood Pressure Monitor는 수신한 혈압 데이터를 이용하여 HL7 FHIR 기반의 문서화를 수행하였다. 그림 6은 Blood Pressure Monitor의 로그인과 메인 화면이다. 사용자는 우선 ID를 생성한 후 로그인을 할 수 있다(그림 6(a)). 메인화면은 생체신호측정, 측정기록관리, 측정정보 전송, 개인프로필 그리고 가이드라인 등으로 구성 한다(그림 6(b)).

생체신호측정에서는 혈압계 모델을 선택하고 혈압을 측정할 수 있다(그림 7(a)). 측정된 혈압 데이터는 Blood Pressure Monitor의 수축기, 이완기 그리고 맥박 등의 텍스트박스에 자동입력 되었고 SQLite에 저장이 가능하다. 혈압수치의 평가는 미국국립보건원의 연구소와 국립합동

위원회에서 제시한 성인 고혈압 분류를 기반으로 하였다. 그리고 사용자에게 혈압수치와 평가 결과를 제공하였다(그림 7(b)).

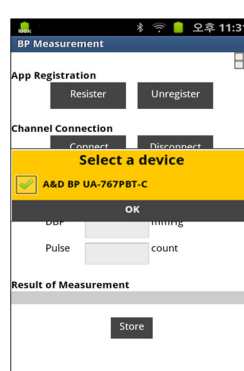


(a) 로그인 화면
(a) login screen

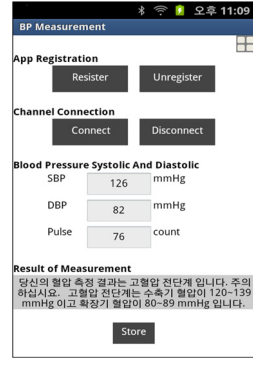


(b) 메인 화면
(b) main screen

(그림 6) 혈압 모니터링 개인건강기록 인터페이스 I
(Figure 6) PHR interface for blood pressure monitor I



(a) 기기 선택
(a) Device selection

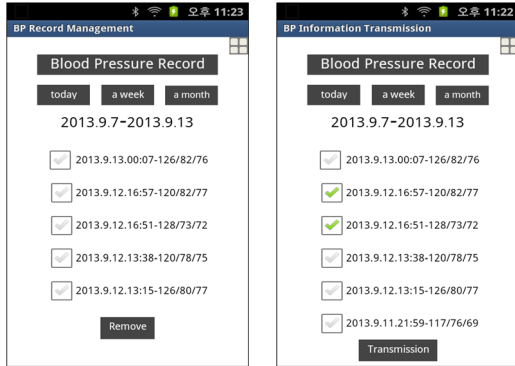


(b) 측정 결과
(b) Result of measurement

(그림 7) 혈압 모니터링 개인건강기록 인터페이스 II
(Figure 7) PHR interface for blood pressure monitor II

Blood Pressure Monitor는 혈압 데이터를 Fig. 8과 같이 하루, 일주일 그리고 한 달 단위로 확인하였다. 측정기록 관리와 측정정보전송 화면은 날짜, 시간, 수축기, 이완기 그리고 맥박 등으로 구성하였다. 특정 혈압데이터는 체크박스를 통해 삭제하거나(그림 8(a)), 개인프로필에서 해당

기관의 IP와 Port를 입력하고 의료서비스센터로 전송할 수 있다(그림 8(b)).



(a) 기록 관리
(a) Record management
(b) 정보 전송
(b) Information transmission

(그림 8) 혈압 모니터링 개인건강기록 인터페이스 III
(Figure 8) PHR interface for blood pressure monitor III

Blood Pressure Monitor에서 혈압데이터의 전송은 PHR Manager가 FHIR 기반의 혈압 문서를 생성하고, 설계한 FHIR 스키마로 유효성 검증 후 이행되었다. 의료서비스센터에서는 Blood Pressure Monitor에서 송신한 FHIR 기반 혈압정보를 담은 문서를 볼 수 있다(그림 9).

ID	medinfo@knu.ac.kr	
Name	Blood pressure systolic and diastolic	
Data Time	S/D [BP]	Unit (mmHg)
2013.9.12 16:57	Systolic Blood Pressure	120
	Diastolic Blood Pressure	82
	Pulse	77
2013.9.12 16:51	Systolic Blood Pressure	128
	Diastolic Blood Pressure	73
	Pulse	72

(그림 9) 문서 브라우징
(Figure 9) Browsing document

5. 결 론

고혈압으로 인한 사망자는 전 세계 사망인구의 큰 비중을 차지하며 고혈압 발병률은 해마다 증가하고 있는 추세로서 고혈압 환자가 매일 병원을 방문하지 않고도 언제 어디서든 장소 또는 시간에 구애를 받지 않고 지속적으로 건강관리를 할 수 있는 mHealth 서비스와 관련

된 기술들이 필요한 시점이다. 국내·외에서는 의료비 지출을 절감하고 만성질환관리를 위해서는 mHealth 또는 원격진료 등이 IT기술을 이용한 융합의료기술이 필요하다는 분석도 나왔다[29]. mHealth 환경에서 고혈압 환자에게 안전한 건강관리를 제공할 수 있는 국제표준모델 HL7 FHIR이 소개되었기에 본 연구는 이를 기반 한 생체정보 교환 서비스 모델을 설계하고 구현하였다는 데 큰 의의가 있을 것이다.

현재 국제 표준모델 IHE(Intergrating the Healthcare Enterprise)의 MHD(Mobile access to Health Document) 프로파일과 HL7 FHIR은 함께 개정 작업을 진행하고 있다. HL7 FHIR 표준과 IHE MHD 프로파일은 스키마와 세부 사항에서 약간의 차이점이 존재한다. IHE은 FHIR에서 개정된 부분들을 MHD 프로파일에 업데이트 할 예정이다 [30]. 기존의 표준전송모델보다 mHealth 환경의 데이터에 접근이 용이한 HL7 FHIR를 이용하였다는데 의의가 있다.

본 연구의 어플리케이션은 혈압 정보를 의료서비스센터로 전송할 수 있지만 의료서비스센터로부터 정보 수신은 불가능하다. 그리고 혈압 수치 평균과 그래프의 기능은 존재하지 않는다. 사용자는 측정한 혈압 데이터를 하루·일주일 단위로 평균 수치를 확인할 수 있다면 사용자 스스로가 보다 질 높은 혈압 관리할 수 있을 것이다. 향후에는 당뇨환자를 위해서 임상전문가의 피드백, 평균 그리고 그래프 기능을 추가한 서비스 모델의 연구를 진행할 계획이다.

참 고 문 헌(Reference)

- [1] World Health Organization, <http://www.who.int>.
- [2] World Health Organization. *Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk*. p.1-7, World Health Organization, 2009.
- [3] P. M. Kearney, M. Whelton, K. Reynolds, P. Muntner, P. K. Whelton, J. He, "A global burden of hypertension: analysis of worldwide data", *The Lancet*, Vol. 365, No. 9455, pp. 217 - 223, 2005.
- [4] A. Alwan, D. R. MacLean, L. M. Riley, Edouard Tursan d'Espaignet, C. D. Mathers, G. A. Steven, D. Bettcher, "Monitoring and surveillance of chronic non-communicable diseases: progress and capacity in high-burden countries", *The Lancet*, Vol. 376, No. 9755, pp. 1861 - 1868, 2010.

- [5] Statistics Korea, <http://kostat.go.kr/portal/korea>.
- [6] J. M. Park, "Technological Issues for Body Information Monitoring", *Korea Information and Communications Society*, Vol. 38, No. 2, pp. 105-114, 2013.
- [7] mHealth, <http://en.wikipedia.org/wiki/MHealth>.
- [8] GlobalData. mHealth: Healthcare Goes Mobile, <http://healthcare.globaldata.com/media-center/press-releases/medical-devices/mhealth-healthcare-goes-mobile>.
- [9] Healthcare Information and Management Systems Society, <http://www.himssanalytics.org>.
- [10] Mobile Health Year in Review. <http://histalk.mobile.com/mobile-health-year-in-review>.
- [11] J. H. Jeon, J. P. Kim, A. S. Oh, "A Study on the Mapping Method of IEEE 11073 DIM/HL7 v3 RIM for Smart health-care", *Korea Information and Communications Society*, pp. 842-845, 2012.
- [12] System and Method for Interchanging Medical Data Between Hospitals, <http://www.kipris.or.kr>.
- [13] P. Gordon, E. Camhi, R. Hesse, M. Odlum, R. Schnall, M. Rodriguez, E. Valdez, S. Bakken, "Processes and outcomes of developing a continuity of care document for use as a personal health record by people living with HIV/AIDS in New York City", *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 81, No. 10, pp. e63-73, 2012.
- [14] Standard of Next Generation HL7 FHIR, <http://www.hl7.org/implement/standards/fhir/index.html>.
- [15] Introducing HL7 FHIR, <http://www.hl7.org/implement/standards/fhir/fhir-summary.pdf>.
- [16] FHIR Specification-IFast Health Interoperability Resources v0.12, <http://www.hl7.org/implement/standards/fhir/fhir-book.html>.
- [17] S. I. Kang, A. S. Oh, "A design and implementation of mobile healthcare system based on smart gateway", *Korea Information and Communications Society*, Vol. 16, No. 9, pp. 1970-1976, 2012.
- [18] D. H. Kim, S. H. Kim, K. R. Cho, J. S. Cho, "u-DailyCare: Design and implementation of prevention and management service for chronic and adult disease", *Korea Computer Congress*, Vol. 39, No. 1, pp. 197-199, 2012.
- [19] Blood Pressure Monitor Family Lite, <http://nstore.naver.com/appstore/web/detail.nhn?productNo=591259#>.
- [20] Measurement Notebook, <http://nstore.naver.com/appstore/web/detail.nhn?productNo=1041452>.
- [21] Microsoft HealthVault Personal health record system, <https://www.health-vault.com/kr/ko>.
- [22] Google Health Failure, <http://chodooy.tistory.com/59>.
- [23] B. W. Genereaux, D. K. Dennison, "REST Enabling the Report Template Library", *Journal of Digital Imaging*, pp. 1-6, 2014.
- [24] B. Duane, K. Sartipi, "HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange", *Computer-Based Medical Systems (CBMS)*, pp.1-6, 2013.
- [25] National Institute Health, <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/hypertension/express.pdf>.
- [26] Bluetooth Special Interest Group, *Health Device Profile Specification*. p.1-44, 2012.
- [27] P. Bhagwat, "Bluetooth: Technology for short-range wireless", *IEEE Internet Computing*, Vol. 5, No. 3, pp. 96-103, 2001.
- [28] The Institute of Electrical and Electronics Engineers. *ISO/IEEE 11073-20601 Standard for Health Informatics-Personal Health Device Communication-Application Profile-Optimized Exchange Protocol*. p.1-198, International Organization for Standardization/Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2009.
- [29] mHealth Trends and International Cases, http://info.khidi.or.kr/www/khidipob_trend_view.jsp?bs=403&seq=710.
- [30] Mobile Access to Health Documents (MHD), [http://wiki.ihe.net/index.php?title=Mobile_access_to_Health_Documents_\(MHD\)](http://wiki.ihe.net/index.php?title=Mobile_access_to_Health_Documents_(MHD)).

◎ 저 자 소개 ◎



조 훈

1980년 서울대학교 수학과 졸업(학사)
1986년 미국 남캐롤라이나주립대학 대학원 전산학과 졸업(석사)
1992년 미국 유타주립대학 대학원 의료정보학과 졸업(박사)
1999년~현재 경북대학교 의료정보학과 교수
관심분야 : 알고리즘, 의료영상시스템, HL7, 유비쿼터스 헬스케어
E-mail : hunecho@knu.ac.kr



원 주 옥

2013년 대구한의대학교 IT의료산업학과 졸업(학사)
2014년~현재 경북대학교 대학원 의료정보학과 석사과정
관심분야 : 개인건강기록, FHIR, CDA, XML
E-mail : 20132890002@knu.ac.kr



홍 해 숙

1977년 경북대학교 간호학과 졸업(학사)
1979년 경북대학교 대학원 간호학과 졸업(석사)
1990년 대구대학교 대학원 생물학과 졸업(박사)
1979년~현재 경북대학교 간호대학 교수
관심분야 : 방문간호, 유전정보, 간호용어체계, 기초간호과학
E-mail : hshong@knu.ac.kr



김 화 선

2003년 인제대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)
2007년 경북대학교 대학원 의료정보학과 졸업(의료정보학박사)
2011년 경북대학교 대학원 간호학과 졸업(간호학박사)
2011년~현재 대구한의대학교 IT의료산업학과 교수
관심분야 : u-Healthcare, HL7, 모바일 헬스케어
E-mail : pulala@paran.com