

건강정보 교환 표준에 기반한 유비쿼터스 헬스케어 시스템 개발

Development of an Ubiquitous Healthcare System based on Health Information Exchange Standards

이인근* · 김화선** · 조훈*†

In Keun Lee, Hwa Sun Kim, and Hune Cho[†]

*경북대학교 의학전문대학원 의료정보학교실

**대구한의대학교 IT의료산업학과

요 약

의료 환경의 변화로 인해 개인의 건강관리를 위한 유비쿼터스 헬스케어(u-헬스케어) 서비스 및 시스템에 관한 관심이 증대되고 있다. u-헬스케어 시스템은 기본적으로 생체신호를 측정하기 위한 개인건강기기, 무선통신을 통해 개인건강기기로 부터 전송되는 정보를 수집하는 정보수집기, 그리고 정보수집기로부터 전송되는 개인건강정보를 저장하고 관리하기 위한 건강정보시스템 등과 같은 다양한 기기와 시스템이 결합된 복합적인 환경으로 구성되어 있다. 이러한 기기 및 시스템 사이의 상호운용성을 위해 국제적으로 IEEE 11073이나 HL7과 같은 건강정보 교환 표준들이 발표되었으나, 국내에서는 이러한 표준을 적용한 u-헬스케어 시스템의 개발하여 실제 환경에 적용한 연구가 많지 않다. 따라서 본 논문에서는 건강정보 교환을 위한 국제 표준에 기반하여 혈당, 혈압, 체성분과 같은 건강정보를 관리할 수 있는 u-헬스케어 시스템을 개발한다. 또한 경북대학교병원 내분비계 질환자 대상의 임상시험을 통해 개발한 시스템의 안정성을 검증하고, 운영 과정에서의 문제점 및 개선 방안을 찾는다.

키워드 : 유비쿼터스 헬스케어, 개인건강기기, 건강정보시스템, 상호운용성, IEEE 11073, HL7

Abstract

As changed the clinical environment, the interest on u-Healthcare service and systems has been increased. The ubiquitous healthcare(u-Healthcare) systems are constructed at the integrated environment that consists of various devices and systems basically such as personal health devices(PHDs) measuring body signals, information aggregators gathering the data transmitted from PHDs through wireless technology, and health information systems storing and managing personal health information transmitted from the information aggregators. International standards such as IEEE 11073 and HL7 have been specified for the interoperability of PHDs and health information systems, but the research on u-Healthcare systems that were developed and applied in the real clinical environment by adopting the standards was rarely conducted. Therefore, we developed an u-Healthcare system which can manage personal health information, such as blood glucose, blood pressure, and body composition, based on health information exchange standards. Moreover, we verified the stability of the developed system through clinical trial in patients with endocrine disease at the Kyungpook National University Hospital, and listed problems occurred during clinical trial and found their solutions.

Key Words : ubiquitous healthcare, personal health devices, health information system, interoperability, IEEE 11073, Health Level seven

1. 서 론

접수일자: 2012년 3월 14일

심사(수정)일자: 2012년 5월 3일

게재확정일자 : 2012년 5월 4일

† 교신 저자

본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2011-0026260)

의료 및 과학기술의 발전으로 인해 국제적 의료 패러다임의 변화가 가속화 되고 있다. 그에 따라, 질병 치료 목적으로 의료 서비스를 제공 받던 환자들이 점차 지속적인 건강관리를 통해 질병을 예방할 수 있는 의료 서비스를 요구하고 있다. 또한 고령화로 인한 노인성질환의 치료와 관리가 필요한 인구가 증가함에 따라 의료분야의 예산 부족 현상이 사회적 문제로 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 노력으로, 최근 미국에서는 경기부양법안 (American Recovery and Reinvestment Act of 2009: ARRA)과 건강정보기술

(Health Information Technology for Economic and Clinical Health: HITECH) 법안을 통해 미국 의료기관의 정보화를 개선하려 하고 있다[1].

이러한 변화와 요구에 따라 유비쿼터스(ubiquitous) 기술을 이용한 u-헬스케어(u-Healthcare) 서비스가 새로운 의료산업으로 주목받고 있다[2-5]. 즉, 의료 기관에서는 기존 의료 서비스에서의 복잡한 검사 절차와 단발적인 진료 서비스 문제를 개선함으로써 환자가 지속적인 건강관리 서비스를 제공받을 수 있도록 하기 위한 효율적인 전자적 건강 및 진료 전달체계 방법을 모색하고 있다. 예를 들어, 혈당측정기나 혈압측정기와 같은 개인건강기기(Personal Health Device: PHD)를 이용하여 환자의 생체 정보를 측정하고, 측정된 환자의 건강 정보를 유·무선 네트워크를 통해 원격지에 있는 건강정보시스템에 기록한다. 또한 의료 서비스 제공자는 건강정보시스템에 기록된 정보를 기반으로 환자의 건강을 관리함으로써, 환자는 시간과 장소에 구애받지 않고 당뇨나 고혈압과 같은 만성질환의 장기적 관리가 가능하다. u-헬스케어 서비스가 가능하도록 하기 위해서는 (1)생체신호 측정 장치 개발, (2)생체 정보의 전송, (3)생체 정보 관리 시스템의 개발과 같은 선행 연구가 지속적으로 수행되어야 하며, 이들과 관련된 기술들이 통합 운용이 가능한 환경이 구성되어야 한다. 특히, 국내에서 생산되는 대부분의 개인건강기기는 제조업체에서 별도로 정의한 전송규칙을 이용하여 데이터를 전송하므로 기기 및 시스템 간에 호환이 되지 않는 문제가 있다. 이는 국내의 u-헬스케어 산업의 성장 및 세계화의 장애요소로 작용하고 있다[4].

최근에는 의료기기 및 의료정보 시스템 간의 상호운용이 가능하도록 하기 위해, 개인건강기기와 정보수집기¹⁾ 사이의 정보 교환을 위한 IEEE 11073, 그리고 인터넷을 통해 의료정보 시스템 사이에 의료정보를 교환하기 위해 HL7[6](Health Level Seven)과 같은 건강정보 전송 및 교환 표준들이 개발되었다. 또한, 이러한 국제 표준을 탑재함으로써 기기 및 시스템 간에 상호운용 가능하게 하고, Continua Health Alliance[7]로부터 인증 받은 개인건강기기가 판매되고 있다. 이러한 의료정보 교환 표준의 적용에 대한 국제적 요구에 따라, 국내에서도 국제 표준에 기반하여 개인건강기기와 건강정보시스템을 연동한 u-헬스케어 시스템을 구성하는 연구가 수행되었다[2, 3, 8-14]. 그러나 기존의 국내 연구에서는 국제 표준에 기반하여 u-헬스케어 환경을 구성하기 위한 모듈을 개발[2, 3, 9, 10]하거나, 개발한 u-헬스케어 시스템의 검증을 위한 실험실에서의 모의 실험을 수행[2, 8, 9]한 연구가 대부분이다. 따라서 국제 표준을 적용한 u-헬스케어 시스템의 상용화를 위해서는 실험실 수준의 시험뿐만 아니라 의료서비스가 제공되는 실제 임상 환경에서의 시험 운영을 통해 개발한 시스템의 안전성과 실효성을 검증할 필요가 있다.

본 논문에서는 건강정보 교환을 위한 국제표준에 기반하여 u-헬스케어 시스템을 개발한다. 또한 개발한 시스템의 안정성을 검증하기 위해 경북대학교병원에서 내

분비계 질환자와 일반인을 대상으로 혈당, 혈압, 체성분에 대해 개발한 시스템의 임상시험을 수행한다. 그리고 임상시험 과정에서 발생한 시스템의 구조 및 운영 과정에서의 문제점을 분석하여 시스템의 개선 방안을 찾는다.

본 논문의 2장에서는 국제 표준에 기반하여 정보 교환이 가능한 u-헬스케어 시스템을 구성하는 방법을 설명한다. 3장에서는 개발한 시스템을 대학병원의 만성질환 입원환자를 대상으로 수행한 임상시험의 방법과 결과, 그리고 임상시험 과정에서 발견한 문제점 및 시스템 개선방안을 제시한다. 그리고 4장에서는 결론 및 향후 연구 목표를 제시한다.

2. 건강정보 교환 표준 기반의 u-헬스케어 시스템

2.1 u-헬스케어 모니터링 시스템 구성

의료인이 원거리에서 만성질환자의 지속적인 건강관리 서비스를 제공할 수 있도록 하는 건강정보 모니터링 환경은 그림 1과같이 구성된다. 즉, 개인건강기기를 이용하여 환자의 생체신호를 측정하고, 이 생체신호는 블루투스를 통해 근거리의 정보수집기로 전송된다. 정보수집기는 개인건강기기에서 IEEE 11073 표준으로 전송되는 생체신호 정보를 수집하고, 이 정보를 다시 HL7 표준 메시지로 변환하여 인터넷과 연결된 건강정보시스템으로 전송한다. 건강정보시스템은 전송된 HL7 메시지를 처리하고, 다시 정보수집기에 응답 확인 메시지를 전송한다.



그림 1. 국제표준 기반의 u-헬스케어 시스템
Fig 1. u-Healthcare system based on the international standards

그림 1의 u-헬스케어 시스템을 구성하기 위해 다음과 같은 장비 및 소프트웨어를 이용한다. 혈압(Blood pressure), 혈당(Blood glucose), 체성분(Body composition)과 같은 생체신호를 측정하기 위해 IEEE 11073 표준을 탑재한 혈압측정기, 혈당측정기, 체성분측정기와 같은 개인건강기기를 사용한다. 특히 혈압측정기는 Continua 인증을 받은 “A&D 혈압계”(UA-767PBT-C)²⁾를 사용하고, 혈당측정기와 체성분측정기는 국내에서 개발하여 현재 Continua 인증을 추진 중인 “GlucDr.” (AGM-3000B)³⁾ 혈당기와

1) 개인용 건강기기로부터 유·무선으로 전송되는 생체신호를 수집하거나 저장하며, 이 정보를 네트워크를 통해 다른 의료정보 시스템으로 전송하기 위한 장치로서 스마트폰, 소형컴퓨터, 셋톱박스 등이 사용되고 있다.

2) AND Korea, <http://www.andk.co.kr>

3) Allmedicus, <http://www.allmedicus.co.kr>

“Inbody” (IH-U070B(R))⁴⁾ 체성분기를 사용한다.

개인건강기로부터 전송되는 생체정보의 수집을 위한 정보수집기로는 BIT computer⁵⁾에서 개발한 “가정용 게이트웨이”(이하 “게이트웨이”)[15]를 사용한다. 게이트웨이는 13.56 MHz 대역의 RFID (Radio Frequency Identification) 기술을 이용하여 생체신호 측정 대상 환자를 인식한다. 게이트웨이에서 수집한 건강정보를 HL7 ORU-R01[6] 표준 메시지로 변환하여 인터넷에 연결되어 있는 건강정보시스템인 SeniCare[16]로 전송한다. SeniCare에서는 HL7 메시지로 전송된 환자의 건강정보를 저장하며, 또한 의료인들은 SeniCare에서 제공되는 다양한 진료 지원 도구들을 이용하여 환자에게 건강관리 서비스를 제공할 수 있도록 한다.

그림 2는 설계에 따라 구성된 u-헬스케어 시스템을 보인다. 그림 2(a)는 그림의 좌측 상단에서 시계방향으로 유무선 공유기, 체성분측정기, 무정전 전원공급장치(Uninterruptible Power Supply: UPS)를 보인다. 그림 2(b)는 그림의 좌측 상단에서 시계방향으로 게이트웨이, 혈압측정기, 혈당측정기, 카드 형태의 RFID 태그를 보인다. 본 시스템에서 사용한 게이트웨이는 특정 장소에 설치하여 운영되는 가정용으로 설계되어, 외부에서 직접 전원을 공급받고, UTP 케이블을 통해 인터넷에 연결된다. 따라서 설계한 시스템에 이동성을 부여하기 위해 그림 2(c)와 같이 UPS를 이용하여 게이트웨이에 전원을 공급하고, 무선으로 건강정보시스템과 연결하기 위해 무선공유기를 사용한다.

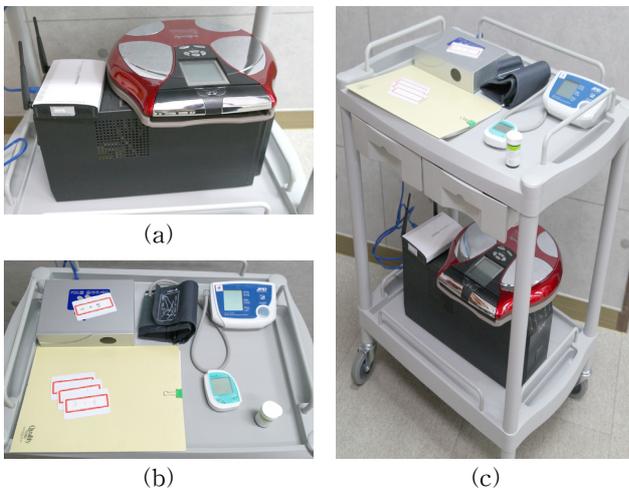


그림 2. u-헬스케어 시스템
Fig 2. u-Healthcare system

2.2 HL7 ORU-R01 메시지 작성

게이트웨이는 건강기로부터 수집한 건강정보를 HL7 표준 기반의 전송 메시지로 변환하여 인터넷을 통해 SeniCare로 전송한다. 특히, 개인건강기로부터 측정된 혈압, 혈당, 체성분과 같은 생체신호 전송을 위해서 HL7의 자동관찰메시지(ORU-R01)로 표현된다. ORU-R01은 메시지 헤더(MSH), 환자 식별자(PID), 관찰

요청(OBR), 관찰 요청에 따른 관찰결과(OBX)등의 세그먼트(segment) 들로 구성되어 있다.

SeniCare는 게이트웨이에서 전송된 메시지를 처리하고, 그 결과를 확인(ACK) 메시지로 작성하여 게이트웨이로 발송한다. ACK 메시지는 메시지 헤더(MSH)와 메시지 승인(MSA) 세그먼트로 구성되어 있다. 본 연구에서는 HL7 V2.5를 기준으로 ORU-R01 메시지를 작성한다. 표 1은 혈압, 혈당, 체성분에 대해 측정된 생체신호를 HL7 ORU-R01 메시지로 표현하고, 그에 대한 ACK 메시지를 생성한 예를 보인다. HL7 메시지를 생성하는 과정에서 개인정보보호를 위해 생체신호 측정자의 개인 정보를 사용하지 않는다. 다만 RFID 태그의 UID (Unique Identification number)를 SeniCare의 환자 정보와 연결함으로써 생체신호 측정자를 구분할 수 있도록 한다. 따라서 HL7 ORU-R01 메시지의 PID 세그먼트에서 환자 식별자로는 UID를 사용하고, 환자 이름은 “User”라는 고정된 문자열을 사용한다. 그리고 OBR 세그먼트의 네 번째 요소인 “전체 서비스 식별자”(Universal Service Identifier)와 OBX 세그먼트의 세 번째 요소인 “관찰 식별자”(Observation Identifier)는 LOINC[17]를 참조하여 작성하였다. 특히, 활력징후를 나타내는 ORU-R01 메시지에서는 혈압측정 뿐만 아니라 맥박(Heartbeat) 정보도 함께 전송한다. 따라서 혈압과 맥박 측정 방법을 문자로 표현하도록 한다. 즉, OBX 세그먼트 중에서 “Set ID”를 나타내는 첫 번째 요소의 값이 4번, 5번인 세그먼트는 각각 혈압과 맥박의 측정 방법에 관한 정보를 기록한다.

2.3 HL7 메시지 교환

게이트웨이와 SeniCare간의 HL7 메시지의 교환을 위해 그림 3의 HL7 메시지의 전송 및 처리 알고리즘을 이용한다. 그림 3(a)는 게이트웨이에서의 메시지 생성 및 전송 프로세스를 보인다. 즉, ORU-R01 메시지를 생성하여 SeniCare로 전송하고, SeniCare로부터의 ACK 메시지 응답을 기다린다. 만일 ACK 메시지를 수신하고, ACK 메시지에서 전송 성공을 확인 정보가 있을 경우 프로세스를 종료한다. 그러나 ORU-R01 메시지를 전송하고 5초간 대기하는 동안 ACK 메시지를 받지 못한 경우에는 총 3회에 걸쳐 ORU-R01 메시지를 SeniCare로 재전송 한다. 이때 ORU-R01 메시지의 MSH 세그먼트에 전송을 시도한 회수를 기록한다. 동일한 ORU-R01 메시지를 총 3회 전송하였음에도 불구하고 SeniCare로부터 ACK 메시지를 받지 못한 경우에는 프로세스를 종료한다. 그림 3(b)는 SeniCare에서의 메시지 수신 및 응답 순서를 보인다. 즉, 게이트웨이에서 전송되는 ORU-R01 메시지를 수신하고, 수신한 메시지를 분석하여 메시지에 무결성이 확인되면 시스템에 저장한다. 그리고 게이트웨이에 ACK 메시지를 전송한 후 프로세스를 종료한다. 그리고 게이트웨이에서 전송된 ORU-R01 메시지에 오류가 있을 경우, 오류 메시지가 전송되었다는 정보를 ACK 메시지에 담아 게이트웨이로 전송한다. 만일 게이트웨이가 SeniCare에서 전송한 ACK 메시지를 받지 못하여 ORU-R01 메시지를 SeniCare로 재전송할 경우가 있으므로, SeniCare는 수

4) Biospace, <http://www.biospace.co.kr>

5) BIT computer, <http://www.bit.co.kr>

6) 본 시스템에서는 5초의 타임아웃(time-out) 시간을 두었으나, 이는 상황에 따라 조정 가능하다.

표 1. 생체정보 전송을 위한 HL7 ORU-R01 메시지
Table 1. HL7 ORU-R01 messages for transmission of bio-information

종류	HL7 ORU-R01 메시지	
혈압 blood pressure	전송	MSH ^~\& Gateway BIT SeniCare MIPTH 20120209181657 ORU_R01 20120209181657-0 P 2.5 PID 61:A2:02:07:00:01:04:E0 USER OBR 1 1 29247-8^VITAL SIGNS^LN 20120209181657 20120209181657 OBX 1 NM 8462-4^INTRAVASCULAR DIASTOLIC:PRES^LN 83 mm(hg) 60-90 F OBX 2 NM 8479-8^INTRAVASCULAR SYSTOLIC:PRES^LN 117 mm(hg) 100-160 F OBX 3 NM 8867-4^HEART BEAT RATE^LN 97 /min 60-100 F OBX 4 ST 8357-6^BLOOD PRESSURE METHOD^LN MANUAL BY UA-767PBT F OBX 5 ST 8886-4^HEART RATE METHOD^LN MANUAL BY UA-767PBT F
	확인 ACK	MSH ^~\& SeniCare MIPTH Gateway BIT 20120209181700 ACK 20120209181657-0-R P 2.5 MSA AA 20120209181657-0
혈당 blood glucose	전송	MSH ^~\& Gateway BIT SeniCare MIPTH 20120209181400 ORU_R01 20120209181400-0 P 2.5 PID 61:A2:02:07:00:01:04:E0 USER OBR 1 1 29274-8^VITAL SIGNS^LN 20120209181400 20120209181400 OBX 1 NM 41653-7^GLUCOSE^LN 85 mg/dL 80-110 F
	확인 ACK	MSH ^~\& SeniCare MIPTH Gateway BIT 20120209181403 ACK 20120209181400-0-R P 2.5 MSA AA 20120209181400-0
체성분 body composition	전송	MSH ^~\& Gateway BIT SeniCare MIPTH 20120206121848 ORU_R01 20120206121848-0 P 2.5 PID 61:A2:02:07:00:01:04:E0 USER OBR 1 1 10210-3^PHYSICAL FINDINGS^LN 20120206121848 20120206121848 OBX 1 NM 18833-4^BODY WEIGHT:MASS^LN 64.5 kg 0-120 F OBX 2 NM 39156-5^BODY MASS INDEX:RATIO^LN 22.2 kg/m2 18.5-25.0 F OBX 3 NM 41982-0^BODY FAT PERCENTAGE:MFR^LN 20.0 % 10.0-20.0 F
	확인 ACK	MSH ^~\& SeniCare MIPTH Gateway BIT 20120206121850 ACK 20120206121848-0-R P 2.5 MSA AA 20120206121848-0

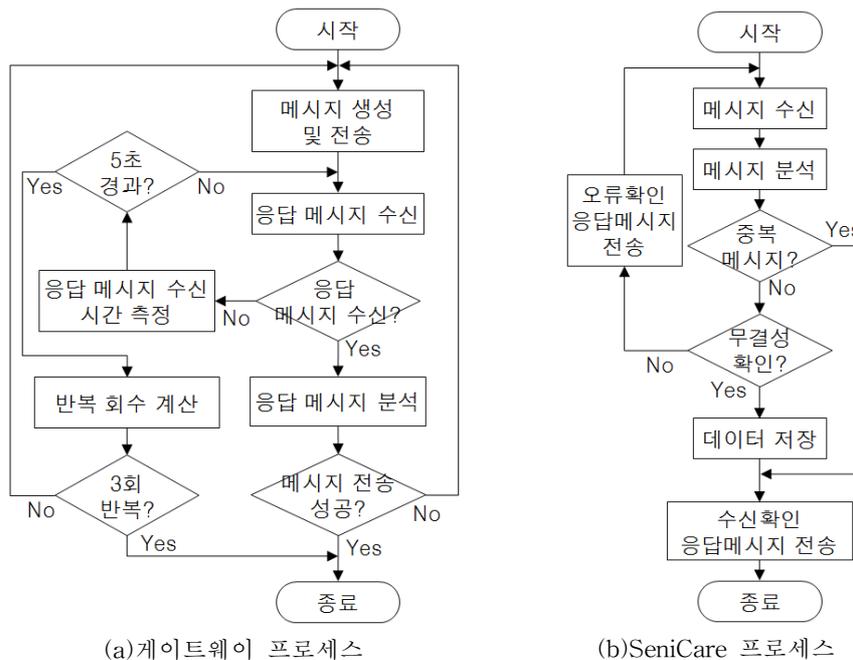


그림 3. HL7 메시지 전송 및 처리 순서도
Fig 3. Flowcharts for transmission and processing of HL7 messages

표 2. 임상시험 결과
Table 2. Result of clinical trial

		1일차 (성공회수/시도회수)	2일차 (성공회수/시도회수)	3일차 (성공회수/시도회수)	계 (성공회수/시도회수)	오류율 (%)
혈압	환자	2 / 5	15 / 15	23 / 23	40 / 43	6.9
	일반인	16 / 16	25 / 25	17 / 17	58 / 58	0
혈당	환자	6 / 6	15 / 19	26 / 26	47 / 51	7.8
	일반인	15 / 15	30 / 30	6 / 6	51 / 51	0
체성분	환자	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0
	일반인	1 / 1	3 / 3	0 / 0	4 / 4	0
계		40 / 43	88 / 92	72 / 72	200 / 207	3.3

신된 ORU-R01 메시지를 시스템에 저장된 기록과 비교하여 중복 메시지가 아니라고 판단할 경우에만 시스템에 저장한다.

그림 4는 게이트웨이와 SeniCare 간의 HL7 메시지 전송에서의 오류 제어 예를 보인다. 그림 4(a)는 정상적인 메시지 송·수신의 성공 예이며, 그림 4(b)는 게이트웨이에서 전송한 첫 번째 메시지가 손실된 경우, 두 번째 메시지에 대한 송·수신이 성공한 예이다. 그림 4(c)는 SeniCare에서 전송한 응답 메시지를 게이트웨이에서 수신하지 못하여 두 번째 메시지를 재전송 하고, SeniCare에서는 전송된 메시지가 중복임을 확인하고 다시 ACK 메시지를 전송하는 예이며, 그림 4(d)는 게이트웨이에서 세 번의 메시지 전송이 모두 실패하여 프로세스를 종료하는 예를 보인다.

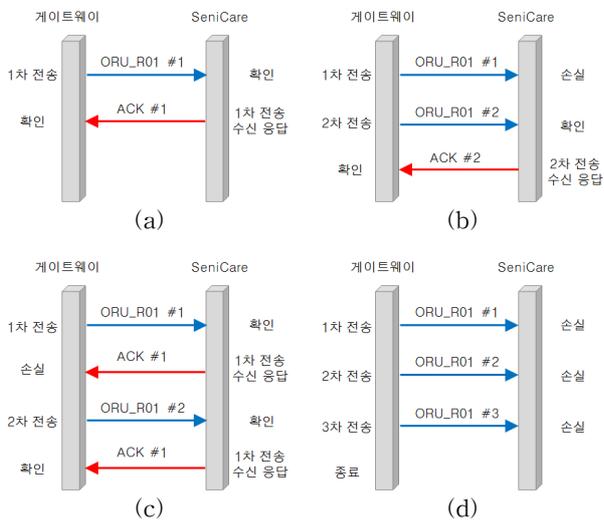


그림 4. HL7 메시지 교환 오류 제어 예
Fig. 4. Examples of error control for exchange of HL7 messages

3. 임상 시험 환경 운영

개발한 u-헬스케어 시스템의 안정성을 검증하기 위

해, 경북대학교병원에 입원중인 내분비계 질환자와 방문객 대상으로 혈당, 혈압, 체성분 측정을 통한 임상시험을 3일간 수행하였다. 본 임상시험은 경북대학교병원 임상시험심사위원회(KNUH IRB7)의 승인을 얻어 수행하였다. IRB 승인을 위해 진료과정에서 발생된 임상자료가 건강정보시스템으로 정확히 전송되었는지에 대한 전송 오류율만을 검증하는 것을 시험 대상으로 하였다. 따라서 생체신호 측정 대상 환자의 진단, 기왕력, 인적 정보 등의 관련 정보는 사용하지 않는다. 그 대신 SeniCare에서는 가상의 환자를 등록하여 각 환자에게 RFID UID를 부여하였다. 그리고 게이트웨이에서는 HL7 메시지에 UID를 기록하여 SeniCare에 전송함으로써 건강정보 측정 대상자를 구분하도록 하였다.

3.1 운영 환경 구성

그림 5에서 보는 바와 같이, 2개의 병실에 입원한 총 10명의 내분비계 질환자를 선정하여 혈압과 혈당을 측정하고, 병실 복도에서는 방문객을 대상으로 혈압, 혈당, 체성분 측정을 수행하였다. 게이트웨이에서 수집한 건강정보는 무선공유기를 통해 SeniCare로 전송되고, 측정 회수 및 시간과 SeniCare에서의 수신 회수 및 시간을 비교하여 전송 오류율을 계산하였다.

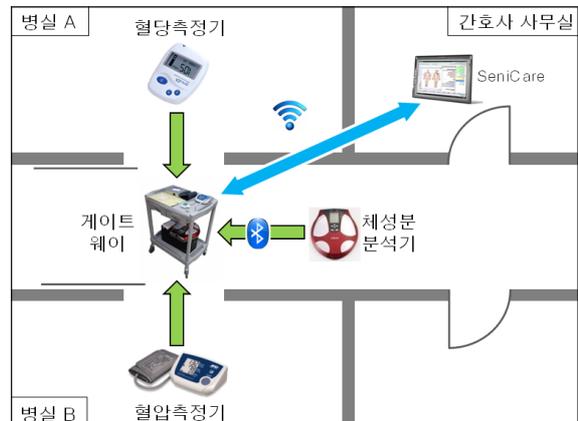


그림 5. 임상시험 환경
Fig. 5. Environment of clinical trial

7) IRB File No.: KNUH 2012-02-002-001 (2012.3.8.)

임상시험 과정에서 2명의 간호사가 직접 개인건강기기를 이용한 생체신호의 측정과 측정 데이터와 SeniCare로 전송된 건강정보의 검수를 수행하였다.

본 임상시험에서 사용하는 개인건강기기는 경북대학교 병원에서 검증받지 않아 병원의 환자 진료 과정에 사용할 수 없었다. 따라서 환자의 혈당측정 시 한 번의 사혈을 통해 병원에서 사용하던 혈당측정기와 본 임상시험에서 사용하는 혈당측정기 두 대를 이용하여 동시에 혈당을 측정하였다. 혈당측정과 달리 혈압측정은 측정 시간이 오래 소요되므로 환자가 혈압측정 행위에 거부감을 느낄 수 있다. 따라서 실무 간호사와 함께 병원에서 사용하는 혈압측정기와 임상시험에서의 혈압측정기의 측정 오차를 수차례 확인한 후, 임상시험에서 사용한 혈압측정기 하나만을 이용하여 환자의 혈압 측정하였다.

실험을 위해 2개의 병실에서 10명의 환자를 선정하고, 환자에 각각에 대해 RFID 태그를 부여하였다. 그리고 혈당과 혈압을 측정할 때마다 게이트웨이에서 RFID 태그를 인식하였다. 단 일반인은 RFID 태그를 사용하지 않고 생체신호를 측정하였다.

그림 6은 개발한 시스템의 임상시험 과정을 보인다. 그림 6(a)는 SeniCare에 가상의 환자와 RFID UID를 등록하는 장면, 그림 6(b)는 RFID 카드로 게이트웨이에서 환자를 인식하는 장면, 그림 6(c)는 환자의 혈압을 측정하는 장면, 그림 6(d)는 환자의 혈당을 측정하는 장면, 그림 6(e)는 게이트웨이에서 수집한 건강정보가 HL7 메시지로 SeniCare로 전송되어 저장되고, 저장된 건강정보를 검색하는

소프트웨어, 그리고 그림 6(e)는 임상시험과 별도로 병원에서 간호사가 수기로 작성한 혈압 및 혈당수치를 병원 EMR에 입력하는 장면을 보인다.

3.2 운영 결과

임상시험은 3일 동안 시행하였으며, 임상시험의 결과는 표 2와 같다. 총 207회의 생체신호 측정 및 정보의 전송 시도에 대해 총 200회 성공하여 96.7 %의 성공률(3.3 %의 오류율)을 보였다. 오류율은 임상시험이 지속됨에 따라 점차 줄어들었고, 3일차의 전송률은 100 %로써 시스템이 안정적으로 운영됨을 확인하였다.

오류에 대한 문제는 다음과 같이 분석된다. 임상시험 초기에는 그림 4(d)의 경우와 같이 전송오류에 의해 게이트웨이에서 전송한 건강정보를 SeniCare에서 수신하지 못하여 정보를 손실한 경우가 발생하였다. 1일차에 3번의 혈압 측정의 오류는 게이트웨이와 유·무선 공유기에 전원을 공급하는 UPS와의 접촉 문제로 인하여 게이트웨이와 공유기에 순간적으로 전원이 차단됨으로 인해 게이트웨이와 SeniCare와의 연결이 끊어져 발생한 문제이다. 2일차의 혈당 측정의 오류는 두 가지 경우로 발생하였다. 첫 번째는 SeniCare 측에서 HL7 메시지를 수신하기 위한 네트워크 연결을 종료한 문제로써 소프트웨어 사용 미숙에 대한 결과 인하여 3회의 오류가 발생하였다. 두 번째는 환자의 혈당 측정 시 혈당이 23 mg/dl 로 측정되었는데, 이는 정상 범위를 벗어난 수치로써 혈당측정기에서의 측정 오류로 인한 문제였다. 그 외 게이트웨이와 SeniCare와의 건강정보 전송은 문제없이 수행되었다.

3.3 시스템 문제점 및 개선안

그림 6(e)에서 보는 바와 같이, 현재 병원에서 운영되는 간호과정에서는 간호사가 측정한 혈압 및 혈당 수치를 수기로 기록하고, 기록한 수치를 병원 EMR에 직접 입력해야 하는 번거로움이 있었다. 그러나 개발한 시스템에서는 측정한 정보가 실시간으로 건강정보시스템으로 전송되기 때문에 간호사의 노력과 시간을 절약할 수 있는 장점이 있음을 확인하였고, 임상시험 과정을 참관한 간호사들로부터 개발한 시스템에 대한 긍정적인 의견을 들을 수 있었다. 그러나 실제 임상시험을 수행한 간호사들로부터 몇 가지 문제점이 제시되었다. 표 3은 개발한 시스템의 문제점 및 그에 대한 개선안을 정리한 것을 보인다. 즉, 게이트웨이는 향후 자체 전원 공급장치의 추가와 무선랜을 통한 인터넷 접속 기능의 추가, 그리고 네트워크 문제가 발생 시 측정된 데이터를 자체 적으로 저장하여 SeniCare와 동기화 할 수 있는 기능을 추가할 필요가 있고, 또한 SeniCare는 사용자 인터페이스의 개선을 통해 사용 편리성 높일 필요가 있음을 알 수 있었다.

표 3. 개발한 u-헬스케어 시스템의 문제점 및 개선안
Table 3. Problems and solutions of the developed u-Healthcare system

문제점	개선안
UPS가 무거워 이동하기가 불편하다.	
전원 및 네트워크 문제를 게이트웨이에서 해결해야 한다. 즉, 게이트웨이를 휴대용으로 개발할 필요가 있다.	



그림 6. u-헬스케어 시스템의 임상시험
Fig 6. Clinical trial of the u-healthcare system

2	문제점	환자 인식을 위해 RFID 태그를 사용하는데, 그 과정이 매우 번거롭다.
	개선안	게이트웨이를 소형화 하고, 환자 인식을 위한 RFID 태그나 바코드를 팔찌나 병원 침대에 설치하여 환자 인식이 쉽게 이루어질 수 있도록 한다.
3	문제점	게이트웨이로부터 SeniCare로의 정보가 송신되지 않는 경우가 있다.
	개선안	전송 오류 중 3건은 전력공급문제, 4건은 프로그램 사용상의 문제이다. 따라서 게이트웨이를 휴대용으로 개발하고, SeniCare의 사용에 대한 교육이나 UI를 개선할 필요가 있다.
4	문제점	게이트웨이에서의 메시지 전송 시간과 SeniCare에서의 수신 시간이 일정치 않다.
	개선안	게이트웨이와 SeniCare와의 시간에 동기화가 필요하다.

4. 결론

본 논문에서는 IEEE 11073 및 HL7 과 같은 건강정보 교환을 위한 국제 표준을 적용한 u-헬스케어 시스템을 개발하고, 경북대학교병원에서 내분비계 질환자와 일반인을 대상으로 임상시험을 수행하여 개발한 시스템의 안정성 및 효용성을 확인하였다. 임상시험을 통해 실험실에서는 발견하지 못한 임상환경에서의 문제들을 발견할 수 있었고, 또한 임상시험에 참여한 간호사들로부터 시스템 사용의 편리성에 개선안을 얻을 수 있었다. 본 시스템에서는 홈 헬스케어를 위해 개발된 기기들을 이용하여 u-헬스케어 시스템을 구성하였다. 홈 헬스케어의 경우에는 개인건강기기에서의 생체신호 측정 정확도의 범위가 엄격하지 않고, 또한 정보 전송 과정에서의 정보의 손실 문제도 그리 엄격하지 않아 그 실효성이 높다고 판단된다. 그러나 병원과 같은 임상환경에서는 자동화 시스템에 의존하기 보다는 의료인의 진료 과정을 지원하여 불필요한 노동력을 줄이기 위한 목적으로 사용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

향후 연구에서는 정보수집기가 필요로 하는 기능들을 쉽게 구현할 수 있는 스마트폰과 같은 휴대용 단말기를 이용하여 시스템을 구성하고, HL7 위원회에서 제정한 PHR-S FM(Personal Health Record System Functional Model)[18]에 기반하여 건강정보시스템을 개발함으로써 임상 환경에서 보다 안정적이고 사용 편리성이 향상된 u-헬스케어 시스템의 구현에 관해 연구할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] *American Recovery and Reinvestment Act of 2009*, Available: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-111publ5/content-detail.html>, April 14, 2012.
 [2] 천승만, 나재욱, 박종태, “M2M을 위한 U-헬스케어 응용 서비스 기반 IEEE 11073/HL7 변환 게이트웨이 설계 및 구현,” *한국통신학회논문지*, 제36

권, 3호, pp. 275-286, 2011.
 [3] 노동우, 유수영, 천경우, 최진욱, “u-Healthcare 환경을 위한 가정용 u-House 게이트웨이의 개발,” *대한의료정보학회지*, 제15권, 4호, pp.465-474, 2009.
 [4] 박찬용, 임준호, 박수준, 김승환, “유헬스케어 표준화 기술 동향,” *전자통신동향분석*, 제25권, 4호, pp. 48-59, 2010.
 [5] 식품의약품안전청 의료기기본부, *홈헬스케어 의료기기 표준화 가이드라인, 식품의약품안전청*, 2007.
 [6] Health Level Seven International, Available: <http://www.hl7.org>, April 14, 2012.
 [7] The Continua Health Alliance, <http://www.continuaalliance.org>, April 14, 2012.
 [8] 김종관, 오암석, “환자 임상정보 활용을 위한 HL7 기반 응급의료시스템의 설계 및 구현,” *멀티미디어 학회 논문지*, 제14권, 2호, pp. 295-306, 2011.
 [9] 남재충, 서원경, 배재승, 조유제, “스마트폰을 이용한 IEEE 11073/HL7 기반의 개인 건강관리 시스템 설계 및 구현,” *한국통신학회논문지*, 제36권, 12호, pp. 1556-1564, 2011.
 [10] 임준호, 박찬용, 박수준, “IEEE 11073/ISO TC215 국제 표준기반 유헬스 플랫폼 기술,” *한국통신학회지(정보와통신)*, 제27권, 9호, pp.15-22, 2010.
 [11] N. Stylianides, M.D. Dikaiakos, G. Panayi, and T. Kyprianou, “Intensive Care Window: Real Time Monitoring and Analysis in the Intensive Care Environment,” *ITAB 2009*, 2009.
 [12] S. Warren, J. Lebak, J. Yao, J. Creekmore, A. Milenkovic, and E. Jovanov, “Interoperability and Security in Wireless Body Area Network Infrastructures,” *Proceeding on Engineering in Medicine and Biology 27th Annual conference*, pp. 3837-3840, 2005.
 [13] M. Yuksel and A. Dogac, “Interoperability of Medical Device Information and the Clinical Applications: An HL7 RMIM based on the ISO/IEEE 11073 DIM,” *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 15, no. 4, pp. 557-566, 2011.
 [14] M. Yang, C.E. Chronaki, C. Lüpkes, A. Thiel, M. Plößnig, L. Hinterbuchner, E. Arbelo, G.B. Laleci, Y. Kabak, F. Duarte, A. Guillén, X. Navarro, A. Dogac, M. eichelberg, and A. Hein, “Guideline-Driven Telemonitoring and Follow-up of Cardiovascular Implantable Electronic Devices using IEEE 11073, HL7 & IHE Profiles,” *33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS*, pp. 3192-3196, 2011.
 [15] 산업원천기술개발 비교평가보고서(1단계 2차년도 보고서): PHD를 위한 가정용 게이트웨이, 표준의료정보원천기술연구소, pp. 25-78, 2011.
 [16] 김화선, 조훈, 이인근, “의료정보 표준에 기반한 EHR 플랫폼의 설계 및 개발,” *한국지능시스템학회 논문지*, 제21권, 4호, pp. 456-462, 2011.
 [17] “Logical Observation Identifiers Names and

Codes”, Available: <http://loinc.org>, April 14, 2012.
[18] Health Level Seven, Inc., “Health Level Seven’s Personal Health Record Functional Model Approved as a Draft Standard for Trial Use,” Available: http://www.hl7.org/documentcenter/public/pressreleases/HL7_PRESS_20071205.pdf, April 14, 2012.

저 자 소개



이인근(In Keun Lee)
2001년 : 영남대학교 재료금속공학(학사)
2004년 : 영남대학교 대학원 전기공학(석사)
2010년 : 영남대학교 대학원 전기공학(박사)
2010년~현재 : 경북대학교 의료정보원천
기술연구소 수석연구원

관심분야 : 지능시스템, 온톨로지, 의료정보표준, HL7, PHR
E-mail : inkeunlee@gmail.com



김화선(Hwa Sun Kim)
2003년 : 인제대학교 컴퓨터공학(석사)
2007년 : 경북대학교 의료정보학(박사)
2009년~2011년 : 경북대학교 의료정보학과
연구교수
2011년~현재 : 대구한의대학교 IT의료산
업학과 교수

관심분야 : XML기반 병원정보시스템, 객체지향방법론 기
반 CDA 및 RMI 개발, 임상표준용어코드
E-mail : pulala@paran.com



조 훈(Hune Cho)
1980년 : 서울대 수학과(학사)
2004년 : 미국 남캐롤라이나대학 전산학
(석사)
2010년 : 미국 유타주립대학 의료정보학
(박사)
1994년~1999년 : 아주대학교 의과대학 조교수
1999년~현재 : 경북대학교 의료정보학과 교수

관심분야 : 병원정보시스템, 온톨로지, 적정보상체계, HL7
Phone : 053-420-4899
E-mail : hunecho@knu.ac.kr