

논문 2015-10-27

사물인터넷 기반 헬스케어 서비스 기술 동향

(Trend of IoT-based Healthcare Service)

허성필*, 노동희, 문창배, 김동성

(Sung-Phil Heo, Dong-Hee Noh, Chang Bae Moon, Dong-Sung Kim)

Abstract : This paper provides the trend of Internet of Things (IoT) for smart healthcare services and applications. IoT has provided a promising opportunity to build intelligent healthcare system and smart wearable applications by using the growing capability of wireless mobile devices, interactive sensors/actuators, and RFID technologies. For analysis of state-of-art technology of smart healthcare system, this paper includes comparative analysis and investigation of existing standard, network protocol, and devices, etc. In this paper, we examine the market trend of IoT healthcare. In particular, we examine the variety of IoT based healthcare type such as mobile, wearable device. After that, we examine the technologies of IoT healthcare such as standard, sensor, network and security. This survey contributes to better understanding of the challenges in existing IoT healthcare and further new light on future research directions.

Keywords : IoT, Healthcare, Standard, Medical device, Wearable device

1. 서론

사물인터넷(IoT : Internet of Things)은 인터넷을 바탕으로 하여 네트워크를 통해 사람과 사물의 개념을 뛰어넘어 사물과 사물 간 소통이 이루어지는 지능형 기술 혹은 서비스를 의미한다[1]. 최근 사물인터넷 기술을 활용하여 스마트 헬스케어, 스마트 시티, 스마트 팩토리, 스마트 홈 등과 같은 응용 서비스 분야에 적용한 사례가 CES2015 및 MWC2015에서 주목받고 있다. 또한 IT 시장조사 기관인 가트너는 사물인터넷 기술을 대중과 언론의 관심이 최고조에 이른 ‘버블기(peak of inflated

expectation)’로 선정하였다. 특히, 헬스케어 산업은 신기술과 지속적인 융합 과정을 통해 새로운 사업 영역을 창출해 오고 있다.

최근에는 헬스케어 산업에 사물인터넷 기술과의 융합을 위한 시도가 지속적으로 연구 및 개발 중에 있다. 사물인터넷 기술은 무엇보다 의료 관리 지원에 취약한 고령층을 위한 홈케어, 만성질환 치료 및 관리 등의 의료서비스 부문에 접목될 수 있다. 이는 곧 의료비를 절감할 수 있을 뿐 아니라 서비스의 품질 향상에도 기여할 수 있다. 무엇보다 그림 1과 같이, 사물인터넷 기반 건강증진 제품 등 다양한 서비스를 개발, 보급하여 기존에 존재하지 않는 새로운 시장을 개척하여 부가가치를 창출할 수 있으리라 전망된다.

*Corresponding Author (sungphil.heo@kumoh.ac.kr)
Received: 6 May 2015, Revised: 21 May 2015, Accepted: 17 June 2015.

S.P. Heo, C.B. Moon, D.S. Kim: Kumoh National Institute of Technology

D.H. Noh: ETRI

※ 본 논문은 식품의약품안전처 『ICT 기반 의료기기의 사전 및 사후 안전관리 방안 마련 연구(15172정책연301)』 결과로 수행하였음.

※ 본 논문은 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥센터의 ICT융합고급인력과정지원사업의 연구결과로 수행하였음. (IITP-2015-H8601-15-1011)

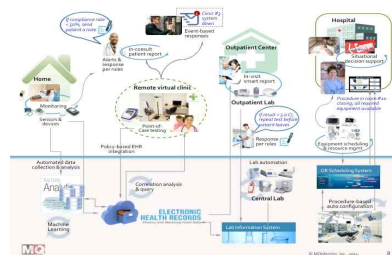


그림 1. 사물인터넷 기반 헬스케어 요소 기술[2]

Fig. 1 IoT based Healthcare technique[2]

특히, 모바일 헬스(m-Healthcare)에서 휴대형 디바이스는 물론, 부착형 및 이식형 등의 웨어러블 디바이스와의 융합은 헬스케어 산업의 패러다임 혁신을 가져올 것으로 기대된다. 또한, Schreier G는 2014년에 사물인터넷 기술과 헬스케어 산업과의 ICT 융합을 통해 Personalized(맞춤), Preventive(예방), Predictive(예측), Participatory(참여)와 같은 4P의 실현이 가능할 것이라 전망하고 있다. 이는 기존 헬스케어 서비스 범주에서 벗어나 무선통신 기술과의 접목, 보안기술 등의 접목과 동시에 실시간 생체정보 측정 등을 통한 활용은 헬스케어 산업 패러다임 전환의 핵심 요소가 될 뿐 아니라 새로운 경제적 부가가치 창출의 원천이 될 것이라 전망된다.

하지만 이를 위해서는 사물의 다양한 형태와 서비스 환경에 따라 요구되는 다양한 기술적 표준을 만족해야 함은 물론 기존 의료 서비스와의 접목에 따르는 정책 등에 있어 의견 조율 등이 필요하다 [3].

따라서 본고에서는 국내외에서 활발하게 진행되고 있는 사물인터넷 기반 헬스케어 서비스의 국내외 시장동향 및 향후 전망에 대한 알아본다. 또한 사물인터넷 기반 디바이스 시장 동향에 대해서 알아보고, 이어서 사물인터넷 성능 개선을 위해 적용 및 연구되어지는 관련 기술에 대해 살펴본 후 마지막으로 향후 사물인터넷 기반 헬스케어 산업 전망 및 정책 등에 관해 논의하고자 한다.

II. 시장 동향

사물인터넷 기반 헬스케어 서비스를 지원하는 스마트헬스케어의 시장규모는 꾸준히 확대되고 있으며, 2017년 기준 260억 달러 이상 성장이 기대되는 산업이다. 이는 스마트폰 사용자 수가 증가하고 사물인터넷이 급속히 발달하는 환경에서 고령화시대의 건강관리 수요가 함께 급증하기 때문이다. 특히 전체 시장이 그림 2에서 보이는 바와 같이, 13년 25억 달러에서 2017년 260억 달러로 급증할 것으로 전망되며, 이 중 웨어러블 헬스케어 디바이스 비중은 21%인 55억 달러까지 급증할 것으로 전망된다[4].

그림 3은 피트니스 트래커가 분석한 연간 판매량을 나타낸 것이다. 미국에서는 건강정보를 실시간으로 측정·분석하는 활동측정기(Fitness & Activity Tracking Device) 판매액이 2013년 미국에서만 8

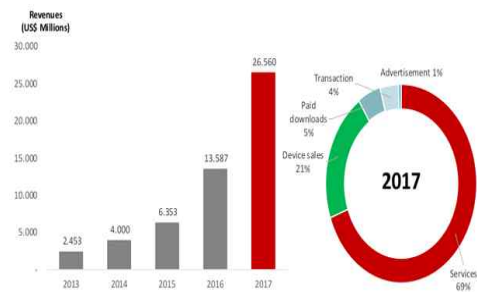


그림 2. 사물인터넷 기반 헬스케어 해외시장동향
Fig. 2 IoT based healthcare market trend, 2014

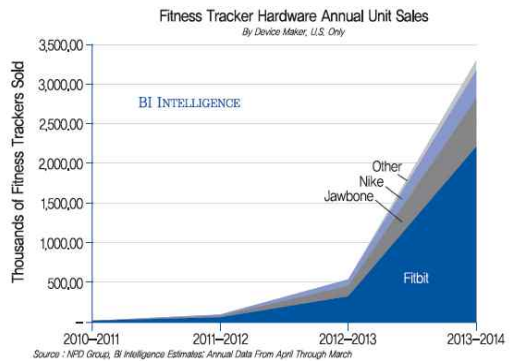


그림 3. 피트니스 트래커 연간 판매량
Fig. 3 Fitness Tracker's year's sales volume

억 5,400만 달러가 기록되었으며, 이는 전년 대비 32%가 증가됨을 보였다. 전체적으로 전세계 헬스케어 앱 시장 규모는 2013년 20억 달러에서 2017년 210억 달러로 성장할 것을 research2guidance에서 2014년 전망하였다.

헬스케어 산업은 사물인터넷이 가장 활발하게 적용되고 있는 대표 분야로, 특히 일반 소비자 대상 'Mass Market'으로의 급성장이 이뤄질 것으로 기대되는 분야이다. 또한, 헬스케어 산업은 급속한 고령화와 소득수준 증가로 인한 건강에 대한 관심 증대로 인해 소비자들의 관심과 시장 수요가 크게 급증하고 있다. 이에 따라 일반 소비자 대상으로 사물인터넷을 적용한 건강증진 제품 및 서비스의 개발 및 시장 출시가 활발하게 이뤄지고 판매량도 급증하고 있다. 대표적인 예로 BI Intelligence에서 2014년 조사한 피트니스 트래커의 미국내 판매량은 2011년부터 2014년 총 3년간 500% 이상 증가함을 그림 3을 통해 알 수 있다[4].

한편, 사물인터넷 기술은 의료비 절감과 의료 품

질 제고를 동시에 실현할 수 있어 의료서비스 부분에서의 적극적인 적용이 시도되고 있다. 예로는 가정 내 상시적 모니터링 구축을 통한 생체정보의 수집 및 활용을 통해 예방적 건강관리 및 맞춤형 질병치료를 가능케 하여 의료비 절감과 함께 의료의 질을 동시에 높이는 효과를 보고 있다. Mobihealthnews가 2014년 5월자로 발간한 보고서에 따르면, 이미 미국에서는 의사의 약 20%가 원격 모니터링 시스템을 활용하여 월 평균 22명의 환자를 모니터링하고 있다. 또한, 10월자로 발간한 보고서에 따르면, 펜실베이니아 병원에서 심부전 환자를 대상으로 진행한 연구 결과에 따르면 실시간 원격 모니터링을 통해 재입원률이 38~44% 감소하고 전체 의료 비용도 11% 감소 효과를 보고 있다.

III. IoT 헬스케어 디바이스 동향

1. 스마트폰 기반 사물인터넷 헬스케어 동향

스마트폰을 활용한 모바일 헬스케어 서비스는 서드파티(third party) 사업자와 사용자를 함께 끌어들이 생태계를 강화하여 사업 영역 간 시너지를 극대화함을 목표로 한다[5].

Apple은 'Nike+ iPad Sport Kit'라는 제품 생산을 Nike와의 제휴전략을 통해 시작하였으며, 2012년 'Fuelband'를 추가 출시하여 모바일 헬스케어 시장에서 자리를 잡아가고 있다. Apple이 택한 전략은 스마트폰을 활용한 사물인터넷 헬스케어 서비스 제공에 있어 '행동추적(Activity Tracker)' 및 피트니스 중심의 어플리케이션 개발에 있다. 2013년에는 iOS 7에 M7이라는 가속도계, 나침반 및 자이로스코프센서 등을 활용하여 'Nike+ Move', 'Runkeeper' 등을 개발하였다. 최근 Apple은 WWDC(World Wide Developer Conference)에서 이러한 기술력의 집약체라 할 수 있는 'HealthKit' 플랫폼을 공개하였다. 스마트폰을 통한 건강 관련 데이터의 통합 관리를 통해 자가 다이어트 및 운동 등을 지원한다. 주로 이용자의 몸무게, 혹은 체질량 지수의 추세를 시각적으로 표현하여 편의성을 제공해 준다. 'Mayo Clinic', 'Epic System' 등의 의료 기록관리 시스템과 연동한 헬스케어 서비스를 제공하며 서드파티와의 관계를 돈독히 다지고 있다[6].

반면, Google은 검색기반 포털 서비스와 안드로이드 OS를 기반으로 한 소프트웨어 플랫폼을 개발하고 있다[7]. 대표적으로 'Google Glass' 개발을 통해 이용자가 운동에 편의를 제공하고 있다. 주로

운동 거리, 위치, 운동성 등을 데이터화하여 피트니스 관련 업체와 공유하는 형식을 취하고 있다. 또한 'Google' 어플리케이션 중 하나인 '메드레프(MedRef)'은 이용자 별 얼굴을 인식하여 관련 서비스를 제공한다. 이를 통해 환자의 건강상태를 점검 및 기록하여 이용자 본인이 확인, 점검할 수 있는 시스템을 제공한다. 서드파티와의 연계를 통해 Accenture와 Philips와의 제휴를 통해 '인텔리뷰(InteliVue)'를 개발하였다. 이를 통해 체온, 맥박, 호흡 및 혈압 등의 정보들을 의사가 원격으로 확인하며 의료 수준의 효율성을 극대화시키고 있다. Google은 운영체제 자체에 보행탐지와 만보계 센서를 자체 OS에 탑재하여 전반적인 신체 활동을 감지할 수 있는 'KitKat' 을 개발하였다.

2. 웨어러블 디바이스 기반 사물인터넷 헬스케어 동향

최근 사물인터넷 기반 응용서비스의 발달은 이전의 모바일 산업에서 웨어러블 디바이스를 새로운 플랫폼으로 하여 신규 가치창출을 유도하는 추세로 전환되고 있다[8]. 이러한 추세의 중심에는 HW의 초소형화, 초경량화, 디자인 개선 등 과학기술의 발전이 있다[9]. 특히 헬스케어 응용서비스 분야는 웨어러블 디바이스의 적용과 확산이 가장 용이할 뿐 아니라 빠르게 이루어지는 영역이다. 조만간 피트니스/웰니스 시장을 중심으로 성장하여 기존 건강관리 서비스의 개념을 뛰어넘어 진단, 치료 및 수술 부문에서도 웨어러블 디바이스를 활용한 다양한 응용서비스 구축이 될 것이다.

웨어러블 디바이스와 센서기술을 접목하여 일상에서 생성되는 식사량, 혈압, 운동량, 기분 변화 등과 관련된 다양한 건강관리 데이터를 정량적/정성적으로 분석하여 이를 이용자에게 제공해주는 'Quantified Self' 트렌드가 확산되고 있다. [10]에



그림 4. 밴드형 웨어러블 디바이스
Fig. 4 Band type of Wearable device

따르면 2012년 기준 20억 달러 규모를 보이는 세계 웨어러블 의료가 시장은 2019년 최대 50억 달러, 연평균 16.4%의 성장률을 보일 것으로 전망하고 있다. 이러한 웨어러블 디바이스 개발은 WBAN을 기반으로 하고 있으며, 신체 착용된 기기들을 IEEE802.15.4 무선통신규약에 따라 생체 정보를 측정함과 동시에 전송하는 방식을 택하여 의료 분야에 활용된다. 그림 4는 이러한 추세에 따라 개발된 밴드형 웨어러블 디바이스를 나타낸 것이다.

2.1. 휴대용 디바이스

웨어러블 디바이스 중 손목시계(68.5%) 및 팔찌·밴드(48.5%)의 경우 이용자가 가장 선호하는 유형으로 나타나고 있다[11]. 이러한 디바이스를 활용하여 얻어낼 수 있는 정보는 이용자의 수면패턴, 음식 섭취 및 소모에 의한 칼로리 양은 물론 사용자 개개인별 심리상태 및 이동 거리 등에 있다. 이러한 정보를 스마트폰을 통하여 기록하고 공유 가능한 기술을 개발하는 추세이다. 특히 LG의 Lifebandtouch와 함께 제공되는 ‘심박동 이어폰’을 통해 이용자의 혈류량을 체크하여 심박동, 혈압 등을 자체적으로 점검할 수 있다. 이러한 휴대형 웨어러블 디바이스의 경우는 스마트폰 등의 모바일기기를 대체하거나 독립적으로 이용이 가능한 Standalone제품이라기 보다는 Companion제품으로 발전이 되고 있다. 따라서 이러한 제품의 경우, 모바일 기기와 함께 동반성장할 것으로 전망된다.

또한, 입는 웨어러블 디바이스인 ‘스마트 의류’ 또한 각광받고 있는 휴대형 웨어러블 디바이스 기술 중 하나이다[12]. 그림 5는 이러한 기술을 활용하여 개발한 스포츠 브라를 나타내고 있다. 이는 특수소재, 혹은 컴퓨터 칩을 사용해 전기신호/데이터를 외부 스마트 기기와 연결해 다양한 건강관리 정보들을 주고받는 기능을 수행한다. 특히 이용자의 생체리듬, 혈류정보 등을 측정하여 이용자의 건강상태를 실시간으로 검사하여 지속적인 모니터링을 가능하게 해준다.

‘14년 12월, 마이크로소프트에서 개발된 ‘smartbra’의 경우, 이용자의 심전도(EGG) 및 피부 전기활성정보(EDA) 센서를 내장하여 실시간으로 심박동 변화/발한 정도를 측정하여 지속적인 건강관리 서비스를 제공해 준다. 또한 국내 한국생산기술연구원에서는 IT기술과 나노 섬유기술의 융합을 통해 생체/생활환경 신호를 비침습적으로 측정, 처리, 전송과 더불어 분석 과정을 통해 이용자의 건강관리를 지속적으로 수행할 수 있는 섬유센서 기반 웰니스 의료 시스템을 개발하였다.



그림 5. 스포츠 브라, smartbra[10]
Fig. 5 Sport underwear, smartbra[10]

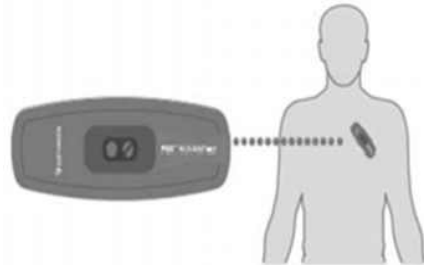


그림 6. 신체부착형 웨어러블 디바이스, NUVANT)
Fig. 6 Attached wearable healthcare, NUVANT

2.2. 신체 부착형 디바이스

스위스의 벤처기업 중 하나인 Sensimed는 Triggerfish를 개발하여 녹내장 환자의 안압을 실시간으로 측정하는 비침습적 의료가기를 개발하였다[13]. Triggerfish 렌즈 내부에 장착된 센서, 안테나를 통해 안압을 측정하며, 이를 블루투스 등을 통해 의료진에게 전해지는 시스템을 가진다.

또한, Corventis의 Nuvantmct는 무선센서 내장형 밴드형태이며 그림 6은 이러한 디바이스의 동작 원리를 나타내고 있다. 심장부위에 부착하여 실시간으로 심전도, 심박동수 등을 수집하여 전문의의 의료진료를 도와주는 신체부착형 웨어러블 디바이스이다[14].

2.3. 이식/복용형 디바이스(Eatable devices)

캡슐형 내시경 관련 기술 개발은 세계의 여러 국가들과 유럽 공동체 연합 등에서 국가 주도 R&D의 주요 기술 개발 항목으로 지정할 정도로 관심이 집중되고 있는 분야이다[15]. 현재 캡슐형 내시경을 개발하여 상용화한 주요 국가는 한국을 포함한, 이스라엘, 중국, 일본 등이다. 그림 7은 현 개발되어지고 있는 캡슐 내시경의 종류를 분류한 것이다.



그림 7. 캡슐 내시경의 종류
Fig. 7 Type of Capsule Endoscope

캡슐형 내시경의 첫 상용화는 2000년도 이스라엘의 기본이미징(Given Imaging)사의 M2ATM이었다. 이후 기본이미징은 소장용 PillCam™ SB 캡슐 내시경을 출시시켰으며, 2001년 FDA 승인을 거쳐 현재 전세계 80~90%의 시장 점유율을 차지하고 있다.

일본의 올림푸스(Olympus)는 2005년 Endo Capsule을 출시하였다. 앞선 광학 기술을 바탕으로 CCD(Charge-Coupled Device) 센서를 사용하여 영상의 밝은 시야를 확보하였다.

한국은 21세기 프린터 사업 내 지능형 마이크로 시스템 개발 사업단에서 지난 10년간 캡슐형 내시경 시스템의 개발 및 고성능화를 위한 집중투자가 이루어졌으며 그 산출물로서 (주)인트로메딕에서 소장용 캡슐형 내시경 시스템 개발 및 상용화의 계기가 마련되었다.

특히, 인체 통신 방식을 사용하고 있는 인트로메딕의 MiroCam 제품은 RF 통신 방식을 사용하지 않기 때문에 상대적으로 저전력 설계가 가능하여, 촬영 시간이 다른 제품에 비해 길며, RF 모듈 및 안테나가 필요하지 않아 소형화가 가능하며, 경쟁력을 갖춘 제품으로 평가받고 있다

IV. 적용 기술별 사물인터넷-스마트 헬스케어

1. 표준화동향

1.1. WBAN/WPAN/WLAN 표준 기술 동향

WBAN (Wireless Body Area Network)는 개인 신체의 위 또는 속에서의 무선 장치들 간의 단일 네트워크로 정의하고, WPAN (Wireless Personal Area Network) 기술은 개인으로부터 가까운 곳에서의 10m 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/WPAN는 표준화기구인 IEEE 802.15.4 WG, IEEE 802.15 TG6, IETF (Internet Engineering Task Force) 등에서 활발한 연구가 진행되고 있다. IEEE 802.15.6 TG는 Body Area Network를 위해 PHY과 MAC 계층의 표준을 진행하고 있다.

WLAN (Wireless Local Area Network) 기술은 무선 주파수(RF) 기술을 이용한 근거리 통신 기술로 정의된다. 주로 초고속 데이터 전송에 적합한 주파수 직교 분할 다중화 전송(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 채용한다. 802.11n은 다중 송수신 안테나(MIMO: Multi-Input Multi-Output) 기술을 채용하여 전송률을 최대 기존 대비 4배 이상 개선함을 보였다. 최근에는 1GHz 이하 주파수 대역을 사용함은 물론 TV 등 매체에 사용되는 주파수를 공유하는 무선랜 커버리지 구성에 사용되는 표준으로 11ah 및 11af 기술이 개발되었으며, 최근에는 혼잡 지역에서의 무선랜 접속 시간을 줄이기 위해 연구된 11ai 표준 또한 개발되고 있다.

1.2. ISO/IEEE 11073 PHD 표준 기술 동향

ISO/IEEE 11073 PHD는 에이전트 장치 (생체 신호 측정 장치)와 매니저 장치 (Cell Phone, 개인 컴퓨터, 게이트웨이 등) 간의 건강 정보 교환을 위한 표준 및 프로토콜을 정의한다[16].

사물인터넷 기반 헬스케어 서비스 구조는 원격 지원 서비스, 매니저 장치, 그리고 에이전트 장치로 구분되어진다. IEEE 1073 PHD표준은 여기서 매니저 장치와 에이전트 장치 간 데이터 포맷변화, 교환/전송 프로토콜을 정의한다[17]. 이는 곧 OSI 7계층에서 5~7계층의 프로토콜을 정의하며 1~4계층의 인터페이스는 Bluetooth, Zigbee 등의 전송기술이 사용되며 ISO/IEEE 11073은 이러한 장치 간 상호 호환성을 위한 표준을 정의한다.

해당 표준은 Domain Information Model (DIM), Service Model(SM), Communication Model(CM)의 3가지 모델로 정의된다. DIM은 에이전트의 오브젝트를 정의하며 SM은 에이전트와 매니저 간 데이터 접근 방법을, CM은 하나의 매니저와 하나 이상의 에이전트 간의 point-to point로 연결되는 통신 모델을 정의하게 된다. 그림 8은 이러한 표준에 대한 계층적 구조를 나타내고 있다.

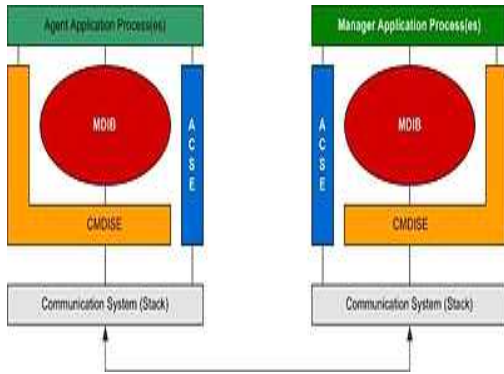


그림 8. 계층적 구조 기반 ISO/IEEE 11073과 HL7의 연동 서비스 구성도

Fig. 8 ISO/IEEE 11073 with HL7 structure

1.3. HL7 CDA(Health Level Seven Clinical Document Architecture) 표준 기술 동향

HL7 (Health Level 7) 표준은 OSI 7 계층에서 응용 계층에 해당하는 의료정보 교환 프로토콜 표준으로 정의된다[18]. 주로 병원, 장기요양기관 및 건강클리닉 등의 의료 서비스 공급자에게 환자 업무 관리, 일반 처방은 물론 환자의뢰, 회계 관리, 환자 진료, 의무 기록/정보관리 등을 위한 기술 표준으로서 정의된다.

HL7 표준의 주목적은 첫째로 의료행위를 위한 송수신 데이터를 주고받는 기기들 간에 있어 비용 절감, 통신 효율성 증대 및 의료서비스 상호운영에 대한 효율성 있는 서비스를 지원함에 있다. 이를 통해 각각의 의료시스템은 전 세계적으로 독립적으로 운영되고 있다.

HL7 표준은 ANSI (American National Standards Institute)에서 공식적인 의료 정보 표준 기관으로 인정받게 되었다[19].

1.4. Continua Health Alliance 표준 기술 동향

Continua Health Alliance 표준은 건강관리 지원에 있어 체중계 혈압계 등의 신체 정보 측정 기기와 PC 및 휴대 단말 간 효과적인 통신 연결을 위한 표준으로 제정된 기술이다[20]. 2006년 6월에 설립된 단체이며, 기존의 건강관리기기에 IT기술을 접목하여 이들 간 상호 접속을 가능하기 위한 표준 규정의 기술 검토 및 설계 가이드라인을 제정하였다.

해당 표준은 PAN-IF, LAN-IF, WAN-IF, HRN-IF로 나뉘는 4가지 세부기술로 분류되며 이들 간 기술 분류의 목적은 장치 간의 상호 호환성을 제

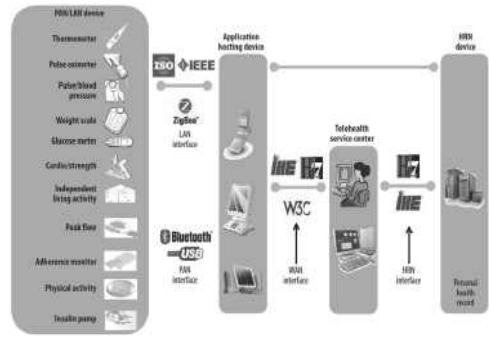


그림 9. Continua Health Alliance 표준 구조
Fig. 9 Structure of Continua Health Alliance

공하기 위함이다. PAN-IF(Peripheral Area Network Interface)는 Zigbee, Wireless USB, Bluetooth 등의 인터페이스를 포함한 하위계층, 그리고 ISO/IEEE 11073 표준을 포함한 상위계층으로 구성되어 있다. LAN-IF (Local Area Network Interface)는 WiFi 등의 IP 통신기술로 구성된 하위계층과 ISO/IEEE 11073-20601로 구성된 상위계층으로 구성되어 있다. WAN(Wire Area Network Interface) 및 HRN-IF(Electronic/Personal Health Records Network Interface)는 네트워크 기반 관리 서비스를 수행한다. 그림 9는 이러한 표준에 대한 구조를 나타내고 있다.

1.5. DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine) 표준 기술 동향

DICOM 표준은 미국 방사선 학회와 전기 공업회가 합동으로 설립한 ACR(American College of Radiology)과 NEMA(National Electrical Manufacturers Association) 위원회에서 제정한 디지털 의료영상 전송 표준 기술이다[21]. 주목적은 의료 디지털 영상 등의 미디어 정보를 전송하기 위해 TCP/IP 계층에서 다루는 표준 영상 신호 프로토콜에서의 기술 표준을 다룬다. 실시간 디지털 의료 영상 전송을 위한 대표적인 기술인 PACS (Picture Archiving Communication System)의 하위 기술 표준이며, DICOM은 최근 데이터 보존 규격도 포함하여 최근 표준으로 제정되었다. 주로 대부분의 의료영상정보시스템 등 장비가 DICOM 표준을 채용하고 있다.

DICOM 표준은 주로 XML(Extensible Markup Language) 언어를 주로 사용함에도 불구하고 현 사물인터넷 기반의 헬스케어 서비스 구현에는 일부 개

선해야 하는 점을 내포하고 있다. 현재로는 총 26개의 워킹그룹이 나뉘어 해당 표준의 개선을 위한 활동을 수행하고 있다.

1.6. ASTM(American Society for Testing and Material) 표준 기술 동향

ASTM 표준은 제품 생산자와 사용자 간에 있어 미국 내에서 유통되는 의료 제품 및 재료 활용용도 및 특성을 시험하여 품질을 규격화하기 위한 표준 기구이다. 그 중에서도 E31 기술 위원회에서는 헬스케어 산업에 대한 표준화를 주로 주도하고 있으며, ASTM의 E31 Healthcare Informatics 기술 위원회는 주로 의료정보 처리 및 정보 전달에 따라 요구되는 보안 및 기밀성 보장을 위한 표준 개발을 주로 수행한다[21].

ASTM 표준은 기존의 헬스케어 표준으로 사용되는 HL의 EHR 기능 규격은 물론 CDA, RIM 등 관련 표준과의 통합을 목표로 한다. 이에 따라 새로운 기술 규격을 개발하기보다는 기존 IEEE, ISO, HL7 및 IETF, DICOM 등 표준화 규격을 준용하며 이를 통해 의료서비스에 적용하고 있다.

2. 무선통신 전송기술

WPAN (Wireless Personal Area Network) 기술에서 사용되어지는 무선통신 기술은 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) 등을 사용한다. 주로 2.4 GHz ISM, 3.1 GHz ~ 10.6 GHz의 주파수 대역을 사용하여 인체외 통신을 수행하며 131 KHz, 131.65 KHz, 900 MHz ISM, 902~924 MHz의 주파수 대역을 통해 인체내 통신을 수행한다. 최대 전송률은 9.6 Kb/s ~ 480 Mb/s를 지원하며 인체내 외부 및 이용 목적에 따라 다양하게 활용되어진다.

WBAN 기술에서는 의료/비의료 응용으로 그 목적이 나뉘어진다. 의료응용 목적으로는 주로 ECG/EEG/EMG, Pulse Oximetry, Respiration, Carbon Dioxide, Blood Pressure, Blood Sugar, Humidity, Temperature 등의 생체 정보를 측정하며 비의료 응용은 엔터테인먼트 (Wearable 비디오, 오디오 등)를 목적으로 활용한다. HL7, ISO/TC215, DICOM 및 CEN/TC251 표준에서 이러한 WBAN 기술을 활용한 표준을 정의하고 있다.

3. 생체신호 측정 센서기술

심전계(ECG, Electrocardiograph)는 심장이 박동하면 심근에 발생한 미소한 활동전위차(1mV의 전압)를 생체표면에 부착한 전극으로 측정하여 시간에 따른 변동곡선(0.1 ~ 200Hz 정도의 주파수 성분)을 기록하여 표시하는 기기를 말하며, 이 때 얻은 곡선을 심전도(Electrocardiogram)라 한다. 심전도에 나타난 심장박동으로 인한 전기적 파형(심전도)을 분석하여 부정맥, 협심증, 심근경색(심장마비) 등의 허혈성 심장질환, 심방과 심실의 비대, 확장 등의 진단을 할 수 있다.

뇌파계(EEG, Electroencephalograph)는 뇌의 생리학적 활동에서 발생하는 미약한 뇌파신호의 전위차(수십 μV ~수백 μV)를 머리 표피에 장착한 전극으로 측정하여 뇌파신호의 주파수 성분을 분석하여 뇌종양, 뇌혈관장애, 두부외상을 동반한 중추신경계의 기능 상태를 알아내는 검사기기이며, 이 때 얻은 뇌파신호를 뇌전도(Electroencephalogram)라 한다[22].

근전계(EMG, Electromyograph)는 근육의 생리학적 활동에서 발생하는 미약한 전위차를 근육표면에 부착한 전극으로 측정하여 발생한 전기신호의 주파수 성분을 분석하여 근육질환 및 근육을 지배하는 신경의 상태를 진단하는 장치이며, 이 때 얻은 전기신호를 시간에 따라 기록한 것을 근전도(Electromyogram)라 한다. 근전계는 근피로도, 근회복도, 근육수축력검사, 근육통증진단과 인식생리학 연구에 이용한다[23].

4. 사물인터넷기반 헬스케어 보안 기술 표준화 동향

4.1. ASTM E31.20

ASTM E31.20 시큐리티 및 프라이버시 기술위원회에서 제정된 주요 표준은 아래와 같으며, 이들은 대부분 ANSI 표준으로 제정하기 위한 승인절차를 마친 상태이다[24].

첫째, E1714-00으로 명명되는 Standard Guide for Properties of a Universal Healthcare Identifier (UHID)는 각 환자에 대한 독립적인 식별 기능을 제공한다. 동일한 환자에 대해 다양한 형태로 연결 가능한 평생건강기록 파일 생성 및 이를 위한 보안 기술로 이용된다.

둘째, E1985-95로 명명되는 Standard Guide for User Authentication and Authorization는 의료 정보 문서의 접근, 특정 작업을 허용하도록 하는 권한제어 메커니즘에 대한 기술 표준을 담고 있다.

셋째, E2084-00으로 명명되는 Standard Specification for Authentication of Healthcare Information Using Digital Signature은 서명 및 해시 알고리즘이다. 이는 공개 키/비밀키의 관리 및 암호화, 인증서의 형식, 의료정보 문서에 대한 서명방법에 대한 기술 표준을 담고 있다.

4.2. ISO/TC215 WG4

ISO/TC215 워킹그룹 중 WG4는 의료정보보호와 관련된 사항에 관한 표준을 제정하고자 하는 논의를 진행 중에 있다[3].

첫째, ISO/DIS 17090-1으로 명명되는 Health informatics—Public Key Infrastructure—Part 1에 대한 보안 표준은 다음과 같다. 헬스케어 환경의 PKI에 대한 기본 정의와 컴포넌트를 정의하고 상호 호환성 보장을 위한 요구사항, 보안 서비스 시나리오, PKI에서 사용되는 인증서 종류 및 공개키 암호 기술 등을 기술하고 있다.

둘째, ISO/DIS 17090-2으로 명명되는 Health informatics - Public Key Infrastructure.Part 2: Certificate profile에 대한 보안 표준은 다음과 같다. 의료정보시스템 환경의 특성을 반영한 PKI 인증서 프로파일 명세서에 대한 기술 표준을 제공한다.

셋째, ISO/TS 22600-1으로 명명되는 Health informatics - Privilege management and access control.Part 1: Overview and policy management에 대한 보안 표준은 다음과 같다. 다자간 의료정보의 전달 및 공유가 이루어지는 환경에서 정보에 관한 권한관리 및 접근 제어 방법을 제시한 기술 표준으로서, 관리 대상 데이터 분석, 권한 정책 항목 분석, 권한 관리 시나리오 등을 주로 기술하고 있다.

4.3. HL7 SIG

보안 측면을 강화하기 위해, HL7은 보안 특별관심그룹(SIG)을 통해 보안 관련 기술 표준을 제정하였다. 기존의 HL7 메시지가 라우터 중계로 통신하는 경우 네트워크, 종단간, 세션 중심 및 통신 계층에 따른 보안 위협 등을 고려하여 표준을 제정하였다. 또한, 이들 각각에 대하여 인증, 권한 관리와 접근제어, 무결성 및 기밀성 보장, 부인방지 등 보안서비스 요구사항을 정리하였다[16]. 현재 HL7 보안기술위원회는 크게 보안서비스 프레임워크 및 이와 관련된 Standard Guide for Implementing HL7 EDI Communication Security에 대한 표준화 작업 또한 꾸준히 진행하고 있다.

V. 국내의 정책동향

1. 국외 정책 동향

미국의 경우, '14년까지 전국민에게 EHR 시스템 구축 목표로 정책을 수립하였으며, Health IT 계획, u-health 선진화 계획을 목표로 정책을 수립하고자 진행 중에 있다. 또한 의료용 모바일앱 규정 마련을 위한 「FDA 모바일앱 의료기기 규제에 관한 가이드라인」을 '13년 9월 발표하였다.

의료기기 규정을 기반으로 하여 모바일앱의 위험수준을 분류하여 건강정보 보안문제의 공문화를 유도하고 있다.

유럽은 '14년 European Commission에서 사회경제의 비용절감, 라이프스타일 개선을 골자로 한 모바일 헬스케어의 도입 추진 의사를 개진하였다. 13년까지 u-헬스케어에 6억 유로를 투입하여 AAL(고령자에게 IT기기/서비스 지원) 프로젝트 단행하고자 하는 정책을 수립하였다.

특히, 영국 보건부는 텔레헬스 시스템 이용을 목표로 2013년까지 10만명의 이용률을 달성하고자 정책을 수립하였으며, 2017년까지 최대 300만명의 텔레헬스 이용률을 달성하고자 한다.

일본의 경우는 헬스케어를 국가산업으로 선정하였으며 헬스케어 벤처회사에 10조엔의 현금 투자를 위한 정책을 수립하고 있다. 즉, 전국민의 PHR 시스템을 '13년부터 운용을 시작하여 '15년을 목표로 의료기관간 보건정보교류 PHR 시스템 구축을 목표로 설정하였다.

2. 국내 정책 동향

보건복지부에서는 의사와 환자간 원격진료를 허용하는 의료법을 개정하였다. 즉, 2013년 10월부터 원격진료 허용을 골자로 하는 의료법 개정안이 입법되었다. 또한 지식경제부에서는 「2018년 의료기기 5개 선진강국」으로 도약하기 위한 추진전략 및 장단기 추진과제를 도입하였다. 디지털병원 수출, u-Healthcare 신사업 창출, 국제기준 표준화 지원, 임상시험지원 강화에 집중하고 있는 추세다.

산업통상자원부에서는 '13년 11월 발표된 「u-healthcare 산업의 신성장 동력화를 위한 헬스케어 신성장 창출전략」에서 의료 및 엔터테인먼트 웨어러블 컴퓨터 기술 개발에 역량을 집중하고 있다.

미래창조과학부에서는 '14년 4월 발표된 「바이오헬스 신성장 발굴을 위한 연구개발 추진방안」

에서 생애단계별 8대 건강문제 해결을 위한 연구개발 추진 전략을 세우고자 한다. 또한 「창조비타민 프로젝트 추진계획」, 7대 분야 중 ‘보건 의료’를 선정, 생애주기별 개인 맞춤형 의료 서비스를 2013년 11월 이후 제공하는 정책을 수립하였다.

VI. 결 론

사물인터넷 기반 헬스케어산업 경제성을 분석함에 있어 웨어러블 헬스케어 디바이스와 유무선 네트워크를 활용하여 시간과 공간의 제약을 뛰어넘는 스마트헬스케어 서비스는 국가 의료비용을 절감시키고 국민의 의료서비스 선택권 확대 등 복지 개선 효과를 창출할 수 있다. 하지만 이러한 성장에는 기술적인 측면, 정책적인 측면에서 보안이 필요할 것으로 보인다.

첫째, 경제성 분석 결과가 긍정적임에도 불구하고, 의료법, 약사법, 의료기기법, 국민건강보험법 등 산업 생태계 전반의 관련 규제가 스마트 헬스케어 산업 신규 진입을 저해하고 있어 총체적인 재정비가 필요할 것으로 보인다.

또한, 웨어러블 헬스케어 디바이스를 통해 측정·수집되고 유무선 네트워크를 통해 실시간으로 전송되는 ‘개인의 건강정보’에 대한 보안·관리에 대한 체계적인 기술 접근이 필요하다. 사물인터넷 기반 헬스케어산업의 주요 지식재산인 개인정보는 유출될 경우 위험이 크므로 해킹 등 유출사고에 대비하는 보안 규제가 매우 중요함에도 불구하고, 국내에는 개인 건강정보 유출사고에 대비하는 법률이나 표준안이 부재한 것이 현실이기 때문이다. 세계적인 흐름에 따라 국내에서도 사물인터넷기반 헬스케어 산업의 성장을 위해 보안 관련 기술 표준 확립이 필요할 것이다.

References

- [1] S.W. Kim, T.B. Lim, J.I. Park, “Design and implementation of IoT collaboration module supporting user context management,” IEMEK J. Embed. Sys. App., Vol. 10, No. 3. pp. 129-137, 2015 (in Korean).
- [2] C.Y. Park, J.H. Lim, S.J. Park, S.H. Kim “Technical trend of U-healthcare standardization,” Journal of Telecommunication trend Analysis, Vol. 25, No. 4, pp. 48-59, 2010 (in Korean).
- [3] S.P. Heo, “Standardized open platform for M2M/IoT services,” Proceedings of The 20th Korean Internet Conference, 2012 (in Korean).
- [4] Research2guidance, “mHealth App Developer Economics 2014,” 2014.
- [5] KCA Korea Communications Agency, “Market trend with policy of IoT technique,” 2013 (in Korean).
- [6] J. Crook, “Owlet infant health tracker takes the wearable revolution into the crib,” Hardware Battlefield, 2014.
- [7] Google Developers, <https://developers.google.com>.
- [8] S.P. Heo, “IT convergence based on KT M2M technique,” Proceedings of The 22nd High-Speed Network Workshop, 2012 (in Korean).
- [9] K.S. Kim, J.I. Jung, Y.J. Kim, S.P. Heo, “M2M standards platform of WiBro/LTE,” The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 30 No. 2, pp. 18-28, 2013 (in Korean).
- [10] P. Alto, “Fitbit accounted for nearly half of global wearable band shipments in Q1 2014,” Canalys, 2014.
- [11] K.M. Park, W.H. Seok, “The next smart thing: wearable device,” ETRI Creative Opinion, 2014 (in Korean).
- [12] <http://www.telegraph.co.uk/>
- [13] K. Tillmann, “Getting connected with emerging fitness technologies,” Health Populi, 2012.
- [14] <http://www.corventis.com>.
- [15] K.Y. Kim, K.H. Won, H.J. Choi, “Technical characteristics and trends of capsule endoscope,” Journal of Korea Institute of Communications and Information sciences, Vol. 37, No. 4, pp. 329-337, 2012 (in Korean).
- [16] P.K. Sinha, G. Sunder, P. Bendale, M. Mantri, A. Dande, *Electronic Health Record : Standard, Coding System, Frameworks, and Infrastructures*, Wiley, 2013.
- [17] S.M. Chun, J.Y. Choi, J.T. Park, “An Emergency Management Architecture Using Personalized Emergency Policy for Smart

- Healthcare," Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 50, No. 11, pp. 3-11, 2013 (in Korean).
- [18] R.H. Dolin, L. Alschuler, S. Boyer, C. Beebe, F.M. Behlen, P.V. Biron, A. Shabo, "HL7 clinical document architecture, release 2," Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 13, No. 1, pp. 30-39, 2005.
- [19] M. Li, K. Ren, "Data security and privacy in wireless body area networks," IEEE Wireless Communications, Vol. 17, No. 1, pp. 51-58, 2010.
- [20] The Continua Health Alliance at <http://www.continuaalliance.org>
- [21] DICOM, "Minute of DICOM Standard Committee(DSC), Mar, 2013.
- [22] <http://www.astm.org/COMMITTEE/E31.html>
- [23] http://www.astm.org/SNEWS/JULY_2003/hi_jul03.html.
- [24] http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=54960.

Sung-Phil Heo (허성필)



He received the Ph.D. degree in Information Sciences from Tohoku University, Sendai, Japan, in 2004. From 1993 to 2014, he was a Principle Researcher, Team Leader, and Project Director in the Korea Telecom R&D Center, Seoul, Korea. He joined Kumoh National Institute of Technology in 2014, where he is currently a professor of ICT Convergence Research Center. His research interests include IoT/M2M, contents based multimedia retrieval, and next generation wireless communication technology.

Email: sungphil.heo@kumoh.ac.kr

Dong-Hee Noh (노동희)



He received MS and BS degree in Electronic engineering From Kumoh National Institute of Technology, Korea, in 2013 and 2015, He is currently a Researcher in Electronics and Telecommunications Research Institute, Korea. His current research areas include wireless control network, networked embedded system.

Email: ndh1309@etri.re.kr

Chang Bae Moon (문창배)



He received Ph.D., MS and BS degree in Computer Software Engineering From Kumoh National Institute of Technology, Korea, in 2005 and 2013, He is currently a Researcher professor in Kumoh National Institute of Technology, Korea. His current research areas include Artificial Intelligence, Multimedia Processing, Information filtering, information retrieval and Emotion Engineering.

Email: cb.moon@kumoh.ac.kr

Dong-Seong Kim (김 동 성)

He received Ph.D. degree in Electrical and Computer Engineering from the Seoul National University, Seoul, Korea, in 2003.

From 1994 to 2003, he worked as a full-time researcher in ERC-ACI at Seoul National University, Seoul, Korea. From March 2003 to February 2005, he worked as a post-doctoral researcher at the Wireless Network Laboratory in the School of Electrical and Computer Engineering at Cornell University, NY. He is currently a director of ICT Convergence Research Center supported by Korean government at Kumoh National Institute of Technology. His current main research interests are industrial wireless control network, networked embedded system and Fieldbus.

Email: dskim@kumoh.ac.kr