



특집 07

모바일 개인생활의료정보관리시스템에 관한 연구

이난경·이종욱 (동국대학교)

목 차 »

1. 서 론
2. 모바일개인생활건강관리시스템 아키텍처의 설계
3. 모바일개인생활건강관리시스템 애플리케이션의 설계와 구현
4. 모바일개인생활건강관리시스템 테스트
5. 결 론

1. 서 론

ICT 기술의 급격한 발전은 기존 관념을 뛰어넘는 새로운 영역을 창출하고 있다. 특히 스마트폰과 이동통신네트워크는 기존의 ICT와 결합하여 유비쿼터스 편재형 컴퓨팅(ubiquitous pervasive computing)을 실현 가능케 하고 있다^[37]. 이러한 환경적 변화는 그간의 병원 중심 전통적인 헬스케어(healthcare) 서비스의 범위를 뛰어넘어 개인별 건강개입을 통한 질병의 예방과 관리 방식을 크게 개선하고 있으며 이러한 영역을 mHealth라 한다^[29]. 특히 최근의 WWBS(착용형 무선 생체 의료 센서, Wearable Wireless Biomedical Sensor)와 WBAN(무선인체 네트워크, Wireless Body Network), 스마트폰, 및 이동통신이 결합되어 모바일폰이 환자들의 일상을 모니터링하고 건강개입을 하는 중요한 플랫폼으로 인식하고 있다^[23,34].

mHealth의 최근 연구동향은 스마트폰을 센서 플랫폼으로 인식하여^[34,37] 헬스모니터링 도구로 활용하고^[41,43], 이를 통해 노인병과 만성질환 환자의 생활습관을 관리하는 등의 건강개입을 하며^[22,23], 환자 스스로 자기관리^[10,19]를 할 수 있도록 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나 대부분의 선행연구들은 스마트폰을 단순히 환자의 생체의료 데이터(Biomedical Data)를 수집하여 HIS(병원정보시스템, Hospital Information System)으로 전송하는 gateway 역할만 부여하고 있는 상황이다. 이에 따라 본 연구는 스마트폰이 강력한 컴퓨팅 도구라는 점을 활용하여 수집된 데이터 대해 MBE(예외관리, Management by Exception) 관점의 모니터링이 가능토록 필터링(filtering) 등의 데이터 처리단계를 거친 이후에 HIS 또는 의료인에게 전송하는 시스템 아키텍처 및 소프트웨어 컴포넌트 체계를 제시하고자 하며, 이 시스템을 mPLHIMs(모바일 개인생활의료

정보관리시스템, mobile Personalized Healthcare Information Management System)이라 정의한다.

mPLHIMs은 예외관리원칙에 따라 수집된 데이터의 약 27.9% 미만만을 HIS로 전송하기에 네트워크 효율이 향상되고, 의료인은 복수개의 데이터유형을 하나의 통합 UI를 이용하여 발생 데이터의 약 10.9%만을 그래프로 관찰할 수 있기에 관찰 효과가 제고될 것으로 기대하고 있다.

2. 모바일 개인생활건강관리 시스템 아키텍처의 설계

2.1 mPLHIMs시스템 요건 및 서비스 정의

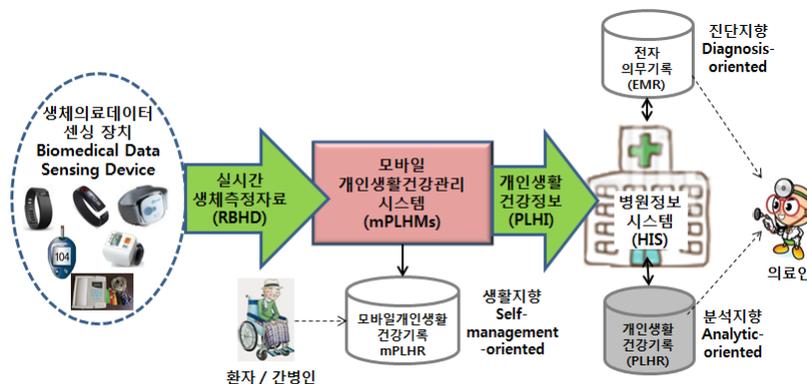
인구노령화 추세와 만성질환의 확산은 보건의료재정악화에 지대한 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라^[2,4], 우리나라를 포함한 전 세계적으로 주요사망원인으로 대두되고 있는 실정이다^[6,38,28]. 이러한 노인병과 만성질환에 대한 효과적인 진단과 치료를 위해서는 전통적인 의료서비스와 더불어 환자 스스로, 일상생활에서의 생활습관관리(lifestyle management)^[19,16,22]와 이 과정에서의 의료서비스 또는 건강 개입(healthcare intervention)

^[10,23]이 요구되고 있다.

따라서 노인병과 만성질환을 관리하기 위한 시스템은 의료인이 환자의 일상생활을 관찰 또는 모니터링 할 수 있어야 하며^[34,41], 기존에 환자가 병원을 방문하였을 때 취득하던 종단적(縱斷的, latitudinal) 생체측정(biomedical sensing) 데이터 뿐만 아니라 환자의 일상생활에서 발생하는 장기간 및 시간적 개념의 횡단적(橫斷的, longitudinal) 데이터를 취득할 수 있어야 된다^[24,42,44]. 또한 환자 자신의 생활습관관리를 위해서는 환자 또는 간병인에게도 건강개입과 자기관리(self-management)를 위한 적절한 정보가 제공되어야 한다^[10,22,23].

본 연구에서 제시하는 mPLHIMs은 (그림 1)의 예시와 같이 생체의료데이터 감지장치로부터 발생하는 RBHD(실시간 생체측정자료, realtime biomedical health data)를 수집 및 가공하여 HIS로 PLHI(개인생활건강정보, personalized lifestyle healthcare information)을 전달해주는 시스템이다. 이 시스템은 의료인이 MBE 관점으로 환자의 일상생활을 모니터링 할 수 있도록 지원하며, 환자 또는 간병인은 환자의 스마트폰 앱이 제공하는 적절한 건강개입 정보를 활용하여 자기관리를 할 수 있게 된다.

즉, mPLHIMs은 EMR(전자의무기록, Electronic



(그림 1) mPLHIMs 서비스 개념도 (출처: 이난경과 이종욱(2014), 수정 및 보완)

Medical Record)을 기반으로 진단지향 업무를 수행하는 전통적인 HIS에 PLHI 기록을 제공함으로써 분석지향적 의료서비스를 가능케 하며, 환자에게도 모바일앱으로 PLHI를 제공하여 생활지향적 활동을 지원하기에, 진단/치료-분석-생활관리 등의 3 단계 관리체제를 형성할 수 있도록 한다. 또한 mPLHIMs은 별도의 장비 없이 환자의 스마트폰을 이용하기에 경제성과 편재성(pervasiveness)을 보장할 수 있다.

2.2 mPHIMs 시스템 계층과 네트워크

최근의 헬스케어 영역의 추세는 모바일 헬스모니터링으로 나타나고 있다^[37]. 즉, WWBS와 WBAN의 발달과^[7,9,31], 스마트폰의 데이터 수집 능력과 이동통신망을 이용한 데이터 전송능력을 결합하여^[10], 만성질환자의 생활을 모니터링하고^[34], 이로부터 건강개입을 하는^[13,23,33], 헬스 모니터링 영역에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

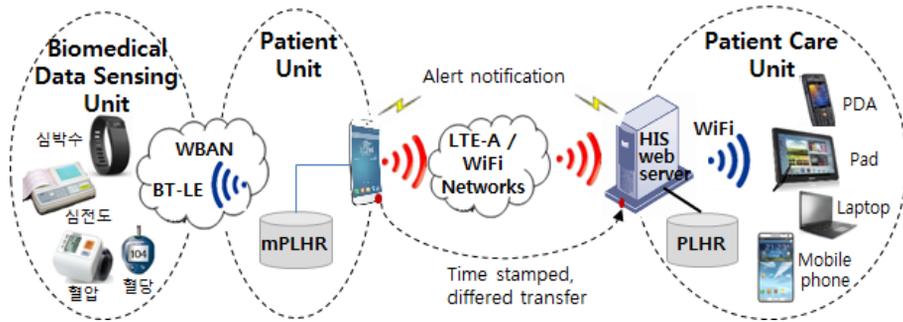
즉, 병원이라는 제한된 오프라인 환경에서 이루어지던 전통적 의료서비스에 유비쿼터스 네트워크(ubiquitous network)를 활용해 시공간의 제약을 초월해 의료서비스를 제공하는 u-헬스케어(ubiquitous healthcare)가 대두되었고^[11,5], 최근에는 모바일 스마트폰을 플랫폼으로 한 편재형 의료서비스(pervasive healthcare) 형태로 발전되었으며 이를 mHealth라 한다^[11]. 특히 mHealth는 WBAN을 이용한 모바일 건강모니터링에 대한 연구에 관심이 집중되고 있다^[10,23,34].

최근 들어 WWBS에서 수집된 생체의료정보를 HIS에 전달하기 위한 mHealth 시스템의 다계층(multi-tier) 아키텍처에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나^[7,20,28,34,38,40,42], 대부분의 선행 연구 아키텍처들은 스마트폰을 단순히 데이터를 전달하는 gateway 역할로만 사용할 뿐, 스마트폰의 데

이터 수집 및 처리 능력^[41]을 간과하고 있는 실정이다. 다만 이난경과 이종욱(2014)의 선행연구에서 스마트폰 앱으로 수집된 생체측정 데이터를 가공하여 HIS에 전달하는 등 스마트폰의 컴퓨팅 능력을 활용하는 아키텍처가 제시된 바가 있으나, 건강모니터링 시스템의 필수 요건인 HIS 또는 의료인의 응급상황 감지능력^[43]과 만성질환관리에 필수적인 환자의 자기관리를 위한 건강개입(healthcare intervention) 기능^[10,29]이 결여되어 있는 상황이다.

따라서 본 연구는 제시하는 mPHIMs은 전술한 선행연구들의 아키텍처를 보완하기 위해 (그림 2)와 같은 3 계층 시스템을 제시한다. 즉, 첫 번째 계층인 'BDSU(생체의료 데이터 감지 영역, Biomedical Data Sensing Unit)'는 환자의 실시간 생리학적 데이터를 측정하는 기능을 제공하며, 두 번째 계층인 'PU(환자영역, Patient Unit)'는 BDSU로부터 수신된 실시간 생체 데이터를 HIS에서 요구되는 MBE 관점의 모니터링을 통해 횡단적 정보로 가공하여 안정적으로 전달하는 기능뿐만 아니라 환자의 일상생활에 대한 건강개입 기능을 제공하며, 'PCU(환자치료영역, Patient Care Unit)'은 전통적인 치료영역 공간으로 역할을 분담하는 계층으로 설계하였다. 특히 PU는 단순히 BDSU의 생체데이터를 PCU에 전달하는 gateway 역할뿐만 아니라, BDSU로부터 감지한 데이터에서 응급상황을 인지한 즉시 PCU에 응급 신호(Alert Notification)를 우선처리(preemption)하는 기능과^[43], 네트워크 또는 PCU의 장애 상황을 해결하기 위한 지연전송(Differed Transfer) 기능도 제공한다.

최근 들어 신체적 활력징후(vital sign)는 환자의 건강상태를 감지할 수 있는 선행인자로 인식되기에^[33] 이를 감지할 수 있는 WWBS 및 WBAN의 활용에 대한 연구가 활발히 진행되고



(그림 2) mPLHMs의 3 계층 아키텍처 개념도 (출처: 이난경과 이종옥(2014), 수정 및 보완)

있다^[20,21,38]. IEEE 802.15 표준을 따르는 대표적인 WBAN 프로토콜인 IEEE 802.15.4의 지그비(ZigBee)는 라우팅기능을 이용한 비동기 네트워크를 형성할 수 있는 장점으로 인해 특정 지역인 병동 등에 WBAN을 형성할 수 있는 이점은 있으나^[9,36,37], 개인형 용도로는 부적합하기에 본 제안 시스템은 IEEE 802.15.1의 BT-LE(저전력 블루투스, Bluetooth Low Energy)를 BDSU와 PU간의 네트워크로 및 프로토콜로 채택하였다. 즉, BT-LE는 이난경과 이종옥(2014)의 연구에 따르면 최신 스마트폰에 내장되어 있기에 경제성(cost-effectiveness)이 있으며 사용자가 터치로 손쉽게 연결할 수 있기에 용이성(easiness)이 있으며 저전력형이기에 가용성(availability)이 있고 다수의 WWBS를 연결할 수 있는 확장성(scalability)이 있기 때문이다^[3]. 또한 스마트폰과 병원정보시스템 간의 통신망은 최근의 모바일 네트워크 표준인 LTE-A 또는 WiFi 통신망을 사용하여 경제성, 신뢰성 및 편재성을 보장토록 한다^[7,38].

3. 모바일 개인생활건강관리 시스템 애플리케이션의 설계와 구현

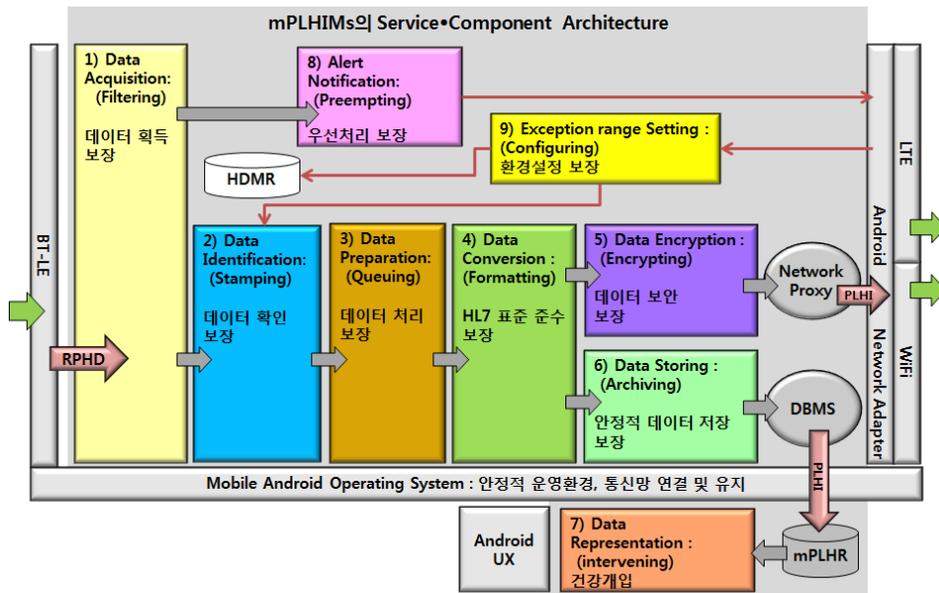
3.1 mPLHMs의 애플리케이션 컴포넌트 설계

일반적으로 서비스 또는 소프트웨어 컴포넌트

들은 재사용성(reusability)과 확장성(expandability)의 극대화를 위해 상호간 느슨하게 연결(loosely coupling)되어야 하며 각 각의 컴포넌트는 최대한의 추상화(abstraction)와 자율성(autonomy) 및 무상태성(statelessness)을 유지해야 한다^[13]. 이와 같은 일반적인 설계지침의 바탕으로 mPLHMs의 헬스케어 모니터링 시스템의 요건을 반영하여 제안 시스템의 소프트웨어 구조를 (그림 3)과 같이 9개의 컴포넌트로 설계하였다.

즉, mPLHMs의 애플리케이션 요구사항은 이난경과 이종옥(2014)의 연구에서 정의한 모바일 헬스케어 모니터링 시스템의 요건인 1) 실시간 및 실생활(Real-time, real lifestyle) 모니터링^[34], 2) 장기간의 횡단적 자료(time series longitudinal data) 수집^[42,44], 3) 독립형 및 분산형 애플리케이션 유형(standalone, distributed app type) 동시 지원^[41], 4) 네트워크 장애(Network disconnection) 대책^[11], 5) 예외관리(Management by exception) 원칙 준수^[16,26] 등과 함께 6) 응급상황인지(Alert Notification)^[43], 7) 자기관리(Self-management)^[40] 및 8) 건강개입(Healthcare Intervention)^[23] 등의 추가적인 요건을 반영하였다.

mPLHMs 시스템의 기능 또는 서비스의 특징은 1) 건강모니터링(healthcare monitoring), 2) 건강정보 동기화(healthcare data synchronization),



(그림 3) mPLHIMs의 컴포넌트 아키텍처 (출처: 이난경과 이종욱(2014), 수정 및 보완)

3) 자기관리(self-management), 및 4) 건강개입 (healthcare intervention) 등의 4가지로 요약할 수 있다. 즉, mPLHIMs 시스템은 복수개의 WWSO로부터 입력되는 BDSU를 바탕으로 원격지의 의료인이 환자의 일상생활을 관찰할 수 있는 건강 모니터링 기능^[23,37]을 MBE적 관점에서 효율적으로 제공하며, 만성질환의 효과적인 치료를 위해 HIS 내에 모니터링 된 결과 데이터의 동기화^[27,41]를 신뢰성 있게 제공하고, 만성질환관리의 핵심 프로세스인 환자 스스로의 자기관리^[19,22]를 지원하며, 건강상태의 위험이 감지되는 즉시 의료인 또는 환자 자신이 건강개입^[10,23]을 할 수 있는 효과적인 통로를 제공한다. 이러한 서비스 특징을 제공하는 각 컴포넌트의 기능은 <표 1>로 정리하였다.

3.2 mPLHIMs의 구현

지속적인 기술의 진화가 이루어지고 있는 모바일 헬스분야^[15]와 같은 최신 분야의 애플리케이션은

편재성(pervasiveness), 경제성(cost-effectiveness), 및 용이성(easiness)이 강조되도록 구축되어 사용자들이 쉽게 수용하고 활용할 수 있도록 해야 하며, 이를 위해서는 일반적이고 보편화된 기술 또는 사실표준(de facto standard)을 적극 사용하여 시스템의 개방성(openness)을 극대화해야 한다. 진술한 원칙에 입각하여 mPLHIMs의 프로토타입(prototype) 시스템의 운영체제로는 2014년 4월 현재 세계시장 점유율이 77%인 안드로이드(Android) 운영체제^[17]의 젤리빈(Jelly bean) 4.3.1 버전으로, 하드웨어 플랫폼은 BT-LE와 CA(carrier aggregation) 기술이 지원되는 삼성 갤럭시 S4 LTE-A 모델을, 개발언어는 스마트폰 앱의 사실표준인 Ajax와 HTML 5를 사용하며, 관계형 데이터베이스관리시스템은 안드로이드 운영체제에 내재된 SQLite를 사용하였다.

3.2.1 필터링과 예외 모니터링

만성질환관리를 위해 환자의 일상생활을 관찰

〈표 1〉 mPLHMs의 서비스 컴포넌트 계층별 기능 요약

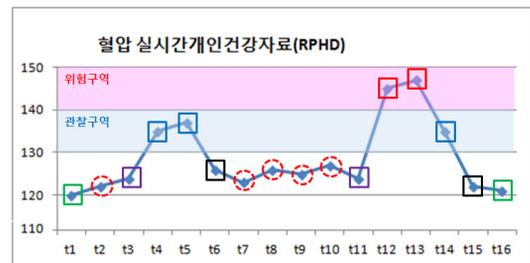
서비스 컴포넌트 계층	핵심기능	주요기능 요약
1) 데이터 획득 data acquisition	압축 filtering	MBE 원칙에 따라 의료인이 필요한 비정상 생체감지데이터만을 여과시킴으로써 결과적으로 데이터 압축을 행함.
2) 데이터 식별 data identification	실시간 인증 time stamping	시간적 개념의 횡단적 데이터 관리를 지원하기 위해 입력시각을 나타내는 타임스탬프를 부착함.
3) 데이터 준비 data preparation	지연처리 deferrer queuing	네트워크 단절 등의 외부 환경적 요인 발생 대비를 위한 입력데이터의 대기행렬(queuing)화와 지연처리(deferrer processing)를 행함.
4) 데이터 변환 data conversion	형식변환 formatting	수집된 생체감지데이터표준(ISO/IEEE 11073 PHD) 데이터형식을 HIS를 위한 의료정보표준(HL7)으로 변환함.
5) 데이터 암호화 data encryption	암호화 encrypting	네트워크를 통해 HIS로 전송되는 의료정보의 보안을 위해 암호화를 행함.
6) 데이터 축적 data archiving	데이터베이스화 archiving	건강개입과 지연처리 등의 지원을 위해 가공된 PLH를 스마트폰 내에 데이터베이스로 형성함.
7) 데이터 출력 data representation	건강개입 intervening	환자에게 환자 스스로 자기관리를 할 수 있는 정보를 제공하거나, 의료인의 권고 등을 출력하여 생활습관에 건강개입을 행함.
8) 응급통보 alert notification	우선처리 preempting	복수개의 WWBS로부터 수신되는 자료 중 응급상태를 감지하면 우선적으로 HIS 또는 의료인에게 통보함.
9) 예외관리범위 설정 exception range setting	환경설정 configuring	의료인이 HIS를 이용하여 개별 환자의 생체감지 데이터 유형 및 측정범위 등의 시스템 환경을 설정함.

하는 주목적은 생활습관으로부터 발생하는 정보를 수집-처리한 결과에 의료인이 반응하기 위함이다^[41]. 통상적으로 실용성의 관점에서 수집된 모든 생체데이터 정보를 의료인에게 전달하고자 시도하였고^[8], 이러한 관점이 그간의 u-헬스케어가 활성화되지 못하였던 원인중의 하나로 판단된다.

모니터링의 핵심은 적시(timely) 감시와 상시(always) 감시의 부담경감을 위해 모니터링 데이터를 통제할 수 있어야 한다. 즉, 예외모니터링(exceptional monitoring)이란 정상범위를 초과하거나 특정 규약을 위반하는 경우에만 관찰자가 관찰할 수 있도록 하는 것을 의미한다^[12,26]. 대부분의 선행연구들은 관찰된 데이터를 모두 전송하거나^[10,34,41], 또는 일부와 같이 네트워크 부하경감을 위해 압축된 데이터를 전송^[18]하는 등의 방식만 사용하였지 본 연구와 같이 의료인의 모니터링 유용성과 효율성을 제고할 수 있는 예외모니터링 관점을 적용한 예는 없었다.

본 연구에서 구현한 예외모니터링 관점의 필터

링(filtering) 개념은 (그림 4)와 같다. 즉, mPLHMs은 실시간적으로 발생하는 생체감지 데이터 중에서 ‘위험상태’와 ‘관찰상태’는 HIS 또는 의료인에게 전달하나 ‘정상상태’는 관찰할 필요가 없기에 필터링을 통해 삭제(t2, t7, t8, t9, t10의 경우)한다. 다만 ‘정상상태’ 중에서 초기(t1), 정상이탈(t3, t11), 및 정상진입(t6, t17)은 상태전환인식(state transition contexts)을 위해 필터링 대상에서 제외하여 의료인에게 전달하는 데이터 수 자체를 축소하는 예외모니터링을 구현하였고, 실제 임상데이터에 실험한 결과 이완기혈압의 경우 72%의



(그림 4) mPLHMs의 예외모니터링 개념도

필터링 효율을 보였다.

3.2.2 멀티쓰레딩과 비동기화

복수개의 WWBS를 통해 mPLHIMs로 유입되는 RBHD는 실시간 스트림 데이터(realtime streaming data)라는 특성을 가진다. 즉, (그림 3)에서 제시한 컴포넌트 중 1)부터 6)까지 6개의 컴포넌트는 순차적으로 실행되어야 하는 사슬구조이기에 만약 어느 한 컴포넌트에서 지체상황이 발생된다면 이는 곧 유입되는 RBHD의 망실의 결과를 초래하기에 치명적이라 할 수 있다. 이와 같은 문제는 멀티쓰레드(multi-thread) 구조에 따른 컴포넌트의 비동기화(asynchronizing)^[39]를 구현함으로써 그 피해를 최소화할 수 있다. 또한 mPLHIMs과 같은 다계층(multi-tier) 구조에서는 계층 간의 처리속도 차이와 일부 계층의 일시 기능정지에 대한 대책이 필수적이다. 일반적으로 속도가 서로 다른 두 개체의 협업은 큐잉(queueing)을 통한 메시지징과^[30], 해결이 불가능한 상황이 개선될 때까지 처리를 미루는 지연처리(deferred processing) 방식^[32]으로 해결할 수 있다.

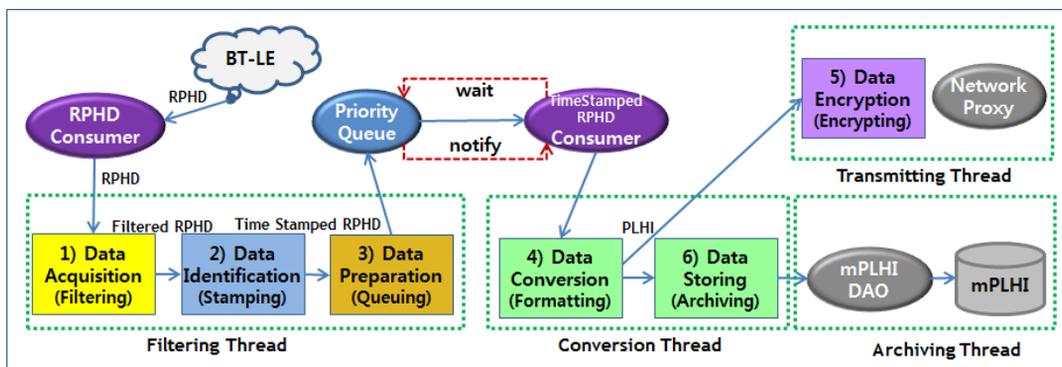
이에 따라 mPLHIMs은 외부환경변화에 대응하기 위해 입력시점의 타임스탬프를 부착한 RBHD를 시간 순으로 보관하는 우선순위 큐

(Priority Queue)를 구현하였고, mPLHIMs의 컴포넌트 중에서 처리지체가 예상되는 우선순위 큐, 데이터베이스관리시스템과 연동되는 데이터처리 객체(Data Access Object), 및 네트워크와 연동하는 네트워크 프록시(proxy) 등의 3개 구성요소가 존재하기에 mPLHIMs은 (그림 5)와 같이 처리지체가 예상되는 컴포넌트를 기준으로 4개의 멀티쓰레딩 그룹을 구현하여 비동기적 처리 극대화를 통한 데이터 망실의 경우를 최소화하도록 하였다.

4. mPLHIMs의 테스트

4.1 테스트 절차와 테스트 데이터

일반적으로 구축된 시스템을 테스트하는 절차는 시스템의 기능성을 테스트하는 검증(validation)과 유용성을 평가하는 확인(verification) 과정을 거친다^[35]. 검증은 mPLHIMs의 구축 시 행한 단위 및 통합 테스트를 통한 소프트웨어 기능평가인 내부적 검증과, 제안시스템의 주요 기능인 필터링 효율을 외부적 검증절차로 정의한다. 또한 제안 시스템에 대한 사용자 관점의 유용성을 평가하는 확인은 의료인관점에서의 예외모니터링 효율과 환자관점에서 UI 효과성에 대해 확인하였다. mPLHIMs 시스템의 기능성과 유효성을 평가



(그림 5) mPLHIMs 시스템의 멀티 스레드 구조 개념도

하기 위해서는 대규모의 실제 임상데이터(환자의 장기간, 연속적인 활력스트림(vital stream) 데이터)가 필요하기에, 본 연구는 노인 및 만성질환 환자의 임상데이터 획득이 용이한 요양병원 3곳, 재활병원 2곳, 급성기 전문병원 2곳을 대상으로, 총 1,854명의 환자에 대한 수축기혈압, 이완기 혈압, 및 체온 등 총 94,467건의 임상 데이터를 수집하였다.

4.2 mPLHIMs의 기능성 평가

mPLHIMs의 소프트웨어 기능성 테스트는 구축 시 실시한 단위 및 통합 테스트 과정에서 내부적 검증으로 완료하였다. mPLHIMs의 외부적 검증은 제안시스템의 핵심기능 중의 하나인 필터링 효율로 검증하였다. 즉, 예외 필터링이란 관찰범위외의 진입하는, 또는 이탈하는 정상 데이터(c)를 제외한 연속적인 정상데이터(b)를 걸러내는 것을 말하며, <표 2>와 같이 실제 임상데이터에

<표 2> 필터링 결과

구분	수축기혈압	이완기혈압	체온
데이터 수 (a)	31,489 100%	31,489 100%	31,489 100%
필터링된 정상 데이터 (b)	14,483 46%	22,727 72.2%	24,015 76.3%
획득된 정상 데이터 (c)	7,086 22.5%	5,096 16.2%	4,680 14.9%
획득된 비정상 데이터 (d)	9,920 31.5%	3,667 11.6%	2,794 8.9%
획득된 데이터 소거 (c)+(d)	17,006 54%	8,763 27.8%	7,474 23.7%

적용한 필터링 결과는 총 입력데이터 94,467건 중 61,225건이 필터링(64.8%) 되었기에 제안 시스템의 필터링 효율은 매우 높은 것으로 나타났다.

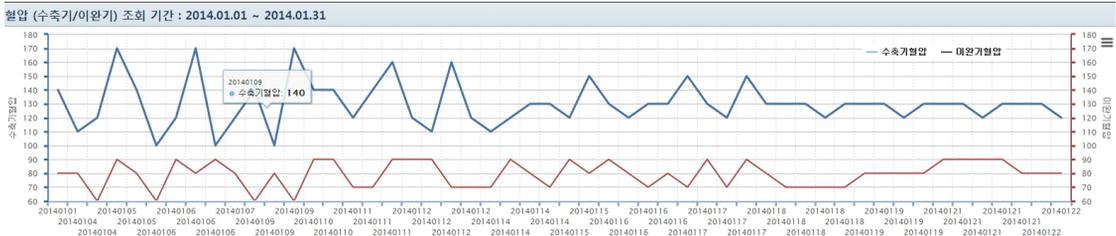
4.3 mPLHIMs의 유용성 평가

mPLHIMs의 유용성 평가는 예외모니터링 효율과 UI의 효과성에 대해 평가하였다. <표 3>에 예시된 바와 같이 수축기 혈압의 경우, 정상-관찰-위험 범위 간 상태전이 횟수(e)는 13,641건(전체 대비 43.3%) 이었고, 총 31,489건의 전체 데이터를 관찰하는 대신 이의 18%인 5,657건(m)만 관찰하기에 예외모니터링 효율이 매우 높은 것으로 나타났고, 더불어 전송 데이터 수의 축소에 따른 전송효율도 매우 높은 것으로 나타났다.

또한 사용자 UI는 (그림 6)과 같이 복수개의 활력데이터를 동시에 비교 관찰할 수 있을 뿐만 아니라 필터링에 의해 데이터가 축소되었기에 x축이 길어져 관찰범위가 확대되고, 세부사항보다는 전체적인 추이를 용이하게 판단할 수 있는 등의 효과성이 있는 것으로 나타났다.

<표 3> 예외모니터링 효율

구분	수축기혈압	이완기혈압	체온
데이터 전송 효율(t)	13,641 43.3%	7,193 22.8%	5,693 18.1%
예외 모니터링 효율(m)	5,657 18%	2,686 22.8%	1,977 6.3%



(그림 6) mPLHIMs의 사용자 UI의 예시

5. 결론

정보통신기술의 급격한 발달과 스마트폰 시대의 도래는 이전에는 불가능하였던 정보서비스를 가능하게 하고 있다. 특히 스마트폰 시대의 개인화와 무선센서 및 WBAN의 발달은 스마트폰의 이동통신망과 결합하여 이전에는 취득하기 불가능 하였던 개인단위의 생활습관 데이터를 용이하게 수집할 수 있게 되었고, 이러한 개인단위의 편재형 의료서비스인 mHealth에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구는 최근 문제가 되고 있는 노인병 및 만성질환의 관리차원에서 의료인이 효과적으로 환자의 생활습관 관찰을 통해 의료개입을 하고 환자는 자기관리를 할 수 있게 하는 모바일 개인 생활의료정보관리시스템(mPLHIMs)의 시스템 아키텍처와 소프트웨어 체계를 제시하였다. 특히 본 연구는 대부분의 선행연구들이 스마트폰을 단지 데이터를 전달하는 gateway 기능만을 제시한 데 반하여 스마트폰 자체의 강력한 컴퓨팅 기능을 활용하여 의료인이 예외 관리적 모니터링이 가능한 체계를 제시하였다. 실제 임상 데이터 94,467건을 이용해 제안 시스템을 테스트해본 결과, 병원정보시스템 또는 의료인에게는 총 26,347건(27.9%)만 전송하면 되었고, 의료인은 총 10,320건(10.9%)만 관찰하면 되는 등 제안시스템은 효율성이 있는 것으로 평가되었다. 특히 종전에는 분리 관찰했어야 할 복수의 관찰데이터를 하나의 사용자 UI에서 관찰할 수 있기에 유용성도 좋을 것으로 기대한다.

본 연구에서는 재택생활 모니터링을 위한 정보 기술적인 해결책만 제시되었기에, 재택환자의 복수개의 활력데이터로부터 환자의 건강상태 또는 상황인식(context aware)까지 판단할 수 있는 알

고리즘에 대한 후속연구가 진행된다면 노인병 및 만성질환에 대한 의료서비스 영역에 큰 기여를 할 것으로 기대한다.

참고 문헌

- [1] 박찬용, 임준호, 박수준, 김승환, "유헬스케어 표준화 기술 동향", 전자통신동향분석, 제25권 제4호, pp. 48-59, 2010.
- [2] 손재범, 박길홍, 차지훈, 박기정, "유헬스 의료기기에서의 정보보안을 위한 요구사항에 대한 연구", FDC법제연구, 제6권 1·2호, pp. 59-78, 2011.
- [3] 이난경, 이종욱, "모바일 재택생활건강 모니터링 시스템에 관한 연구", e-비즈니스 연구, 제15권, 제3호, pp. 97-123, 2014.
- [4] 이성훈, 이동우, "유헬스케어 중심의 의료산업 융합현황 고찰 및 발전방안 연구", 디지털정책 연구, 제11권 제6호, pp. 193-197, 2013.
- [5] 한국보건산업진흥원, "u-Healthcare 활성화 중장기 종합계획 수립", 한국보건산업진흥원, 2008.
- [6] 황병덕, "개원의의 만성질환관리제도에 대한 수용태도", 보건의료산업학회지, 제6권 제2호, pp. 193-200, 2012.
- [7] Adibi, S., "Link technologies and BlackBerry mobile health (mHealth) solutions: a review.", Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, Vol. 16, No. 4, pp. 586-597, 2012.
- [8] Bosworth, A., York, C., Kotansky, H., & Berman, M. A., "An Inventor's Perspective on Consumer Health Informatics.", American Journal of Preventive Medicine, Vol. 40, Issue 5, Supplement 2, pp. S241-S244, 2011.
- [9] Chen, H., Wu W., & Lee, J., "A WBAN-based real-time electroencephalogram monitoring system: design and implementation.", Journal of medical systems, Vol. 34, No. 3, pp. 303-311, 2010.

- [10] Clarke, A., & Steele, R., "A smartphone-based system for population-scale anonymized public health data collection and intervention.", In System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on (pp. 2908-2917). IEEE, 2014, January.
- [11] Cubić, I., Markota, I., & Benc, I., "Application of session initiation protocol in mobile health systems.", In MIPRO, 2010 Proceedings of the 33rd International Convention, pp. 367-371, 2010.
- [12] Dekker, S. W., & Woods, D. D., "To intervene or not to intervene: The dilemma of management by exception.", *Cognition, Technology & Work*, Vol. 1, No. 2, pp. 86-96, 1999.
- [13] ElHelw, M., Pansiot, J., McIlwraith, D., Ali, R., Lo, B., & Atallah, L., "An integrated multi-sensing framework for pervasive healthcare monitoring. In Pervasive Computing Technologies for Healthcare 2009.", *PervasiveHealth 2009. 3rd International Conference on* (pp. 1-7). IEEE, 2009.
- [14] Erl, T., "SOA Principles of Service Design.", Upper Saddle River: Prentice Hall, pp. 111-115, 2008.
- [15] Forsstrom, S., Kanter, T., & Johansson, O., "Real-time distributed sensor-assisted mhealth applications on the internet-of-things. In Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom)", 2012 IEEE 11th International Conference on (pp. 1844-1849). IEEE, 2012.
- [16] Huang, A., Chen, C., Bian, K., Duan, X., Chen, M., Gao, H., ... & Xie, L., "WE-CARE: An Intelligent Mobile Telecardiology System to Enable mHealth Applications.", *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, Vol. 18, No. 2, pp. 693-702, 2014.
- [17] <http://www.kantarworldpanel.com/global/News/Apple-regains-momentum-as-Windows-stutters>
- [18] Ibaida, A., Al-Shammary, D., & Khalil, I., "Cloud enabled fractal based ECG compression in wireless body sensor networks.", *Future Generation Computer Systems*, Vol. 35, pp. 91-101, 2014.
- [19] Jeong, S., Kim, S., Kim, D., Youn, C. H., & Kim, Y. W., "A personalized healthcare system for chronic disease care in home-hospital cloud environments.", In *ICT Convergence (ICTC), 2013 International Conference on* (pp. 371-376). IEEE, 2013.
- [20] Khan, J. Y., & Yuce, M. R., "Wireless body area network (WBAN) for medical applications. *New Developments in Biomedical Engineering*.", INTECH, 2010.
- [21] Khan, Z. A., Sivakumar, S., Phillips, W., & Aslam, N., "A new patient monitoring framework and Energy-aware Peering Routing Protocol (EPR) for Body Area Network communication.", *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, Vol. 5, No. 3, pp. 409-423, 2014.
- [22] Klasnja, P., Consolvo, S., McDonald, D. W., Landay, J. A., & Pratt, W., "Using mobile & personal sensing technologies to support health behavior change in everyday life: lessons learned.", In *AMIA Annual Symposium Proceedings (Vol. 2009, pp. 338)*. American Medical Informatics Association, 2009.
- [23] Klasnja, P., & Pratt, W., "Healthcare in the pocket: Mapping the space of mobile-phone health interventions.", *Journal of biomedical informatics*, Vol. 45, No. 1, pp. 184-198, 2012.
- [24] Kukafka, R., & Yasnoff, W. A., "Public health informatics.", *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 40, Issue 4, August 2007, pp. 365-369, 2007.
- [25] Li, H., Zhang, N., Zhu, J., Cao, H., & Wang,

- Y., "Efficient frequent itemset mining methods over time-sensitive streams.", Knowledge-Based Systems, Vol. 56, pp. 281-298, 2014.
- [26] Liu, R. L., Shih, M. J., & Kao, Y. F., "Adaptive exception monitoring agents for management by exceptions.", Applied Artificial Intelligence, Vol. 15, No. 4, pp. 397-418, 2001.
- [27] Lomotey, R. K., & Deters, R., "Mobile-Based Medical Data Accessibility in mHealth.", In Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering (MobileCloud), 2014 2nd IEEE International Conference on (pp. 91-100). IEEE, 2014, April.
- [28] Mohammadzadeh, N., & Safdari, R., (2014), "Patient Monitoring in Mobile Health: Opportunities and Challenges.", Med Arh, Vol. 68, No. 1, pp. 57-60, 2014
- [29] Morak, J., Schwarz, M., Hayn, D., & Schreier, G., "Feasibility of mHealth and Near Field Communication technology based medication adherence monitoring.", In Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE (pp. 272-275). IEEE, 2012, August.
- [30] Orfali, R., Harkey, D., & Edwards, J., "Client/server survival guide. 3rd. Edition.", John Wiley & Sons, pp. 169-177, 1999.
- [31] Otto, C. A., Jovanov, E., & Milenkovic, A., "A WBAN-based system for health monitoring at home, In Medical Devices and Biosensors.", 2006. 3rd IEEE/EMBS International Summer School on (pp. 20-23). IEEE, 2006.
- [32] Palma, D., & Curado, M., "Onto scalable ad-hoc networks: deferred routing.", Computer Communications, Vol. 35, No. 13, pp. 1574-1589, 2012.
- [33] Postolache, O., Girão, P. S., Ribeiro, M., Guerra, M., Pincho, J., Santiago, F., & Pena, A., "Enabling telecare assessment with pervasive sensing and Android OS smartphone.", In Medical Measurements and Applications Proceedings (MeMeA), 2011 IEEE International Workshop on (pp. 288-293). IEEE, 2011
- [34] Predic, B., Yan, Z., Eberle, J., Stojanovic, D., & Aberer, K., "Exposuresense: Integrating daily activities with air quality using mobile participatory sensing.", In Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2013 IEEE International Conference on (pp. 303-305). IEEE, 2013, March.
- [35] Pressman, R. S., "Software Engineering: a practitioner's approach.", Pressman and Associates, pp. 632-633, 2005.
- [36] Redondi, A., Chirico, M., Borsani, L., Cesana, M., & Tagliasacchi, M., "An integrated system based on wireless sensor networks for patient monitoring, localization and tracking.", Ad Hoc Networks, Vol. 11, No. 1, pp. 39-53, 2013.
- [37] Rifat Shahriyar, R. S., Md. Faizul Bari, M. F. B., Gourab Kundu, G. K., Sheikh Iqbal Ahamed, S. I. A., & Md. Mostofa Akbar, M. M. A., "Intelligent mobile health monitoring system (IMHMS).", International Journal of Control and Automation, Vol. 2, No. 3, pp. 13-28, 2009.
- [38] Suh, M. K., Chen, C. A., Woodbridge, J., Tu, M. K., Kim, J. I., Nahapetian, A., ... & Sarrafzadeh, M., "A remote patient monitoring system for congestive heart failure.", Journal of medical systems, Vol. 35, No. 5, pp. 1165-1179, 2011.
- [39] Sundell, H., & Tsigas, P., "Fast and lock-free concurrent priority queues for multi-thread systems.", In Parallel and Distributed Processing Symposium, 2003. Proceedings. International (pp. 11-pp). IEEE, 2003, April.
- [40] Triantafyllidis, A. K., Koutkias, V. G., Chouvarda, I., & Maglaveras, N., "A pervasive health system integrating patient monitoring,

status logging, and social sharing.", Biomedical and Health Informatics, IEEE Journal of, Vol. 17, No. 1, pp. 30-37, 2014.

[41] White, J., Pan, Y., & McCormick, Z., "Addressing the Challenges of HTTP-Based Mobile/Cloud Interaction. In Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering (MobileCloud).", 2014 2nd IEEE International Conference on (pp. 200-209). IEEE, 2014, April.

[42] Xu, C. S., Anderson, B., Armer, J., & Shyu, C. R., "Improving disease management through a mobile application for lymphedema patients.", In e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2012 IEEE 14th International Conference on (pp. 286-291). IEEE, 2012.

[43] Yi, J., Koo, J., & Cha, H., "A localization technique for mobile sensor networks using archived anchor information. In Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks.", 2008. SECON'08. 5th Annual IEEE Communications Society Conference on (pp. 64-72). IEEE, 2008, June.

[44] Zhang, M., Raghunathan, A., & Jha, N. K., "Trustworthiness of Medical Devices and Body Area Networks.", 2014.

저 자 약 력



이 난 경

이메일 : nklee@nexgrid.co.kr

- 1997년 호서대학교 전자계산학과(학사)
- 2009년 동국대학교 정보보호학학(석사)
- 2014년 동국대학교 경영정보학과(박사)
- 2012년~현재 넥스그리드 헬스케어본부 본부장
- 관심분야: 클라우드, 헬스케어, 빅데이터



이 종 옥

이메일 : jolee@dongguk.edu

- 1978년 동국대학교 전자계산학과(학사)
- 1985년 캘리포니아 주립대학교(석사)
- 2003년 국민대학교 경영정보학과(박사수료)
- 2013년~현재 동국대학교 경영대학 경영학부 교수로 재직 중
- 관심분야: Business Intelligence & Analytics, 빅데이터, 서비스 지향구조(SOA) 및 객체지향시스템 등