

# 스마트 의류 기반의 유-헬스케어 시스템의 설계

조병호\*

## Design of U-healthcare System based on Smart-Cloth

Byung-Ho Cho\*

**요약** 효과적인 스마트의류에 기반한 유-헬스케어 시스템 구축을 위해서는 스마트의류에 적합한 하드웨어 및 소프트웨어 모듈의 설계가 필요하다. 그리고 스마트의류에서 센싱된 생체신호를 서버로 전달하기 위해서는 센싱신호의 수집 및 처리를 위한 게이트웨이 스마트폰 프로그램이 필요하다. 이를 위해서는 게이트웨이 프로그램 모듈을 잘 설계하고 기술하여 나중에 구현시에 어려움이 없도록 하여야 한다. 또한 의료진이 스마트폰에서 보내지는 생체신호를 수시로 모니터링 하지 않더라도 이들 신호의 변화값이 규칙/사실에 기반한 전문가시스템 구축으로 자동으로 진단되어 사용자에게 알려준다면 아주 유용한 유-헬스케어 시스템이 되리라 본다. 따라서 본 논문에서는 이러한 기능들을 갖춘 스마트의류 기반의 유-헬스케어 시스템 하드웨어 및 소프트웨어 모듈의 설계 방법을 제시함으로써 본 설계 방법이 유-헬스케어 상용화 시스템 제작에 매우 유용하게 활용될 수 있음을 보여준다.

**Abstract** To build effective u-healthcare system based-on smart-cloth, design of hardware and software modules for suitable smart-cloth is needed. And a gateway smart-phone program for sensing signal's collecting and processing is needed to send sensing bio-signal from smart-cloth to sever. To do this, it is an important to design and describe modules well for having no difficult problems when implementing later. Also, if medical team do not monitor bio-signals sending from smart-phone frequently and these signals' change values which diagnose automatically due to building expert system based on rules/facts is informed for users, it will be an useful u-healthcare system. Therefore in this paper, by presenting design method of u-healthcare system hardware and software modules based on smart-cloth which prepared these functions, this design method is showed for applying a common use u-healthcare system's production usefully.

**Key words** : Bio-signal, Design of hardware and software modules, Expert-system, Smart-cloth, U-healthcare

### 1. 서론

최근 정보통신 기술의 발달에 힘입어 우리는 세계 어느 나라보다 훌륭한 초고속 통신망의 인프라를 확보하고 있다. 이와 함께 디지털 기기 간의 융합과 무선통신 기술 발전 그리고 작고 휴대가 가능한 다양한 종류의 생체신호 측정센서의 출현으로 '언제 어디서나' 자신의 건강 상태를 모니터링하고 개인 맞춤 건강관리 서비스를 받을 수 있

는 유비쿼터스 헬스케어(이하, 유-헬스케어) 시대의 도래가 예고 되고 있다.

IT 융합 유-헬스케어 기술이란 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 보건의료산업에 접목한 것으로 "인체의 건강관련 정보를 시간과 공간의 제약 없이 수집, 처리, 전달, 관리할 수 있게 함으로써 제공되는 건강관리 및 의료서비스인 유-헬스케어 서비스를 하기 위해 필요한 기술"로 정의할 수 있다[1].

This work was supported by Research Support Project of Catholic Kwandong University

\*Corresponding Author : Department of Information and Communication Technology at Catholic Kwandong University(bhcho11@cku.ac.kr)

Received February 28, 2016

Revised March 10, 2016

Accepted March 20, 2016

기존의 U-헬스는 각각의 센서가 독립적으로 존재하여 네트워크로 연결 센서를 모아서 통합 처리가 안되고 있으므로 실시간 측정 및 실시간 처리가 가능한 통합 유-헬스케어 서비스가 필요하다. 따라서 환자 및 일반인이 별 불편함이 없이 입고 다닐 수 있는 센싱장치가 소형화되고 센싱처리 및 통신모듈을 결합하여 초소형화 시켜 의류에 부착이 적합하도록 제작이 가능한 스마트의류 개발이 필요하다.

현재 웨어러블 디바이스 시장은 밴드형과 시계형 제품이 시장을 주도하고 있으나 향후 다양한 형태의 제품이 늘어날 전망이다. 밴드, 시계를 비롯한 액세서리형 제품에서 향후 직물/의류 일체형 웨어러블 디바이스로 트렌드가 변화할 전망이고, 의류형 제품은 현재 그 규모가 크지 않으나 최근 관련 제품 개발 및 출시가 활발하여 향후 시장을 주도할 것으로 보인다.

유-헬스케어 시스템 구축을 위해서는 신호의 실시간 획득, 신호처리 및 일정시간 동안 DB에 저장하고 이를 서버에 무선 및 이동통신 상황에서 일시적으로 접속 중단이 되더라도 에어복구 등의 소프트웨어적인 처리가 가능한 게이트웨어 스마트폰 모듈 개발이 필요하고 이들 수집한 생체신호를 받아서 상황인지 신호 및 환자 정보와 함께 규칙 및 사실에 기반한 전문가 추론엔진으로 구성되어 자동으로 환자의 상태를 분석하고 진단하는 메디컬 서버 모듈의 개발 또한 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 유-헬스케어 시스템에 적용 가능한 스마트의류 기술 및 유-헬스케어 시스템 개발에 이용 가능한 유-헬스케어 기술들을 조사분석하여 스마트의류에 기반한 유-헬스케어 시스템을 설계를 통하여 본 시스템이 국내 의료 IT 산업에 발전에 크게 기여가 가능한 응용 시스템으로 유용한지를 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 스마트의류 및 유-헬스케어 기술현황, 3장에서는 스마트 의류를 이용한 유-헬스케어 시스템의 전체 구조 설계, 4장에서는 센서신호의 수집 및 처리 소프트웨어의 설계, 5장에서는 유-헬스 서버

및 빅데이터 시스템의 설계, 6장에서는 결론을 기술한다.

## 2. 스마트의류 및 유-헬스케어 기술현황

### 2.1 스마트의류 기술현황

전자섬유(e-Textile)는 직물/의류 일체형 웨어러블 컴퓨터 제품인 스마트 의류에서 사용되는 대표적인 기술로서 섬유와 전자재료 접목 기술, 전자섬유 회로설계 기술, 전자섬유와 IT 기기와의 접목·패키징 기술 등이 포함된다. 과거 각종 전자장치가 부착되는 형태에서 최근 실 형태의 전도성 섬유를 기반으로 섬유 트랜지스터, 압전 온도 센서, 섬유 디스플레이 등에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한 에너지 발전, 저장, 활용을 위한 섬유 소재에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.

섬유형 에너지 발전 및 저장 복합소재, 직물형 태양전지 등 에너지 관련 스마트 의류에 대한 연구가 증가하는 추세이고 국내 재료연구소(KIMS)에서는 섬유 기반 에너지 발전 및 저장 복합소재 연구개발을 추진, 2019년 시제품 완료 예정이다. 다른 연구로는 상하이 푸단 대학 연구진이 일반적인 실리콘 태양전지가 아닌 폴리머와 탄소 나노튜브 등을 활용한 직물형 태양전지를 개발하고 있으며 미국 웨이크포레스트대학 연구진은 열에너지를 전기에너지로 변환하는 직물형태의 열전변환소자를 개발하고 있다.

또 다른 연구로는 발열 의류, NFC 및 블루투스 등 네트워크 기능 융합 제품, 스마트폰 연계, LED 부착 등 다양한 ICT 기술 활용 노력이 확대되고 있다. 배터리를 이용해 온도를 높이거나 인체의 땀에 반응해 발열반응을 하는 스마트 의류 개발에 대한 연구 등이 진행되고 있다[9].

### 2.2 유-헬스케어 기술현황

유-헬스케어는 환자와 의사 사이에 의료서비스를 가능하게 하는 원격의료나 헬스케어의 디지털화에 중점을 두던 e-헬스케어의 개념으로부터 출발하여 이제는 인공지능적인 기술요소를 접목한

스마트-헬스케어의 개념까지 아우르고 있다.

유-헬스케어 시스템의 전체 구성은 바이오센서, 바이오센서와 게이트웨이 사이의 연결, 게이트웨이와 원격 유-헬스케어 서비스 센터에서의 해석 및 판단, 원격 유-헬스케어 서비스 센터에서의 사용자로 피드백을 나누어 볼 수 있다.

유-헬스케어의 센서는 가정용/개인용 의료기기에 통신기능을 추가한 초기단계의 단순 측정 센서에서 점차 편의성과 사용성이 중심이 되는 웨어러블 센서와 1:N의 복합 분석 기술로 발전해 가고 있습니다. 웨어러블 센서는 사용자의 상태를 실시간으로 모니터링하고, 필요하고 적절한 시점에 데이터를 얻을 수 있다는 측면에서 점차 보편화될 전망이다. 또한 데이터 분석 기술의 발전과 데이터 수집 채널이 다양하게 확대됨으로써, 단순한 센서 값으로부터 여러 복합적인 정보를 추론해 내는 분석 기술이 핵심 기술로 떠오르고 있다.

스마트 헬스케어의 플랫폼 기술은 의료정보시스템(병원에서 사용하는 EMR, OCS 등)을 근간으로 서비스 분야로 확장해가고 있는 전통적 의료정보 플랫폼과 최근에 주목되고 있는 스마트 플랫폼이 상호 경쟁 및 보완적으로 발전하고 있다. 전통적 의료정보 플랫폼은 MS의 HealthVault와 같은 데이터 엔진기술과 결합되어, PHR(Personal Healthcare Record) 기반의 개인 맞춤형 헬스케어 서비스의 핵심 기반이 되고 있으며, PHR은 환자 개개인에게 맞는 정확한 진단과 치료방법을 도출해 내는 데이터를 기반을 제공한다.

반면, 스마트 플랫폼은 환자의 행동양식과 변화 상태를 모니터링하고 관리하는 상호작용형 서비스의 기반이 되고 있다.. 특히, 스마트 플랫폼은 PHR에서 얻을 수 없는 서비스 과정에서의 환자의 행동과 반응에 대한 정보를 담아낼 수 있어, 보다 정교하고 효과적인 서비스를 구현할 수 있다는 점에서 도입이 점차 확대되고 있다[2].

### 3. 스마트 의류를 이용한 유-헬스케어 시스템 전체 구조 설계

스마트 의류를 이용한 유-헬스케어 전체 시스템의 구조는 그림 1과 같다. 이는 가속도센서, 온도센서, 혈당센서 및 심박센서 등을 이용한 생체신호 수집 및 전송을 위한 메인보드로 Arduino Lilypad를 사용하고 이들 센서 및 블루투스통신 모듈로 구성되는 스마트의류 모듈 부분과 스마트 의류의 바이오센서로 부터의 생체신호를 블루투스 통신으로 받아서 수집하고 처리하기 위한 스마트폰 앱 소프트웨어 모듈 및 스마트폰으로부터 인터넷을 통하여 전송되어 온 신호를 서버에 저장하고 분석하여 판단을 위한 유-헬스서버(메디컬 서버) 모듈로 구성된다.



그림 1 스마트 의류를 이용한 유-헬스케어 시스템 전체 구조 Fig. 1. The Whole Architecture of U-Healthcare System using Smart-Cloth

### 4. 생체신호 수집 및 처리 소프트웨어 설계

스마트 의류에 부착한 아두이노 릴리패드와 각종 센서로 구성된 하드웨어 구성 부분은 그림 2의 아래부분의 스마트웨어관리시스템이란 소프트웨어 부분과 결합하여 스마트의류 시스템을 이루게 된다. 스마트 의류에서의 센서 신호는 인터페이스제어기에 의해 제어되며, 다른 하드웨어를 제어하는 메인모듈과 스마트의류의 배터리 소모를 절약할 수 있게 하는 에너지 절약모듈 등과 함께

임베디드 프로그램으로 아두이노릴리페드에 장착된 메모리에 프로그램이 저장되어 동작하게 된다. 데이터 선택 모듈은 센서신호를 인터페이스 제어 모듈에서 데이터로 선택하여 무선통신모듈에서 블루투스 통신으로 스마트폰으로 데이터로 전송하게 된다[7, 10].

스마트폰에서는 스마트의류에서 수집한 생체신호의 실시간 획득하여 이를 신호처리하여 일정 시간 동안 DB에 저장하도록하여 서버에서 무선 및 이동 통신 상황에 따라 일시적으로 접속 중단이 되더라도 에러복구 등의 소프트웨어적인 처리가 가능한 안드로이드 미들웨어를 개발하도록 한다.

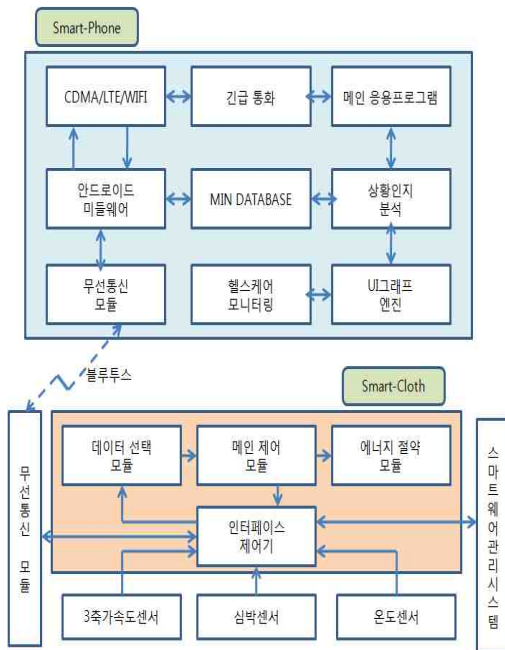


그림 2. 생체신호 수집 및 처리 소프트웨어 설계  
Fig. 2. Design of Bio-signal gathering and processing Software

미들웨어에서 처리된 생체신호 데이터는 스마트폰의 CDMA/LTE/WIFI 데이터 통신 방식에 의해 물리적으로 인터넷으로 연결되어 메디컬서버에 데이터를 전송하게 된다. 이때의 생체정보는 상황인지 분석모듈에서 상황인지에 의한 유저의 동작

상황에 따른 생체 정보를 병원의 메디컬 서버(헬스서버)로 전송하게 된다[5, 6].

다음으로 서버에서는 이들 데이터와 유저기록 정보와의 분석을 통해 의사권고사항, 진단, 경고사항 등을 서버로부터 받아 스마트폰으로 전달하게 된다. 위급사항인 경우에는 자동으로 긴급콜 기능에 의해 119 긴급구조센터에 자동으로 전화가 걸려 위급사항 및 환자 위치를 알리도록 한다. 그밖의 기능으로는 생체신호 각가에 대하여 사용자가 수시로 자기의 상태를 볼 수 있도록 하기 위해 UI 그래픽엔진에 의해 그래픽 차트 형태로 수시 헬스케어 모니터링 기능을 수행한다.

### 5. 생체신호 분석 및 진단 메디컬서버 설계[3, 4]

스마트폰에서 전송되는 생체정보 및 유저(환자) 정보의 분석을 통한 의료진료 소견을 자동생성하여 스마트폰으로 의견 전송이 가능한 의료 전문가 시스템을 설계하도록 한다. 본 전문가시스템 모듈은 스마트폰에서 전송되어온 현재 환자가 어떤 상황인지에 따른 생체신호의 정보와 환자의 의료정보를 분석하여 의사진단, 경고, 권고 사항 등을 인공지능 기법인 전문가 시스템에 의해 판단하여 환자에게 알려주게 된다.

이와 같은 생체신호 분석 및 진단을 위한 메디컬서버의 구조는 그림 3과 같다.

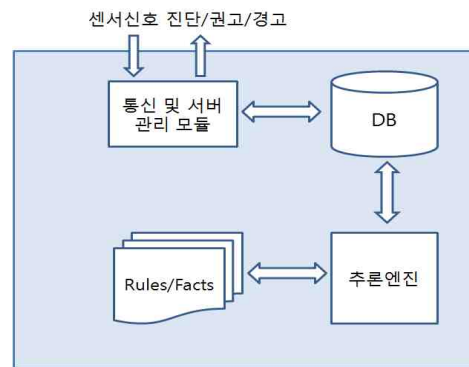


그림 3. 메디컬서버 전체 시스템 구조  
Fig. 3. The Hole System Architecture of Medical Sever

그림 3에서 보듯이 스마트폰에서 보내지는 생체신호 및 상황인지 신호를 통신 및 서버관리 모듈을 통해 DB에 저장하고 추론엔진은 의료전문가와 인터뷰 및 협력작업에 의해서 제작되어진 전문가시스템의 규칙(rules) 및 사실(facts) 집합 set을 가져와서 이를 이용한 추론과정을 거쳐 환자의 상태에 대한 분석/진단 결과를 DB에 저장하게 된다. 그러면 통신 및 서버관리 모듈은 진단 결과가 DB에 저장되는 동시에 환자가 본인의 상태를 알고자 하는 경우에는 진단/권고 내용을 DB에서 검색해서 스마트폰으로 전송하게 된다. 그리고 진단 내용이 긴급사항일 경우에는 경고 메시지를 자동으로 환자의 스마트폰으로 알리게 되며 이 때의 경고 메시지는 자동으로 119 구조센터에도 알려주도록 한다.

이와 같은 메디컬서버에서 추론엔진은 규칙 및 사실에 의해 동작하도록 도메인 환경을 구축한다. 추론엔진이 어떤 행동을 수행하거나 결론을 내기 위해서는 의도된 목표를 가지도록 해야 하는데 이 의도된 목표를 얻게 하는 것이 전문가 시스템의 주요 기능이라 할 수 있다. 이는 센서신호 및 상황인지 신호와 환자정보에서 얻은 정보를 바탕으로 환자의 신체적 변화가 정상적인 상태와 비교해서 다른 값을 갖게 되는 경우에 정해진 행동(action)이 일어나도록 목표(goal)를 세우게 된다.

본 메디컬서버의 전문가시스템의 지식표현 규칙은 if <전제조건> ... then <결과> 형태가 기본이지만 여러 가지 입력사항(센싱 및 상황인지 값이 여러개)이 되는 것에 따른 증상의 결과를 갖게 되는 경우도 있기 때문에 이런 경우는 if <전제조건 1> and <전제조건 2>..., and <전제조건 n> then <결과> 형태를 갖게 된다. 또 다른 형태로는 if <전제조건 1> or <전제조건 2>..., or <전제조건 n> then <결과> 형태를 갖게 된다. 다른 경우의 지식표현 규칙으로는 if (조건) then (결론), if(결론) then (행동)으로도 표시될 수 있다.

## 6. 결론

이전의 원격진료를 위한 유-헬스케어 시스템에 사용되던 바이오센서 기기 등은 신체에 부착이 어렵고 독립적으로 동작하는 제품이 주류이었으나 최근의 바이오센서 기술이 발전함에 따라 초소형으로 전류소모도 적게 제작이 가능하여 스마트의류를 이용한 유-헬스케어 시스템은 평상시에 환자뿐만 아니라 일반인도 건강진료 및 예방에 가장 적합한 스마트케어 웰니스 시스템이 될 것으로 예측된다.

본 논문에서는 스마트의류를 이용한 유-헬스케어 시스템을 구축하는데 있어 스마트의류 쪽의 메인보드 및 센서와 통신모듈로 구성되는 H/W 및 S/W 구조, 바이오센싱 신호를 수집하고 처리하는 스마트폰 S/W 구조 및 메디컬서버로 구성되는 전체적인 시스템 구조를 설계하고 전체 시스템 동작 개요를 설명하였다. 또한 스마트의류에서 센싱한 생체신호를 수집하고 처리하기 위한 스마트웨어라는 게이트웨이 프로그램으로 스마트폰에서의 바이오신호처리 프로그램 모듈들을 설계하고 이 모듈들이 어떻게 동작하는지에 대하여 자세히 기술하였다. 또한 메디컬서버에서는 스마트폰에 보내지는 생체신호와 상황인지 신호를 데이터로 하고 환자의 기본 신상정보를 기반으로 해서 전문가의 도움을 받은 규칙/사실에 입각한 추론엔진을 구축한 전문가시스템 구조를 설계하여 사용자의 실시간 생체신호와 상황에 따른 변화 값이 어떻게 되는냐에 따라 추론엔진이 판단한 진단/권고/경고 등의 단문 메시지를 스마트폰으로 보내 사용자는 원하는 자기의 진단 내용을 언제 어디서나 쉽게 알 수 있고 자동으로 긴급경보 메시지의 경우는 본인 뿐만 아니라 119 구급센터에 자동으로 알리는 효과적인 유-헬스케어 시스템을 설계하였다.

본 논문에서 제시한 설계 방법으로 스마트의류를 이용한 유-헬스케어 시스템을 제작한다면 고혈압환자, 심장병환자 및 당뇨 환자 등과 같이 수시로 건강 상태를 체크하여야 하고 위급상황이 발생이 가능한 환자들이 병원에 자주 찾아오지 않더

라도 원격으로 항시 건강이상을 체크하고 의사의 도움을 받을 수 있는 스마트케어 웰니스 시스템 구축 상용화에 아주 유용하리라 본다. 또한 향후 의료 빅데이터 시스템이 구축되어지면 본 논문에 제안한 스마트의류를 이용한 유-헬스케어 시스템의 실시간 센싱데이터 및 상황인지 데이터 등은 의료 예방 시스템 구축에도 크게 도움이 되리라 본다.

REFERENCES

[1] D. S. Lee, "Policy Study on the Paradigm Establishment of U-healthcare in korea", KAST Research Report, 2012.

[2] H. J. Lee, S. H. Lee, "Ubiquitous healthcare service using Zigbee and mobile phone for elderly patients", International Journal of Medical Informatics 78, 2009.

[3] K. Greyson, M. Mburuma, "Formulation Process of Knowledge for on Expert Healthcare System Unit", 2013 AASRI Conference on Intelligent Systems and Control", 2013.

[4] Emily Seto, Kelvin I. Leonard, Josep A. Cafazzoo, "Developing healthcare rule-based expert systems: Case study of a heart failure telemonitoring system", International Journal of Medical Informatics 81, 2012.

[5] J. K. Kim, Y. H. Lee, "Context Aware Environment based U-health Service of Recommendation Factors Identity and Decision-making Model Creation", The Journal of Digital Policy & Management, 2013.

[6] J. K. Kim, J. H. Kim, D. K. Park "U-health Platform based Health Management Service Model using Context information", KISTI, 2012.

[7] K. H. Kim, J. H. Park, T. S. Park. Y. M.

Hwang, J. Y. Kim, "Implementation of Biosignal Monitoring System for u-Health", KISTI, 2014.

[8] H. R. Lee, J. Y. Na, B. I. Yoo, "IT Service Platform for Real U-health, KIPS, 2012

[9] Y. H. Kim, J. K. Son, T. H. Hwang, D. S. Kim, "Development Trend of Smart-cloth System based Smart Fiber", Journal of Korea Information Science Society, 2013.

[10] G. H. Cho, "Research on a Method for Efficient u-Healthcare Data Transmission in M2M Environment", KCI, 2014.

저자약력

조 병 호(Byung-Ho Cho) [정회원]



<관심분야>

- 1979년 인하대학교 전자공학과 학사
  - 1897년 뉴욕공대 전산학과 석사
  - 1996년 숭실대학교 컴퓨터공학과 박사
  - 1996년 - 현재, 가톨릭관동대학교 정보통신공학과 교수
- 소프트웨어공학, 인터넷 콘텐츠, 데이터베이스