

생체신호 습득과 건강 모니터링을 위한 스마트 헬스케어 의복 개발

주문일[†], 고동희^{**}, 김희철^{***}

Development of Smart Healthcare Wear System for Acquiring Vital Signs and Monitoring Personal Health

Moon-Il Joo[†], Dong-Hee Ko^{**}, Hee-Cheol Kim^{***}

ABSTRACT

Recently, the wearable computing technology with bio-sensors has been rapidly developed and utilized in various areas such as personal health, care-giving for senior citizens who live alone, and sports activities. In particular, the wearable computing equipment to measure vital signs by means of digital yarns and bio sensors is noticeable. The wearable computing devices help users monitor and manage their health in their daily lives through the customized healthcare service. In this paper, we suggest a system for monitoring and analyzing vital signs utilizing smart healthcare clothing with bio-sensors. Vital signs that can be continuously acquired from the clothing is well-known as unstructured data. The amount of data is huge, and they are perceived as the big data. Vital signs are stored by Hadoop Distributed File System(HDFS), and one can build data warehouse for analyzing them in HDFS. We provide health monitoring system based on vital signs that are acquired by biosensors in smart healthcare clothing. We implemented a big data platform which provides health monitoring service to visualize and monitor clinical information and physical activities performed by the users.

Key words: Big Data, Monitoring, Smart Wear, u-Healthcare, Wearable Computing

1. 서 론

최근 들어 유비쿼터스 혹은 사물인터넷 시대가 도래하면서, 각종 센서나 컴퓨터화 된 칩 등이 우리 주변의 사물들 즉, 벽, 의자, 옷 등에 스며들어 존재하게 되면서 사물들이 지능화 되고 이러한 센서나 컴퓨터화 된 칩 등이 네트워크로 연결됨으로서 언제 어디서나 사용자들이 다양한 정보를 수집하여 사용 할 수 있게 되었다. u-Healthcare는 유비쿼터스와 헬스케어

어의 약어로서 정보통신기술이 의료와 접목되어 건강회복, 유지 및 증진을 위하여 “언제, 어디서나” 이 이용할 수 있는 건강관리 및 의료 서비스를 의미한다 [1]. 이러한 u-Healthcare에서 의류, 밴드, 시계 등 착용 가능한 정보기기를 통하여 개인의 생체신호 측정, 스포츠 활동 등 여러 분야에서 이용하는 정보 관리 기술, 특별히 건강 혹은 웰니스라이프를 위한 웨어러블 컴퓨팅(Wearable Computing) 기술이 급속도로 발전하고 있다[2].

※ Corresponding Author: Hee-Cheol Kim, Address: (621-749) 197 Inje-ro, Gimhae-si, Gyeong-Nam, South Korea, TEL: +82-55-320-3720, FAX: +82-55-324-3107, E-mail: heeki@inje.ac.kr

Receipt date: Feb. 1, 2016, Revision date: Mar. 21, 2016
Approval date: Mar. 25, 2016

[†] Dept. of Computer Engineering, Graduate School, Inje University (E-mail: cmki@nate.com)

^{**} Dept. of Computer Engineering, Graduate School, Inje University (E-mail: donghee1989@naver.com)

^{***} Dept. of Computer Engineering, Inje University

※ This research was supported by Leaders in Industry-university Cooperation(LINC) Foster Project through the Ministry of Education funded by the Ministry of Education

질병에 따른 치료 중심에서 예방 및 건강관리 중심으로 그 중요성이 부각되면서 개인의 건강상태를 관리하기 위한 u-Healthcare 시스템으로, 생체신호를 측정할 수 있는 스마트 헬스케어 의복(healthcare wear 또는 healthcare wear)을 으로 다양한 서비스를 제공하는 시스템들이 서서히 개발되기 시작했다 [3-5]. 여기서, 생체신호란 심전도, 가속도 데이터, 산소포화도, 체온 등 인체에서 발생하는 신호에 대하여 디바이스를 통해 측정될 수 있는 모든 정보를 의미한다.

세계적으로 만성질환자 및 노약자에 대한 의료서비스는 진료의 비용적인 측면과 시간적인 측면에서 전문가의 개입을 최소화하고 환자의 질병 징후에 대한 조치를 적절하게 받을 수 있는 의료 정보 서비스에 대한 욕구가 증대되고 있다. 이러한 시대적 요구에 따라 많은 연구소, 학교와 기업 등에서 일상생활에서 사용할 수 있는 웨어러블 컴퓨팅 장비에 대하여 지속적인 연구와 개발을 하고 있으며 꾸준한 발전을 이루고 있다. 생체신호를 측정할 수 있는 웨어러블 컴퓨팅 장비 중에 옷에 센서를 장착하여 다양한 생체신호(심전도, 체온, SpO₂, 움직임 등)를 측정할 수 있는 스마트 의류에 대한 개발에 대한이 집중적으로 이루어지고 있다[6-7]. 특히 통신이 가능한 디지털실의 개발로 인하여 스마트 의류 개발에 획기적인 전환점이 마련하게 되었다[8]. 이전의 생체신호를 측정하기 위한 스마트 의류들은 많은 전선이나 케이블 선을 이용하여 생체신호 측정 모듈이나 센서를 연결 커넥터를 이용하여 사용을 하였다. 하지만 디지털실은 의류에 직접적으로 재봉을 하여 사용하기 때문에 의류의 무게가 줄어들며, 장시간 사용 시에도 착용감에 대한 거부감이 최소화한 장점이 있다.

본 논문은 디지털실을 이용한 스마트 의류를 24시간 착용하여 측정된 생체신호를 분석하고 모니터링하는 시스템을 제안한다. 아직, 이런 스마트 의류를 활용하여 환자를 모니터링할 수 있는 기술 개발은 극히 초보 단계에 있기 때문에, 본 연구는 미래의 높은 가능성을 고려할 때, 매우 의미 있는 연구라 할 수 있다. 웨어러블 기술의 발전과 함께, 측정된 생체신호는 크게 2가지의 데이터 유형으로 분류할 수 있다. 체온, 혈압, 맥박 등과 같이 단순한 특징 값을 가지는 비연속적인 데이터 형태와 심전도, 가속도, 호흡 등과 같이 연속적으로 유입되는 데이터이다. 연속

적인 생체신호는 그 양이 방대하여 (예를 들어, 심전도의 경우 500 Hz 일 때, 초당 500 개의 신호가 전송되어, 다수의 환자의 1년간의 신호를 저장한다면, 그 데이터량이 매우 커짐) 데이터베이스에 저장하기 적합하지 않기 때문에, 본 연구에서는 생체신호 데이터를 빅 데이터로 분류하여 저장한다. 스마트 헬스케어 의복에서 측정된 생체신호를 서버로 전송하여, 전송된 신호를 하둠 분산 파일 시스템에 저장하는 동시에 생체신호 처리 알고리즘을 적용하여 추출한 특징 값을 데이터웨어하우스에 저장하여 사용자가 요구하는 서비스를 제공하는 시스템이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관련된 빅 데이터에 대하여 정의한 다음, 3장에서 제안하는 스마트 헬스케어복 의복 개발과 빅데이터 기반의 생체신호 분석 시스템을 설명한다. 그리고 4장에서는 3장에서 제안한 분석 시스템의 구현 사례를 서술한다. 여기에서는 생체신호 분석 시스템과 모니터링 시스템 순서로 서술한다. 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 빅 데이터

데이터를 기반으로 한 비즈니스가 이루어지는 대표적인 전 세계적으로 유명한 구글(Google)이나, 아마존(Amazon), 월마트(Wal-mart)가 있다. 하지만 어는 순간부터 수집, 저장, 처리, 분석해야할 데이터의 양이 거대해 지면서 기존의 시스템으로는 거대한 양의 데이터를 제대로 처리 할 수 없었다. 더 이상 고객들을 만족 시킬 수 있는 서비스를 유지할 수 없게 되자 새로운 차원의 데이터 처리 및 접근 방식이 필요로 하였고, 이들은 이 방식을 ‘빅 데이터’라 하였다[9].

빅 데이터란 과거 아날로그 환경에서 생성되던 데이터에 비해 그 규모가 방대하고, 생성주기도 짧고 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터를 뜻하지만 단지 용량이 크다고 해서 빅 데이터라 하지는 않는다. 데이터를 통해 감성이나 의견 분석 등 의미 있는 지식을 얻는 데까지 이를 때 빅데이터로서 가치를 부여할 수 있다 [10-11]. Fig. 1과 같이 빅데이터는 3가지의 특징을 가지고 있다. 빅데이터의 양(Volume)과 데이터의 생

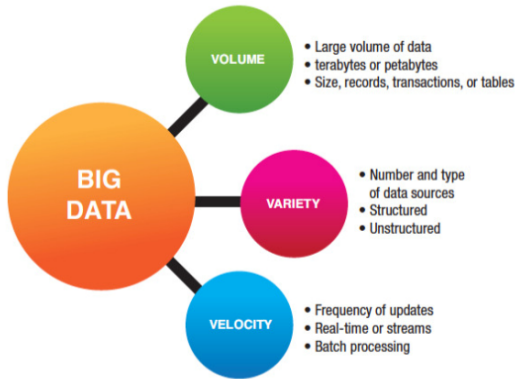


Fig. 1. Three Properties of Big Data.

산 속도(Velocity), 형태의 다양성(Variety) 이라는 3차원적 특징이 모두 고려 될 때를 의미한다. 최근에는 가치(Value)나 복잡성(Complexity)을 덧붙여 정의되는 것이 일반적이며, 5개의 요소가 충족될수록 빅 데이터에 적합하다[12].

빅 데이터의 대용량 데이터, 비정형화된 데이터의 수집, 검색, 데이터 전처리 및 분석, 시각화를 포함하는 기술에는 빅 테이블, 카산드라, 데이터웨어하우스 및 분석 어플라이언스, 분산 시스템, 구글 파일 시스템, 하둡, HBASE, 맵 리듀스, 비관계형 데이터베이스 등이 있다.

3. 제안한 방법

3.1 스마트 헬스케어 의복

스마트 헬스케어 의복(모자, 양말, 벨트, 신발, 옷 등)은 의류에 다양한 센서와 모듈을 부착하거나 임베디드 시킨 제품으로 사람의 생체정보를 습득, 전송하는데 매우 용이하다. 본 논문이 제안하는 스마트 의류는 사람의 신체에서 발생하는 다양한 생체신호(심전도, 호흡, 체온, 혈압 등)를 측정하는 착용형 의류이다.

Fig. 2의 구조와 같이 스마트 헬스케어복은 건식 직물 센서, 생체신호 측정 모듈과 무선통신 모듈로 구성되며, 또한, 센서와 모듈을 연결하기 위한 신호 전송 네트워크를 의복에 재봉이 가능한 디지털 실로 구성되어진다[13].

웨어러블 컴퓨팅 장비 중 인체 영역 네트워크(BAN, Body Area Network) 혹은 인체 영역 센서 네트워크(BSN, Body Sensor Network)는 헬스케어

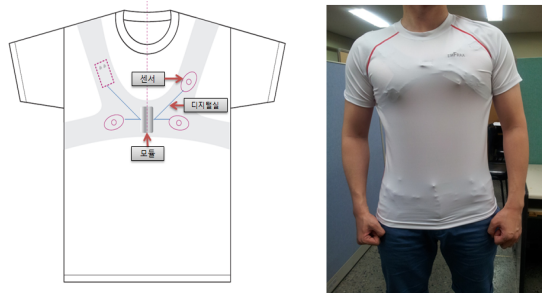


Fig. 2. Structure of Smart Healthcare Wear.

모니터링 어플리케이션을 개발하는데 중요한 역할을 한다. 의류에 BAN을 이용하여 바이오센서를 연결하면 인간의 행동 패턴과 건강 상태를 지속적으로 효과적으로 모니터링 할 수 있다. 이것은 질병의 빠른 예방, 응급 상황 대처와 만성 질환을 예방 할 수 있다.

본 논문에서는 바이오센서로부터 생체신호 데이터를 얻고 전송하기 위하여 복잡하고 정교한 기술을 사용한 디지털 실을 이용하여 스마트 헬스케어 의복에 BAN을 구축한다[14].

디지털 실은 70Mbps의 높은 수준의 데이터 전송이 가능하다[15]. 이 의미는 800MB의 데이터를 디지털 실을 이용하여 2분안에 전송이 된다는 의미이다. 더 나아가 디지털 실은 세탁을 할 때에도 충분히 견딜 수 있다. 세탁 테스트에서는 54분간을 세탁을 한 후에도 디지털 실은 데이터 전송이 가능하였다

또한, 디지털실은 건식 직물 센서와 전송 모듈의 연결을 직접 의류에 재봉하여 연결하는 역할을 하기 때문에 불필요한 선의 제거로 인하여 사용자가 의류를 착용 시 불편함이 없는 착용감을 가지게 되며, 재봉으로 인하여 의류에 고정되어 신호 전송의 노이즈를 최소화 할 수 있는 장점이 있다.

3.1.1 건식 직물 센서

기존의 심전도 신호를 측정하는 센서는 Ag/AgCl 일회용 전극을 사용한다. 그러나 일회용 전극은 시간이 지날수록 신호의 크기가 줄어들며, 전극영역의 전해질이 마르지 않도록 계속해서 보충을 해주어야 한다. 또한, 전극이 피부에 밀착되어 있어야 하기 때문에 의료용 접착제를 사용하기 때문에 알레르기나 피부 트러블이 발생 가능성이 존재한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 신체에 밀착되어도 전혀 불편함

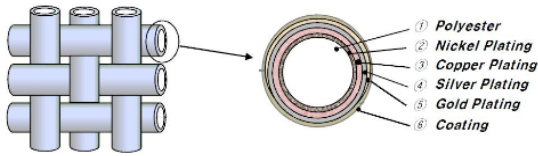


Fig. 3. Structure of Sensor.

이 없고 장시간 심전도 신호 측정이 가능하도록 Fig. 3의 구조도를 가진 금속 플라즈마 코팅 섬유를 이용해 심전도 전극을 개발하였다. 금속 플라즈마 코팅 섬유는 폴리에스터 직물에 금, 은 구리가 코팅되어 우수한 표면 전도성을 가지며, 신체에 밀착되었을 때 이물질감이 적으면 신호 전달이 우수하다.

3.1.2 생체신호 측정 모듈

생체신호 측정 모듈은 3개의 전극을 통해 생체신호를 전달 받으며, 각종 잡음을 차단하기 위한 하드웨어 필터와 생체신호의 증폭을 위한 증폭회로, 소프트웨어 잡음 신호 필터링과 신호를 데이터화하기 위한 DSP(Digital Signal Processing) 프로세서, 무선 데이터 전송을 위한 블루투스 모듈로 구성되어 있다 [16]. Fig. 4는 생체신호 모듈의 구성도를 보여주고 있다.

심전도 신호를 측정하기 위해 3개의 전극(+극, -극, Ground)으로부터 들어오는 신호를 RFI(Radio Frequency Interference) 필터를 설계하여 신체에 흐르는 정전기로 인한 고전압과 고주파 성분을 제거하도록 하고, 각각의 전극으로부터 측정된 신호를 계측 증폭기(Instrument Amplifier)를 통해 하나의 신호로 합쳐 심전도 신호를 추출할 수 있다. 또한 생체신호 측정 모듈은 심전도 신호 외에 3축 가속도를 측정하기 위한 회로가 구성되어 있다. 각 필터를 통과한 생체신호 및 3축 가속도 신호는 최종적으로 DSP 프로세서의 ADC(Analog to Digital Converter)를 통해 200Hz 샘플링의 심전도 신호와 25Hz 샘플링의 가속도 신호를 블루투스 모듈로 전달을 한다. Fig. 5는 본 논문을 위해 개발된 생체신호 측정 모듈과 회로도

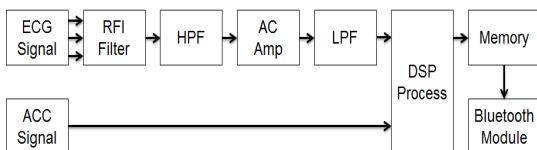


Fig. 4. Block Diagram of Vital Signs Module.

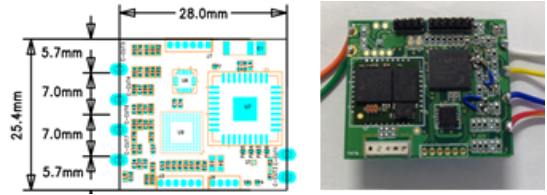


Fig. 5. Vital Signs Module and Circuit Diagram.

를 보여주고 있다.

일반적으로 샘플링이 높을수록 정확한 심전도 신호를 측정을 할 수 있다. 그러나 샘플링이 높을수록 데이터의 송·수신이 증가하여 생체신호 측정 모듈의 배터리 사용량이 증가하기 때문에 최소한의 심전도 QRS 파형을 측정할 수 있는 200Hz 샘플링으로 측정을 한다.

3.2 빅데이터 기반의 생체신호 분석 플랫폼

생체신호 분석 플랫폼은 Fig. 6와 같이 다양한 사용자들로부터 측정된 생체신호 원시데이터를 SOAP(Simple Object Access Protocol) 메시지를 이용하여 서버로 전송하고 서버는 빅데이터를 저장하는 하둡 플랫폼의 저장소인 하둡 분산파일 시스템(Hadoop Distributed File System, HDFS)에 생체신호 원시데이터를 저장한다. 저장된 생체신호 원시데이터는 선형의 구조를 가지고 있으며 데이터 자체만으로는 의미가 없는 비정형의 형태를 가진다. 따라서 의미를 가지는 가공된 데이터로의 추출이 필요하다. 그래서 생체신호 분석 알고리즘을 적용시켜 생체신호 특징값을 추출한다. 추출된 특징 값은 정형화된 데이터로 일반적인 데이터베이스로 관리하기에 부적합한 특징을 가지고 있다. 왜냐하면, 심전도에서 추출한 맥박은 하나의 컬럼에 방대한 데이터를 저장해야 한다. 이러한 데이터는 데이터베이스로 관리하기에는 한계가 있다. 그래서 빅데이터 기반의 분석 툴인 데이터웨어하우스에 저장을 하여 서비스를 제공한다. 서비스를 사용하기 위한 사용자가 서비스 요청하면 데이터웨어하우스에서 요청한 데이터를 검색 및 추출하여 데이터 분석을 한 후에 사용자에게 요구하는 결과 값을 웹서비스 형태로 제공한다.

3.2.1 빅데이터로서의 생체신호

생체신호는 크게 비연속적인 데이터와 연속적인

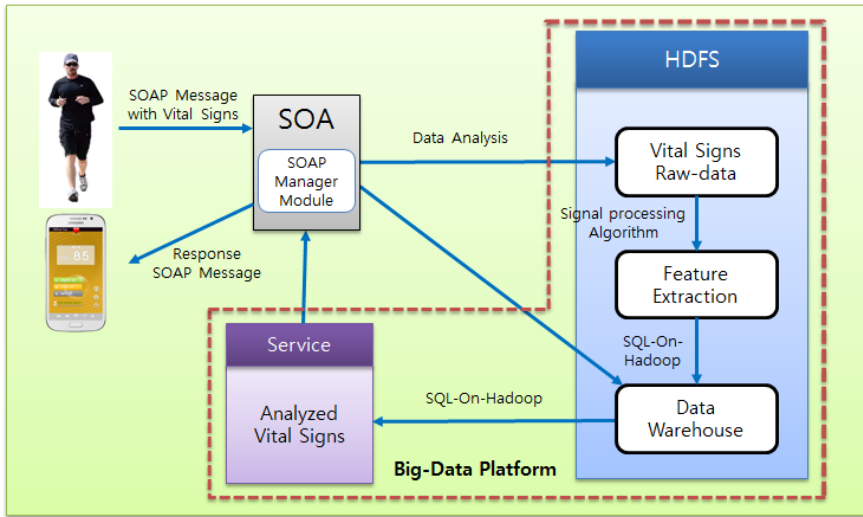


Fig. 6. Workflow of Vital Signs Analysis Platform.

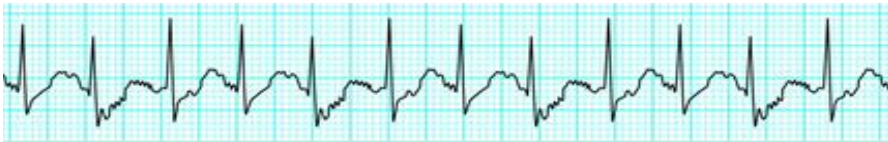


Fig. 7. Consecutive ECG Signals.

데이터로 분류 할 수 있다. 비연속적인 데이터란 체온, 혈압, 맥박, 산호포화도 등과 같이 단순한 특징 값을 가지는 데이터이고, Fig. 7과 같이 데이터란 심전도, 호흡, 가속도 등과 같이 연속적으로 유입되는 데이터로 데이터 자체만으로는 아무런 의미가 없는 데이터를 의미한다. 연속적으로 유입되는 선형구조를 가진 데이터의 경우 데이터베이스에 저장하기엔 적합하지 않은 형태와 양을 가진다. 예를 들면, 샘플링 주파수가 200Hz일 경우 1초에 200개의 데이터를 얻는다. 즉, 약 5분간 심전도 데이터를 측정할 경우 60,000(200Hz*60sec*5min)개의 데이터가 누적된다. 이러한 데이터를 24시간 측정시 그 크기는 대략 100MB정도 된다. 따라서, 장시간 데이터 수집시 누적되는 거대한 양의 심전도데이터를 저장하기 위하여 빅데이터 기반의 하둡 플랫폼이 필요하다[17].

3.2.2 생체신호 전송 및 저장

스마트폰으로부터 측정된 생체신호의 전송은 운영체제 독립적으로 전송할 수 있도록 SOAP을 이용하여 전송한다. SOAP은 XML(Extensible Markup

Language)언어를 이용한 분산 환경에서의 정보교환을 위한 프로토콜이다. SOAP은 단순한 정보 전달용 XML메시지로 구성되기 때문에 다른 분산 컴퓨팅 프로토콜처럼 원격 프로시저를 호출하는 방식으로 구성되어진다[18]. SOAP메시지는 헤더와 바디를 조합하는 구조로 설계되어 있다. 헤더는 선택사항으로 반복이나 보안 및 트랜잭션을 정보로 하는 메타 정보를 가지고 있다. 바디는 전송할 데이터 정보를 가지고 있다.

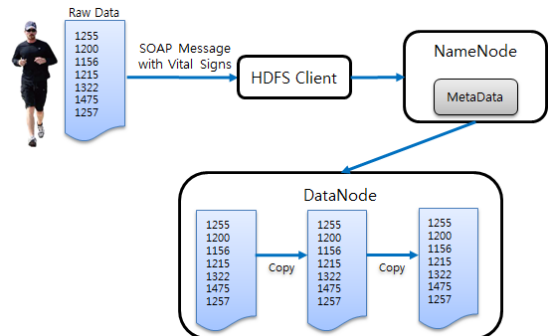


Fig. 8. Workflow of Vital Signs Transmission and Save.

SOAP메시지로 전송된 생체신호는 빅데이터 저장소로 사용되는 하둡 분산 파일 시스템에 저장한다. 하둡 분산 파일 시스템은 마스터(Master)와 슬레이브(Slave) 구조를 가지고 있으며, 마스터는 네임노드(NameNode)이며, 슬레이브는 데이터노드(DataNode)로 구성되어 있다[19]. 하둡 분산 파일 시스템은 SOAP메시지로 전송된 생체신호 데이터를 클라이언트(Client)를 통해 네임노드로부터 생체신호를 저장할 데이터노드 목록을 받아서 3대의 데이터노드에 파일을 복제하여 저장한다.

3.2.3 생체신호 특징 값 저장

생체신호 원시데이터는 데이터만으로는 아무런 의미를 가지고 있지 않다. 그래서 생체신호 원시데이터를 가공하여 가공된 데이터를 저장하고, 이 저장된 데이터에 접근하여 데이터를 추출하여 건강상태를 체크하는 것이 무엇보다 중요하다. 일반적인 시스템에서는 알고리즘을 사용하여 추출한 데이터를 데이터베이스에 저장한 후에 쿼리를 사용하여 데이터를 추출하는 방식을 사용한다. 그러나 생체신호는 대량의 데이터를 저장 및 가공하기 때문에 일반적인 데이터베이스를 사용하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 빅 데이터 기반의 하이브(Hive)에 가공된 데이터를 저장 및 추출하여 건강상태를 체크한다.

Fig. 9는 하이브에서 생체신호 분석 처리 과정을 나타낸다. 생체신호 원시데이터에서 알고리즘을 적용하여 추출된 특징 값을 SQL On Hadoop 쿼리를 사용하여 특징 값을 하둡 분산 파일 시스템에 저장하는 구조를 가진다.

3.3 생체신호 모니터링 시스템

Fig. 10은 생체신호 모니터링을 하기 위한 프로세스를 보여주고 있다. 스마트폰에서 전송된 데이터는 원시데이터와 그 신호 자체로 의미 있는 데이터를 전송한다. 의미있는 데이터는 그 자체 데이터만으로도 의미가 있는 데이터이다. 예를 들면, 맥박의 경우 맥박 자체만으로도 운동 강도 및 응급 사항 파악과 같은 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 산소포화도(SpO2)도 일반적으로 95%이상을 정상 범위로 확인할 수 있다. 이처럼 데이터 자체만으로도 서비스가 가능한 데이터이다. 그러나 원시데이터의 경우는 그 자체 데이터만으로는 아무런 의미를 가지고 있지 않

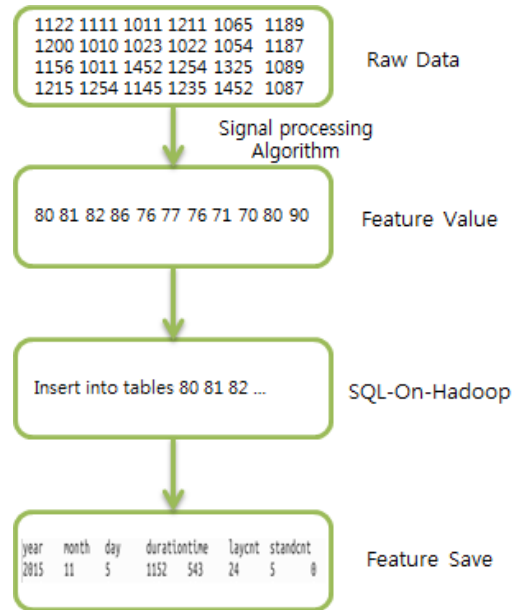


Fig. 9. Workflow of SQL-On-Hadoop based on Feature Extraction and Save.

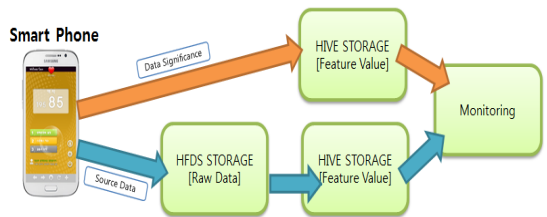


Fig. 10. Workflow of Proposed Monitoring System.

다. 이러한 데이터는 알고리즘을 이용하여 가공된 데이터를 이용하여 서비스가 필요하다. 그래서 생체신호 모니터링 시스템은 의미 있는 데이터를 하둡이나 Hive에서 가져와서 보여주는 화면과 가공된 데이터를 가져와서 보여주는 화면으로 나뉘어져야 한다.

데이터 자체로 의미 있는 데이터는 스마트폰으로 전송이 되어 웹서버에 왔을 시에 웹서버는 데이터를 하둡이나 Hive에 저장하는 동시에 모니터링 시스템으로 데이터를 실시간으로 보여주는 기능을 한다.

원시데이터가 스마트폰으로 전송이 되어 웹서버에 왔을 시에는 웹서버는 원시데이터를 하둡에 저장하고 알고리즘을 이용하여 원시데이터를 분석하여 가공된 데이터를 Hive에 저장하고 저장된 데이터를 모니터링 시스템에서 요청이 왔을 때 보내주는 기능을 한다.

4. 구현 사례

4.1 빅데이터 기반의 생체신호 분석 시스템

본 논문에서는 인체에서 발생하는 신호에 대하여 스마트 헬스케어복으로 부터 측정될 수 있는 정보 중 심장에서 얻을 수 있는 심전도신호를 이용하여 사용자의 스트레스 상태, 운동 강도, 응급사항 파악과 스마트폰의 가속도 신호를 이용하여 사용자의 걸음 수, 이동거리, 속도, 행동 패턴을 파악하고자 한다.

Fig. 11와 같이 본 논문에서 제안하는 빅데이터 기반의 생체신호 분석 시스템은 스마트 헬스케어복을 착용하여 측정된 생체신호와 스마트폰에서 측정된 가속도신호를 SOAP을 이용하여 전송한다. 전송하는 파라미터는 측정된 ID, 전송된 파일 이름, 생체신호 원시데이터와 사용자의 상태를 전송한다. 생체신호 원시데이터는 많은 양의 데이터를 전송하기 위하여 Byte Array 형식으로 변환하여 전송을 한다.

전송된 생체신호는 하둡 분산 파일 시스템에 Fig. 12과 같이 원시데이터를 파일 형식으로 저장한다.

저장된 원시데이터는 생체신호 종류에 따라 알고리즘을 적용한다. 심전도 신호에서 심박의 순간 주기를 측정하여 주기의 변화량을 측정하는 심박변이도(Heart Rate Variability, HRV), 맥박표준 편차를 나타내는 SDNN(Standard Deviation of R-R Interval)과 교감활성도를 나타내는 LF(Low Frequency), 부교감활성도를 나타내는 HF(High Frequency), 자율신경균형을 나타내는 LF/HF를 추출하는 알고리즘과 가속도신호에서 걸음수, 속도, 이동거리와 사용자의 5가지 행동패턴(점프, 뛰기, 걷기 서기, 앉기)을 추출하는 알고리즘을 적용한다.

추출된 특징 값에 따라 Hive에 저장하기 위한 테이블 구조를 HiveQL의 Create 명령어를 사용하여 생성하고 난 후에 HiveQL의 Insert 명령어를 사용하여 저장한다. HiveQL의 Insert 명령어는 두 가지의

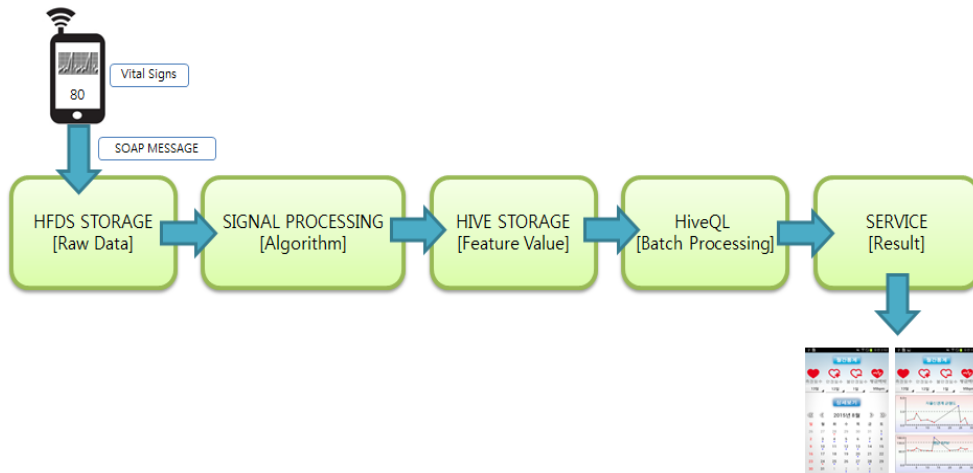


Fig. 11. Workflow of Vital Signs Analysis Process.

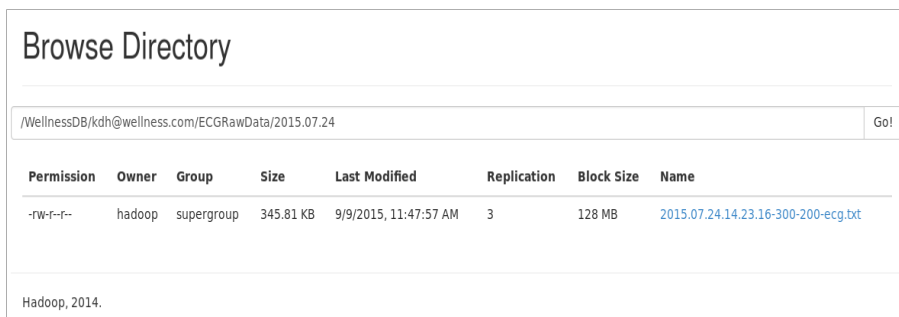


Fig. 12. ECG Storage Area.

방식이 있다. 하나의 데이터를 SQL의 Insert 방식으로 저장할 수 있다. 그러나 이러한 방식의 저장은 속도 면에서 느리다. 그래서 본 논문에서는 Hive에 저장하기 위하여 Fig. 13과 같이 테이블 포맷에 맞게 파일을 생성하여 직접 그 파일을 HiveQL의 Insert 명령어로 Hive에 저장하는 방식을 채택하였다.

Fig. 14와 같이 Hive에 저장된 가공된 데이터는 HiveQL의 Select 명령어를 이용하여 원하는 값을 검색 및 추출하여 사용자가 원하는 서비스를 웹서비스 형태로 제공한다.

4.2 모니터링 어플리케이션

Fig. 15는 모니터링 시스템으로 스마트폰에서 전

송된 생체신호를 생체신호 분석 시스템에서 알고리즘을 적용하여 가공된 데이터를 보여주는 화면이다.

심전도 신호에서 알고리즘을 적용하여 추출한 SDNN, LF/HF, 평균 맥박을 보여주고 있다. 모니터링 시스템은 측정 일자를 중심으로 데이터를 요청하여 요청한 데이터를 받아서 보여준다. 이 데이터 요청은 SOAP메시지를 통하여 필요한 날짜를 파라미터를 주어서 원하는 데이터를 가져오는 형식이다.

5. 결론

시간의 흐름에 따라 사람들의 경제 및 생활수준이 향상되고 복지에 대한 수요가 점차 확대되면서 의료

```
24,14,23,16,300,78.94736842105263:...:75.47169811320754,99.6831053625945,0.7656366342008125,200
```

Fig. 13. Format for Inserting into the Hive.

```
hive> select year, month, day, durationtime, laycnt, standcnt, walkcnt, runcnt, jumpcnt from wellness.behavior where id='kdh@wellness.com' and month=11;
OK
```

year	month	day	durationtime	laycnt	standcnt	walkcnt	runcnt	jumpcnt
2015	11	5	1152	543	24	5	0	0
2015	11	5	1071	506	25	0	0	0
2015	11	5	767	281	99	0	0	0
2015	11	5	400	67	108	20	0	0
2015	11	5	1521	70	647	31	10	0
2015	11	5	1738	414	452	0	0	0
2015	11	5	3338	133	1494	40	0	0

Fig. 14. Structure of Hive Data Storage.

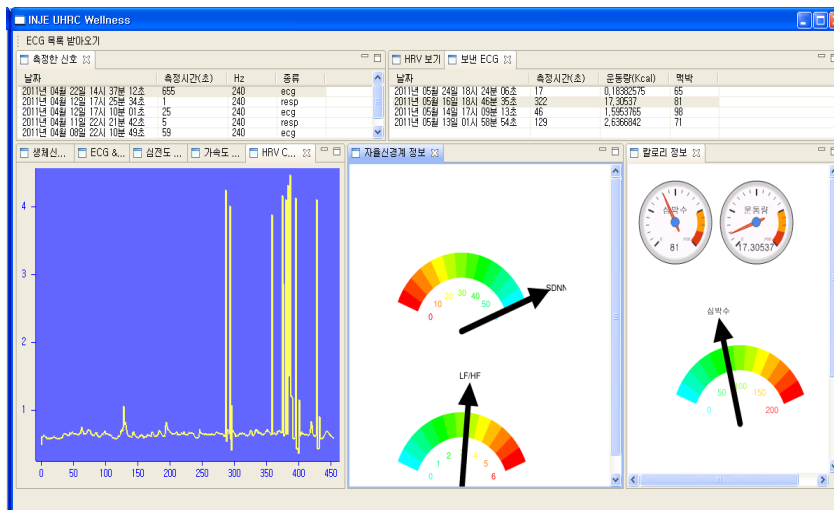


Fig. 15. Screenshot of Healthcare Monitoring Application.

분야도 많은 새로운 기술들이 시도되고 있는 u-Healthcare에 주목하고 있다. 치료가 아닌 예방에 대한 중요성이 점차 부각되면서, 사람의 생체신호를 이용한 다양한 웨어러블 디바이스들이 출시되고 있다. 하지만, 측정되는 신호에 대한 현재 상태만 나타낼 뿐, 측정 되어진 생체 데이터를 수집하고, 수집되어진 거대한 양의 데이터들을 저장, 처리 및 분석과 모니터링에 대한 다양한 연구는 제대로 이루어지지 않고 있는 상태이다.

본 논문에서는 스마트 헬스케어 의복 기반의 생체신호 분석 및 모니터링 시스템 개발에 대한 연구를 진행하였다. 다양한 생체신호를 이용하여 실시간 모니터링 및 빅데이터 기반의 생체신호 분석을 통한 서비스를 제공하였다. 생체신호를 두 가지 타입으로 구분하여 실시간으로 보여줄 수 있는 생체신호와 원시데이터를 분석하여 가공된 데이터를 보여주는 신호로 구분하여 다양한 서비스를 보여주고자 하였으며, 빅데이터 기반의 생체신호를 처리하기 위하여 원시데이터는 하둠에 저장하고 원시데이터에서 알고리즘을 적용하여 분석된 데이터를 Hive에 저장하는 구조를 연구를 진행하였다. 현재 다양한 빅데이터 분석 툴이 지속적으로 연구가 진행되어지고 있으며 개발이 되고 있다. 본 논문에서는 Hive를 이용하여 생체신호를 분석하였지만 다양한 빅데이터 분석 툴에 적용이 가능하여 더 다양한 서비스를 제공할 수가 있다.

본 논문의 연구는 스마트 헬스케어복 기반의 생체신호 분석 및 모니터링 시스템에 대한 선행연구가 될 것이다. 제안하는 시스템에서는 실시간 모니터링 시스템과 특징 값을 추출하기 위한 알고리즘에 대하여 추가 및 변형을 통하여 적용하면, 심전도 신호 이외의 다른 생체데이터를 이용한 분석이 가능할 것으로 보인다. 또한, 다양한 서비스의 제공이 가능해질 것이다.

REFERENCE

- [1] J.S. Kim, K. Lee, C.S. Yoo, T.W. Kim, S.H. Yi, and H.C. Kim, "Wearable Physiologic Monitoring System in Health Promotion," *Korean Journal of Health Promotion*, Vol. 11, No. 1, pp. 2234-2141, 2011.
- [2] M. Steve, "Wearable Computing: A First Step Toward Personal Imaging," *Computer*, Vol. 30, No. 2, pp. 25-32, 1997.
- [3] F. Axisa, P.M. Schmitt, C. Gehin, G. Delhomme, E. Mcadams, and A. Dittmar, "Flexible Technologies and Smart Clothing for Citizen Medicine, Home Healthcare, and Disease Prevention," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 9, No. 3, pp. 325-336, 2005.
- [4] E.J. Ko, H.J. Lee, and J.W. Lee, "Ontology-Based Context-Aware Service Engine for U-HealthCare," *Proceeding of Advanced Communication Technology 2006 8th International Conference*, pp. 632-637, 2006.
- [5] H.M. Park, B.C. Jeon, W.K. Park, S.H. Park and S.C. Lee, "Smart-clothes System for Realtime Privacy monitoring on Smartphones," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 16, No. 8, pp. 962-971, 2013.
- [6] S.H. Kim, D.W. Ryoo, and C. Bae, "U-health-care System Using Smart Headband," *Proceeding of 30th Annual International IEEE EMBS Conference*, pp. 1557-1560, 2008.
- [7] S.J. Oh and C.W. Lee, "u-Healthcare Sensor Grid Gateway for Connecting Wireless Sensor Network and Grid Network," *Proceeding of International Conference on Advanced Communication Technology*, pp. 827-831, 2008.
- [8] G.S. Chung, J.S. An, D.H. Lee, and C.S. Hwang, "A Study on the Digital Yarn for the High Speed Data Communication," *Proceeding of The 2nd International Conference on Clothing and Textiles*, pp. 207-210, 2006.
- [9] M. Saecker and V. Markl, "Big Data Analytics on Modern Hardware Architectures: A Technology Survey," *Proceeding of European Business Intelligence Summer School*, pp. 125-149, 2012.
- [10] S.C. Yoon, H. Namgung, S.K. Yang, and H.K. Kim, "Big Data Driven Semantic Web Technology Trends large," *The Korean*

Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 29, No. 11, pp. 24-29, 2013.

[11] S. Son and C. K. Park, "Design of Big Data Preference Analysis System," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 11, pp. 1286-1295, 2014

[12] J.S. Ward and A. Barker, *Undefined By Data: A Survey of Big Data Definitions*, The Computing Research Repository, 2013.

[13] H. Kim, T. Kim, M. Joo, S. Yi, C. Yoo, K. Lee, J. Kim, and G. Chung, "Design of a Calorie Tracker Utilizing Heart Rate Variability Obtained by a Nanofiber Technique-based Wellness Wear System," *Journal of Applied Mathematics and Information Science*, Vol. 5, No. 2, pp. 70-73, 2011.

[14] M. Chen, S. Gonzalez, A. Vasilakos, H. Cao, and V.C.M. Leung, "Body Area Networks: A Survey," *Mobile Networks and Applications*, Vol. 16, No. 2, pp. 171-193, 2011.

[15] G. Chung, J. An, D. Lee, and C. Hwang, "A Study on the Digital Yarn for the High Speed Data Communication," *Proceeding of The 2nd International Conference on Clothing and Textiles*, pp. 207- 210, 2006.

[16] S.D. Park, *A Monitoring and Analysis System of ECG with Severe Motion Artifact*, Doctor's Thesis of Hoseo University, 2014.

[17] K.H. Park, *Extension of Hadoop Platform for Biometric Data Analysis*, Master's Thesis of Inje University, 2014.

[18] SOAP, <https://www.w3.org/TR/soap> (accessed Jul., 28, 2015).

[19] Apache Hadoop, <https://hadoop.apache.org> (accessed Jul., 8, 2015).



주 문 일

2013년 인제대학교, 컴퓨터학과, 박사과정
 현재 (주)에스디지텍 연구원
 관심분야 : 웨어러블 컴퓨팅, 빅데이터, HCI



고 동 희

2016년 인제대학교, 컴퓨터학과, 석사
 현재 (주)오래 연구원
 관심분야 : 빅데이터, HCI



김 희 철

2001년 Stockholm대학교, 컴퓨터과학, 박사
 현재 인제대학교 컴퓨터공학부 교수
 관심분야 : HCI, CSCW, 웨어러블 컴퓨터, 웰니스/헬스케어 시스템, e-learning, 스마트홈