

논문 2012-07-28

유헬스 환경에서 센서네트워크의 안정성 보장을 위한 소프트웨어 플랫폼

(Software Platform for Stability Assure of Sensor Network in u-Health Environment)

정민우, 조정훈*

(Min Woo Jung, Jeonghun Cho)

Abstract : The rises of the life index quality together with the medical technology improvement lead to a longer life expectancy. Then a better health care program, especially for elderly, is needed. The common health problems facing those senior citizens are changed from acute diseases to chronic diseases, such as diabetes, hypertension. Then u-Health takes center stage in medical industry. Although u-Health medical device manufacturers have been improving their instruments, these instruments still rely on proprietary technologies without fixed platform. Even if the interface has been provided by the manufacturer, there is no widely-accepted uniform data model to access data of various u-Health devices. IEEE 11073 is a standard attempting to unify the interfaces of all medical devices. In this paper we have proposed a conversion software platform that assures interoperability among medical devices for ubiquitous sensor network. This module uses in order to develop a standard platform of medical system.

Keywords : Platform, u-Health, IEEE 11073, Bluetooth, Interoperability

1. 서론

전 세계적으로 만성질환(Chronic Disease)이 급격하게 증가하고 있으며, 고령화 사회의 진입과 건강에 대한 관심이 높아지고 있다. 현재 우리나라는 노인인구 비율이 지속적으로 증가하고 있으며 고령화 사회이다. 노인인구가 현재 추세대로 증가한다면 고령사회를 지나 초고령 사회로 발전하게 될 것이다. 노인인구와 만성질환자의 증가로 인하여 개인 건강관리에 대한 사회적 요구가 증가하면서 건강에

관련된 보건비용 지출이 지속적으로 증가하고 있다 [1].

의료서비스 수요의 증가와 보건비용 지출에 대한 해결책으로 지속적인 개인 건강관리를 할 수 있는 유헬스(u-Health)에 대한 관심이 고조되고 있다. 유헬스는 시간과 공간에 대한 제약없이 언제 어디서나 자신의 건강상태를 진단받을 수 있는 새로운 형태의 의료서비스이다. 현재 유헬스는 전 세계적으로 많은 연구 활동이 진행되고 있으며, 국내에서는 유헬스 산업 활성화 포럼이 설립되어 유헬스 서비스 활성화를 위한 의료 및 산업 전반의 정책, 서비스 모델, 기술 등 핵심 분야를 논의하고, 신규 유망 유헬스 비즈니스 모델을 발굴하고 기술, 인프라 전반의 가이드라인을 제정하기 위해 활동하고 있다 [2].

유헬스에 대한 관심이 증대되면서 다양한 의료 기기 제조업체에서 유헬스 제품을 생산하고 있다. 하지만 표준이 재정되지 않아서 제조사마다 각기 다른 플랫폼에서 다른 프로토콜을 사용하여 제품을 개발하고 있다. 그래서 현재 생산되는 유헬스 제품

* 교신저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2012. 07. 30., 수정일 : 2012. 09. 06., 채택확정 : 2012. 09. 26.

정민우, 조정훈 : 경북대학교 전자전기컴퓨터학부

※ 본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2012-H0401-12-1006)

들은 상호운용성 보장에 대한 문제점이 대두되고 있으며, 유헬스 산업의 성장에 장애요인으로 작용되고 있다 [3]. 이러한 문제를 해결하기 위하여 헬스케어 분야의 표준화가 활발하게 진행되고 있으며, IEEE 11073 표준을 제정하여 생체정보 데이터의 취합 및 전송, 분석, 피드백이 표준적인 방법으로 운용되고, 개인 건강 기기들과 유헬스 제품 간의 이식성, 확장성, 상호운용성을 보장할 수 있도록 표준을 제정하고 있다 [4].

본 논문에서는 유헬스 기술에 대하여 파악하고, 안정적이고 실시간성을 보장할 수 있는 임베디드 기기의 개발을 위해서 네트워크와 상호운용성이 가장 중요한 요소이다. 따라서 임베디드 장치들을 유헬스 표준인 IEEE 11073으로 구현함으로써 기기간의 상호운용성과 안정화 된 네트워크를 형성할 수 있다. 유헬스 기기 간의 상호운용성을 보장하기 위하여 IEEE 11073 표준을 준수하지 않은 제품에 대하여 표준으로 변환할 수 있는 모듈에 대하여 소개한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 유헬스에 대한 관련연구에 대해서 살펴보고, 3장에서는 유헬스 기기의 상호운용성 보장을 위한 표준변환 아키텍처에 대해서 살펴본다. 4장에서는 표준변환 모듈을 통한 실험 구현과 결과에 대해서 살펴보고 5장은 앞으로 유헬스에 대한 발전방향과 관련 연구에 대한 분석으로 본 논문을 마무리한다.

II. 관련연구

1. IEEE 11073 표준

최근에 의료기기의 상호운용성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있지만 대부분 표준을 무시한 시스템을 연구하고 있다. John Hatcliff의 논문 [5]은 안정적이고 효율적인 의료시스템을 제안하면서 의료표준을 준수하여야 한다고 말하고 있다. Tao Li의 논문 [6]은 의료디바이스의 하이브리드 모델링을 통한 실시간 안정성에 대해서 계산하고 프레임워크를 제안하였다. 하지만 이 논문들은 의료기기 표준을 구현하는 방법에 대해서 언급하고 있지 않다.

IEEE 11073 표준은 생체신호측정 의료기기와 생체신호 수집 장치 간의 통신을 표준화한다. IEEE 11073 표준에서는 생체신호측정 의료기기를 에이전트라고 정의하고, 생체신호를 수집, 처리하는 장치를 매니저라고 정의한다. IEEE 11073 표준은 에

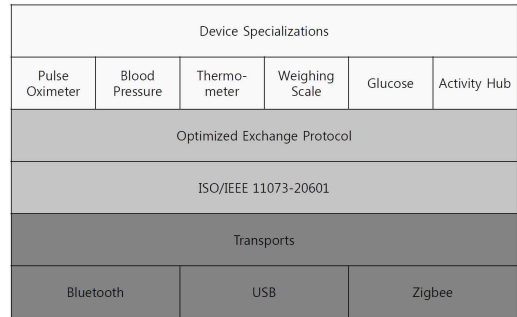


그림 1. IEEE 11073 아키텍처
Fig. 1 Architecture of IEEE 11073

이전트와 매니저 사이의 통신 프로토콜을 정의하고 있다. 에이전트는 생체신호의 정보를 모으고, 신호처리를 한 후 매니저로 전송한다. 매니저는 생체신호를 수집하고 진단을 위한 저장과 모니터링을 가능하게 한다 [7].

그림 1은 IEEE 11073 표준의 계층 구조를 나타내고 있다. IEEE 11073 표준은 Device Specializations, Optimized Exchange Protocol, Transports로 구성되어 있다. Transports는 에이전트와 매니저 사이의 통신에 대하여 정의되어 있다. 에이전트와 매니저 사이의 통신은 논리적인 점 대점으로 정의하고 있다. IEEE 11073 표준에서는 특별한 통신 프로토콜을 정의하지 않고, 기존에 정의되어 있는 Bluetooth, USB, Zigbee 등의 통신표준 단체와 긴밀히 연계하여 정의하고 있다. Optimized Exchange Protocol은 IEEE 11073 표준에서 가장 중요한 부분으로 애플리케이션 계층 서비스와 에이전트와 매니저 사이의 데이터 교환 프로토콜로 구성되어 있다. 애플리케이션 계층 서비스는 에이전트와 매니저 사이의 연결과 관리, 신뢰성 있는 데이터 전송 프로토콜을 제공한다. 데이터 교환 프로토콜은 명령어, 에이전트의 설정정보, 데이터 포맷과 전반적인 프로토콜을 정의하고 있다. Device Specializations는 에이전트가 특정한 목적으로 작동할 수 있는 세부사항을 정의하고 있다.

그림 2는 IEEE 11073 표준의 시스템 모델을 보여주고 있다. IEEE 11073 표준의 시스템 모델은 그림 2와 같이 Domain Information Model (DIM), Service Model, Communication Model으로 구성되어 있다. DIM은 오브젝트의 집합으로 구성되어 있다. 이 오브젝트들은 하나 이상의 속성을 가지고 있다. 이 속성은 측정된 정보와 에이전트의 상태를 포함하고 있다. Service Model은 에이전트와 매

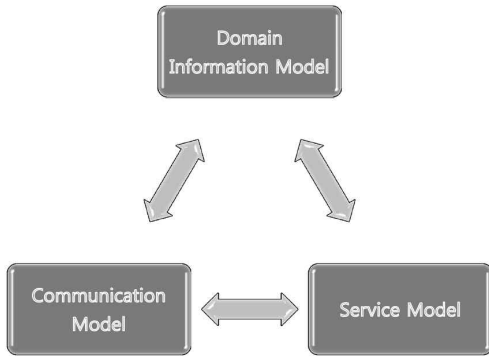


그림 2. IEEE 11073 시스템 모델
Fig. 2 System model of IEEE 11073

니저가 통신을 할 때 DIM의 데이터를 교환하기 위해서 데이터에 대한 접근을 제공한다. Communication model은 기본적으로 에이전트와 매니저 사이의 논리적인 점 대 점으로 정의하고 있으며, 하나의 매니저에 다수의 에이전트가 연결될 수 있다. 또한 에이전트와 매니저 사이의 연결 상태의 정보를 관리한다 [8].

IEEE 11073 표준에서 에이전트와 매니저 사이의 통신이 가장 중요한 부분이다. IEEE 11073 표준은 통신의 상태를 보여주는 Finite State Machine(FSM)이 포함되어 있다. FSM의 상태는 disconnected, connected, associated, configuring, operation, disassociated로 총 6개로 구분된다.

Disconnected는 에이전트와 매니저 통신을 하기 위하여 전원이 인가된 상태이다. Connected는 에이전트와 매니저 전송 계층에 의해서 연결된 상태이다. 이 상태에서 에이전트와 매니저 간의 연결이 이루어진다면 connected로 들어가서 unassociated 상태가 된다. 에이전트가 매니저에게 association request를 보내고 매니저가 이것을 수락하면, associated 상태로 들어간다. 에이전트의 configuration을 매니저가 이미 알고 있다면 associated 상태가 되어서 operating을 위한 준비 상태가 되고, 매니저가 에이전트에 대한 configuration 정보가 없을 경우는 매니저가 에이전트에게 configuration 정보를 요청하고, 에이전트가 매니저에게 configuration을 전송하게 된다. 매니저는 이 정보를 저장하고 차후의 연결에서도 지속적으로 사용하게 된다. Operation은 에이전트가 매니저에게 데이터를 전송하는 단계이다. 이때 에이전트

가 일반적으로 전송할 수도 있고, 매니저의 요청에 따라 데이터를 보낼 수도 있다. 이것은 configuration에서 지정할 수 있다. 데이터의 전송이 완료 되었거나 도중에 에러가 발생한 경우에는 disassociated 상태로 들어간다 [9].

2. 블루투스 HDP

블루투스는 근거리 무선 통신 표준이다. 블루투스는 에릭슨이 휴대용 단말기와 주변기기의 통신을 위한 목적으로 개발하였다. 블루투스의 주파수 대역은 2.4GHz의 ISM(Industrial, Scientific, Medical) 밴드를 사용하고, 전송거리는 10m에서 최대 100m까지 가능하다. 무선 통신에서 가장 중요한 부분은 네트워크 토폴로지이다. 블루투스는 일대다 통신을 위하여 피코넷(Piconet)을 지원한다. 피코넷은 블루투스의 기본적인 네트워크 방식이며, 1대의 마스터(Master)에 7대의 슬레이브(Slave)들이 통신할 수 있는 일대다 통신 방식이다. 마스터는 통신을 시작하는 블루투스 기기이고, 데이터량을 조절하고, 피코넷에 접근하는 슬레이브들을 통제하여 데이터의 충돌을 막는다. 여러 피코넷은 함께 공존할 수 있으며, 같은 지역에 있는 여러 피코넷을 스캐터넷(Scatternet)이라 한다 [10].

이러한 특성을 가진 블루투스를 IEEE 11073 표준의 전송 계층에 적용하기 위해서 블루투스 SIG에서 블루투스 HDP(Health Device Profile)를 재정의 하였다. 지금까지 의료용으로 사용하던 블루투스는 제조사별로 다른 구현방법과 데이터 형식을 사용하였기 때문에 이식성, 확장성, 상호운용성을 보장하지 못하여, 다른 제조사 제품과의 통신이 불가능했다. 블루투스 SIG는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 2008년에 블루투스 HDP를 발표하였다. 그림 3은 블루투스 HDP에서 제정한 블루투스 HDP 소프트웨어 스택을 보여주고 있다. Medical application에는 사용되는 생체신호 측정기기의 사용자 인터페이스, 구동방식 등을 포함하고 있다. IEEE 11073-20601은 에이전트와 매니저의 데이터 패킷의 전송과 파싱의 방식을 정의한 계층이다. Device ID Profile은 의료기기의 특별한 서비스가 존재하는 것을 발견하기 위한 블루투스를 위한 프로파일이다. Health Device profile은 측정된 생체신호의 송수신을 가능하게 하는 프로파일이다. SDP(Service Discovery Protocol)는 이용 가능한 서비스를 찾아 찾아낸다. Multi-Channel Adaptation Layer(MCAP)은 HDP를 통하여 실행되고, 신뢰성 있는

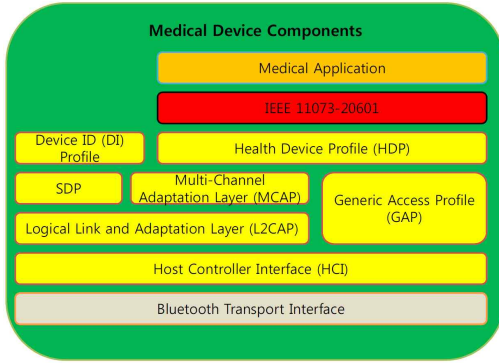


그림 3. 블루투스 HDP 스택
Fig. 3 Stack of Bluetooth HDP

데이터의 전송을 보장한다. Generic Access Profile(GAP)은 모든 블루투스 요구사항을 포함하고 있다. Logical Link and Adaptation Layer(L2CAP)은 멀티프렉싱, 패킷분할, 재전송 등과 같은 데이터의 흐름을 제어한다. Host Controller Interface(HCI)는 블루투스에 대한 모든 구현의 명령어와 이벤트를 나타내고 있다. Bluetooth Transport Interface는 블루투스 통신을 사용하기 위한 인터페이스를 포함하고 있다 [11].

3. TG419

국내에서도 고령화 문제와 IT 산업의 발달로 인하여 유헬스에 대한 관심이 고조되면서, 많은 기업에서 유헬스 제품을 생산하면서, 유헬스 표준화 제정의 중요성을 인식하고 활발한 활동을 진행하고 있다. 국내에서는 한국정보통신기술협회에서 TTA TG419라는 유헬스 프로젝트 그룹을 결성하여 표준 제정을 위하여 노력하고 있다. TG419의 표준화를 위한 주요 활동분야는 유헬스 기기 인터페이스 프로토콜, 유헬스 서비스 모델, 유헬스 응용분야, 고령친화 유헬스 서비스 등이 있다 [12]. TG419는 표준화를 위해서 세 가지로 목표를 나누어 진행하고 있다. 첫 번째는 유헬스 서비스를 제공하기 위해서 필요한 생체 정보를 저장, 전송하기 위한 방법, 형식, 내용에 대한 표준화이다. 세부내용은 생체신호, 영상정보, 운동정보 등이 있다. 두 번째는 측정된 생체정보 및 생활정보를 저장, 전송하기 위한 방법, 형식, 내용에 대한 표준화이다. 세부내용은 생활정보, 식이/복양정보 등이 있다. 세 번째는 유헬스 서비스를 위해 필요한 경고, 위험상황 판단 지원, 유헬스 용어, 게이트웨이 플랫폼, 서비스 가이드라인,

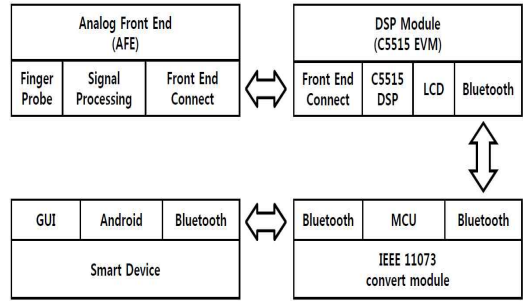


그림 4. 시스템 블록도
Fig. 4 Proposed system block

정보보호, 시험 및 인증에 관한 유헬스 서비스 기술에 대한 표준화이다.

III. 표준 변환 플랫폼 아키텍처

그림 4는 비표준 제품을 위하여 본 논문에서 제안하는 표준 변환을 위한 플랫폼을 나타내고 있다. 이 플랫폼은 Analog Front End(AFE), DSP Module, 표준 변환 모듈, 스마트 디바이스로 구성되어 있다.

AFE는 생체신호를 측정하기 위한 아날로그 센서부와 입력된 생체신호 정보를 처리하기 위한 아날로그 신호처리부와 DSP 모듈과 통신을 하기 위한 통신인터페이스부로 나누어진다. 아날로그 신호처리부는 아날로그 센서에서 감지한 신호가 미세한 전기신호로 입력되기 때문에 신호를 증폭해야한다. 신호를 증폭하게 되면 노이즈도 함께 증폭된다. 아날로그 신호처리부는 이러한 노이즈를 제거하기 위하여 노치필터, 저역통과필터, 고역통과필터 등을 포함하고 있다. 아날로그 신호처리를 거친 생체신호는 아날로그 신호로 출력한다. 출력된 아날로그 신호는 ADC를 통하여 디지털 신호로 변환된다. 변환된 디지털신호는 AFE connect를 통해서 DSP로 신호를 전송한다.

DSP Module은 AFE connect를 통해서 생체신호를 입력받아서 일정한 포맷으로 변환한다. 변환된 생체신호는 LCD를 통해서 PPG 신호를 출력한다. 통신부는 AFE와 통신을 하기 위한 Front End Connect와 표준 변환 모듈과 통신을 하기 위한 블루투스 모듈로 나누어진다. DSP에서는 산소포화도와 맥박을 추출하기 위한 알고리즘이 구현되어 있다.

표준변환 모듈은 DSP와 통신하기 위한 블루투

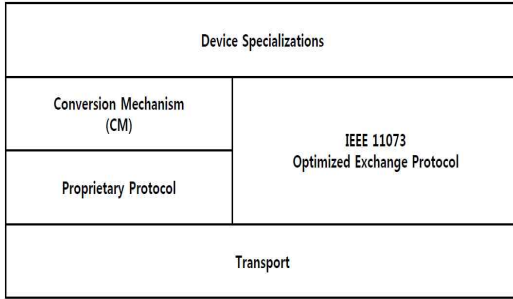


그림 5. 표준 변환 모듈 스택
Fig. 5 Stack of conversion module

스 모듈과 스마트 디바이스와 통신하기 위한 블루투스 모듈을 사용하여 두 개의 블루투스 통신부가 있다. 표준 변환 플랫폼의 핵심인 MCU는 비표준 상태로 입력된 생체신호를 IEEE 11073 표준으로 변환하여 주는 스택으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 비표준 데이터를 단순히 산소포화도, 맥박, PPG 신호만으로 구성된 데이터를 전송하여 이 생체신호들을 분리하여 각각의 오브젝트를 생성하여 표준으로 변환하도록 구성하였다.

스마트 디바이스는 기본적으로 블루투스 통신 모듈이 내장되어 있기 때문에 블루투스 통신을 통하여 표준 변환 모듈로부터 실시간으로 생체신호를 입력받을 수 있다. 스마트 디바이스를 위한 운영체제는 여러 가지가 있지만 개방형 운영체제인 안드로이드를 채택하여 IEEE 11073 표준의 매니저를 위한 스택을 구현하였으며, 미들웨어를 거친 생체신호를 모니터링 할 수 있는 모니터링 애플리케이션도 함께 구현하였다. 본 논문에서는 매니저 부분을 구현하지 않았고, 차후에 연구에서 매니저에 대한 부분을 추가하고 애플리케이션도 개발할 것이다.

그림 5는 제안한 표준 변환 소프트웨어 스택이다. 스택의 구성은 다음과 같다.

- Transport layer: DSP 모듈, 스마트 디바이스와 통신을 위한 블루투스, 지그비, USB 통신 인터페이스가 구현된 계층
- Proprietary layer: 제조사에서 사용한 프로토콜을 해석하여 주는 계층
- Conversion Mechanism layer: IEEE 11073 표준으로 변환해주는 계층
- IEEE 11073 layer: 표준을 준수한 기기와 데이터를 교환하기 위한 계층
- Device Specification layer: 생체신호측정기기를 정의한 계층

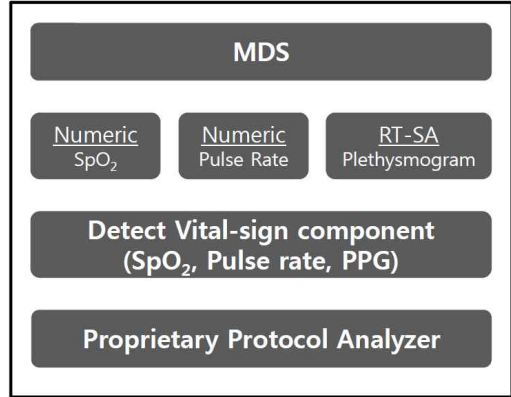


그림 6. 비표준 데이터 처리 스택
Fig. 6 Data processing stack for proprietary protocol

제안한 시스템의 스택을 통하여 표준을 준수한 제품과 호환될 뿐 아니라 표준을 준수하지 않고 제조사 자체의 프로토콜을 사용하는 제품과도 호환이 가능하다.

본 논문에서 가장 중점적으로 제안한 부분은 CM이다. IEEE 11073 표준을 준수하기 위해서는 다양한 속성들이 있지만, 가장 중요한 데이터가 생체신호와 관련된 데이터이다. CM의 동작은 그림 5에서 설명하고 있다. CM은 비표준으로 입력된 생체신호에 대한 데이터 포맷을 분석하여 생체신호에 대한 수치를 추출한다. 예를 들어, 펄스옥시미터에서 가장 중요한 정보는 산소포화도, 맥박, PPG 신호이고, 이 신호들은 환자정보와 함께 하나의 패킷으로 전송된다. Proprietary Protocol은 환자의 정보와 산소포화도, 맥박, PPG 신호를 분리하는 역할을 한다. 분리된 산소포화도와 맥박은 하나의 디지털 데이터로 나타나기 때문에 Numeric 오브젝트로 입력되어 각각의 오브젝트를 생성하고, PPG 신호는 연속적인 데이터로 입력되기 때문에 RT-SA(Real Time Sample Array) 오브젝트를 생성한다. 이렇게 생성된 세 가지 오브젝트는 Metric 오브젝트의 속성으로 종속된다. 또한 생체신호와 분리된 기기정보, 환자정보 등은 개별의 Enumeration Metric 오브젝트를 생성하게 된다. 이러한 과정을 거쳐 생성된 오브젝트는 상위계층의 Device Specialization에 포함되어 IEEE 11073 표준을 준수한 데이터를 출력한다. 본 연구에서는 단순히 산소포화도와 맥박, PPG 신호만을 입력시켜서 구현하였고, 비표준에 대한 포맷을 이미 알고 있다는 전제하에 실험을 수행하였다.

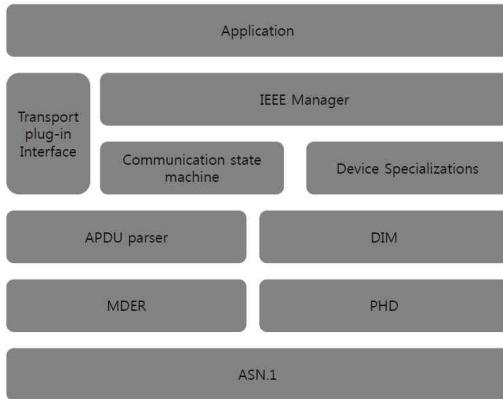


그림 7. 구현한 IEEE 11073 블록도
Fig. 7 IEEE 11073 software block

그림 6은 생체신호를 표준으로 변환 후 표준으로 구현하기 위해서 구현한 IEEE 11073 소프트웨어의 블록도이다. 기본적으로 Abstract Syntax Notation One(ASN.1) 데이터 표기법 표준을 사용하고 있으며, 의료기기를 위한 Medical Device Encoding Rule(MDER) 인코딩/디코딩 규칙을 사용하고 있다. DIM에서는 PHD의 속성들의 관계를 정의하고 있으며, Specializations는 PHD 속성을 포함하고 있으며, DIM을 참조하여 다른 PHD와 호환성을 보장한다. Communication state machine은 전송을 위한 연결 상태에 대해서 다루고 프로토콜 타입아웃과 각 세션에 대한 정보들을 포함하고 있다. IEEE manager는 manager를 구현할 때 생성되는 컴포넌트이고, agent를 구현할 때는 IEEE agent 컴포넌트를 사용하게 된다. Transport plug-in Interface는 어떤 종류의 통신을 할 것인가를 결정하고, Application은 이 모든 컴포넌트를 포함하고 있으며 다른 스택을 포함을 허용할 것인지 아닌지도 판단하게 되어있다. 그림 7은 IEEE 11073 Optimized Exchange Protocol 계층에 대한 소프트웨어 블록도를 나타내고 있다.

IV. 구현 및 결과

1. 시스템 구현 환경

본 논문에서 제안한 시스템은 펄스옥시미터 기반의 유헬스 장치의 표준 변환 플랫폼이다. 생체신호 추출을 위하여 두 개의 다른 파장의 LED를 이용한 Finger Probe Sensor를 사용하였다. 이 센서를 통해서 획득한 신호는 Texas Instrument(TI)의

Pulse Oximeter Analog Front-End(AFE) Module을 이용하여 증폭과 필터링을 하고, ADC를 통하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다. AFE에서 출력한 디지털 신호는 TI의 TMS320C5515 DSP Evaluation Module로 입력되고, PPG 신호를 실시간으로 출력하고, 맥박과 산소포화도는 추출 알고리즘을 사용하여 출력하게 된다. 출력된 신호는 TMS320C5515 상에 장착된 LCD에서 모니터링 가능하며, 블루투스 통신모듈을 통해서 IEEE 11073 표준 변환 모듈과 송신한다. 표준 변환 모듈은 블루투스 통신 모듈과 변환에 사용되는 MCU 모듈로 구분된다. MCU는 ATmega128을 사용하였다. 비표준으로 전송된 신호는 연산을 통하여 표준포맷으로 변환된다. 변환된 신호는 IEEE 11073 표준 포맷으로 스마트 디바이스와 PC에 연결된 블루투스 모듈로 전송된다. 본 연구에서 사용된 하드웨어 사양은 다음과 같다.

- Sensor: Finger Probe Sensor
- AFE: pulse oximeter analog front-end
- DSP module: TMS320C5515
- Convert MCU: ATmega128
- Communication: Bluetooth

2. 시스템 구동 과정

본 논문에서 제안한 시스템의 구동 과정은 Finger Probe Sensor를 검지 손가락에 착용하고, 두 개의 다른 파장의 LED를 발광하고 손가락을 투과하는 빛의 양을 측정하여 아날로그 신호를 출력한다. 이 아날로그 신호는 DB9 컨넥터를 통하여 AFE로 입력된다. 입력된 생체신호는 증폭기와 필터를 통하여 신호를 증폭하고, 노이즈를 제거하게 된다. 아날로그 신호처리가 끝난 생체신호는 ADC를 통하여 디지털 신호로 변환되고, Front End Connector를 통하여 DSP 모듈로 전송된다.

입력된 신호는 DSP에 구현된 맥박과 산소포화도 알고리즘을 통하여 신호처리 되고, DSP 모듈에 장착된 LCD에서 모니터링 할 수 있다. DSP 모듈은 TI에서 제공하는 임베디드 운영체제인 DSP/BIOS 5.x를 탑재하여 멀티태스킹이 가능하도록 하였다. 블루투스 통신을 이용하여 표준 변환 모듈로 생체신호를 전송하게 된다. 그림 8은 본 실험에서 사용한 아날로그 신호처리 모듈과 DSP 모듈에 관한 그림을 나타내고 있다.

표준변환 모듈의 작동은 생체신호의 표준 준수 여부를 판단하여 표준을 준수한 포맷이면 IEEE

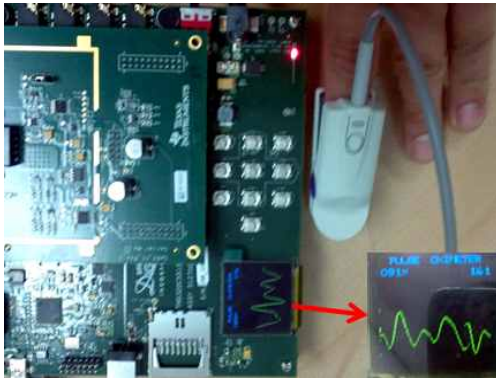


그림 8. 아날로그 신호처리 모듈과 DSP 모듈
Fig. 8 Analog signal processing module and DSP module

11073-20601 Optimized Exchange Protocol 계층으로 실행되고, 비표준 포맷인 경우 표준 변환 알고리즘을 이용하여 IEEE 11073 포맷으로 변환 후 실행된다. 표준 변환 모듈에는 ATmega128에 최적화 된 임베디드 운영체제인 csRTOS를 탑재하여 네트워크를 구축할 수 있도록 하여서 차후에 다양한 생체신호 측정기와 통신이 가능하도록 하였다. 변환된 생체신호는 블루투스를 통해서 스마트 디바이스나 PC로 전송된다. 전송된 생체신호는 모니터링 프로그램을 통해서 맥박, 산소포화도, PPG 신호를 모니터링 할 수 있다. 실험을 위해서 IEEE 11073 변환 모듈에 RS232 모듈을 장착하였다. 그림 9는 펄스옥시미터를 통하여 입력되는 신호를 PC에서 모니터링 할 수 있는 프로그램을 나타내고 있다.

V. 결론

본 연구에서는 유헬스 센서네트워크의 안정성을 보장하기 위하여 의료장치들 간의 상호운용성을 보장할 수 있는 시스템을 제안하였다. 표준을 준수하지 않은 유헬스 제품을 IEEE 11073 표준으로 변환하여주는 모듈을 제시하고 있다. 제안한 모듈은 유헬스 기기 개발자에게 개발시간을 단축시켜주고, 표준 구현에 대한 자유성을 보장하여 준다. 또한 다양한 유헬스 제품에 대한 인식성, 확장성, 상호운용성을 보장할 수 있다. 본 연구에서는 유헬스 표준 플랫폼에 대한 초기 모델을 제시하기 위해서 펄스옥시미터로만 구현하였다. 하지만 심전도나 다른 생체신호 측정기에 대하여 확장함으로써 개방형 유헬스 표준 플랫폼을 완성할 수 있다. 차후에는 다양한 유



그림 9. 모니터링 화면
Fig. 9 Monitoring screen

헬스 표준 플랫폼의 구현을 위해서 스마트 디바이스와 연동시켜서 에이전트와 매니저 간의 데이터 송수신에 대한 연구를 위해서 안드로이드에 적합한 스택 개발이 필요하다. 또한 스마트 디바이스와 병원 의료 시스템 간의 의료 정보 교환을 위해서 HL7에 대한 연구도 필요할 것이다. 제안한 시스템은 펄스옥시미터에 대한 표준 플랫폼을 제시하였지만, 다양한 생체신호측정 기기에 대한 연구도 필요하다. 이러한 유헬스 표준을 근거로 CPS에서 상호운용성에 대한 표준을 제정할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] D.K. Park, J.H. Kim, J.K. Kim, E.Y. Jung, "U-health Service Model for Managing Health of Chronic Patients in Multi-platform," 한국콘텐츠학회논문지, Vol. 11, No. 8, pp.21-32, 2011.
- [2] 김향찬, 이병기, 김일곤, 박연식, "유헬스 시스템의 상호운용성 확보를 위한 국제표준," 정보과학회지, Vol. 29, No. 1, pp.24-30, 2011.
- [3] J.S. Park, S.B. Eun, H.J. Yoon, "Sensor Device Plug & Play for Ubiquitous Computing," Journal of IEMEK, Vol. 7, No. 3, pp.151-156, 2012.
- [4] C.Y. Park, J.H. Lim, S.J. Park, S.H. Kim, "Technical Trend of U-Healthcare Standardization," 전자통신동향분석, Vol. 25, No. 4, pp.48-59, 2010.
- [5] J. Hatcliff, A. King, I. Lee, A. Fernandez, A. McDonald, E. Vasserman, "Rationale and Architecture Principles for Medical Application Platforms," Proceedings on ICCPS'12, pp.2-12, 2012.
- [6] T. Li, F. Tan, Q. Wang, L. Bu, J.N. Cao, X. Liu, "From Offline toward Real-Time: A Hybrid Systems Model Checking and CPS Co-design Approach for Medical Device Plug-and-Play (MDPhP)," ICCPS'12, pp.13-22, 2012.
- [7] "The 11073 Standard Committee, "IEEE 11073-10404 Personal Health Device Communication-Pulse Oximeter," IEEE, 2008.
- [8] 김승환, "유헬스 서비스를 위한 개인건강기기 표준화 동향," 정보과학회지, Vol. 29, No. 1, pp.31-37, 2011.
- [9] The 11073 Standard Committee, "IEEE 11073-20601 Personal Health Device Communication-Optimized Exchange Protocol," IEEE, 2008.
- [10] www.bluetooth.org.
- [11] "Health Device Profile Specification v1.0," Bluetooth SIG, 2008.
- [12] 장명국, "TTA의 표준화 활동 및 계획," 한국통신학회지, Vol. 12, No. 3, pp.6-12, 1995.

저 자 소 개

정 민 우



2006년 계명대 물리학과 학사.

2010년 계명대 물리학과 석사.

현재, 경북대 전자전기컴퓨터학부 박사과정

관심분야: 임베디드 소프트웨어, 유헬스.

Email: jungminwoo80@gmail.com

조 정 훈



1996년 KAIST 전기및 전자공학과 학사.

1998년 KAIST 전기및 전자공학과 석사.

2003년 KAIST 전자전산학과 박사.

현재, 경북대학교 전자공학부 부교수

관심분야: 소프트웨어 강건설계, 임베디드 소프트웨어 플랫폼, 소프트웨어 최적화

Email: jcho@ee.knu.ac.kr