

HL7과 IEEE 1451 기반 센서 네트워크와의 연동에 관한 연구

김우식¹, 임수영¹, 안진수¹, 나지영², 김남현²

¹세종대학교 정보통신공학과, ²연세대학교 의과대학 의공학과

A Study on the Interoperability between the HL7 and the IEEE 1451 based Sensor Network

Wooshik Kim¹, Su Young Lim¹, Jin SooAhn¹, Ji Young Nah², Nam Hyun Kim²

¹Department of information and Communication Engineering, Sejong University

²Department of Biomedical Engineering., College of Medicine, Yonsei University

(Received September 29, 2008. Accepted December 1, 2008)

Abstract

Abstract: HL7 (Health Level 7) is a standard for exchanging medical and healthcare data among different medical information systems. As the ubiquitous era is coming, in addition to text and imaging information, a new type of data, i.e., streaming sensor data appear. Since the HL7 is not covering the interfaces among the devices that produces sensor data, it is expected that sooner or later the HL7 needs to include the biomedical sensors and sensor networks. The IEEE 1451 is a family of standards that deals with the sensors, transducers including sensors and actuators, and various wired or wireless sensor networks. In this paper, we consider the possibility of interoperability between the IEEE 1451 and HL7. After we propose a format of messages in HL7 to include the IEEE 1451 TEDS, we present some preliminary results that show the possibility of integrating the two standards.

Key words : HL7, IEEE 1451, transducer, sensor

1. 서론

HL7은 의료 부분의 정보 전송을 위한 표준으로, 지금은 거의 모든 병원에서 사용되고 있으며, 점차 국제적인 표준으로 되어가고 있다. 이 HL7은 여러 가지의 의료 데이터 중에서 주로 문자 정보를 전송하는데 사용된다 [1, 2]. 최근에, 유비쿼터스 시대가 도래하면서 새로운 형태의 데이터, 즉 센서에서 끊임없이 측정되어서 전송되는 streaming 데이터가 발생되고 있다. 특히 무선 통신이 활성화되고, 센서 모듈, PDA를 비롯한 전자 기기가 점점 고성능 소형화되어감에 따라 환자의 삶의 질을 높인다는 의미에서 환자의 센서 사용은 점차로 보편화되어 갈 것으로 예측된다. 그래서 필연적으로 HL7은 센서와의 연동과 센서로부터 발생하는 데이터를 처리할 수 있어야 할 것으로 생각된다.

기계공학과 전기 공학의 분야에서는 오래전부터 기기의 전기적 또는 기계적인 상태를 알아내는데 센서는 중요한 역할을 해왔다. 이 분야에서 유선 트랜스듀서의 모든 것을 다루는 IEEE 1451 표

준이 있어왔다. 이 표준에서는 센서와 액츄에이터의 정의 및 분류부터 센서 데이터의 형태, 여러 트랜스듀서와 PC간의 데이터를 전송하기 위한 통신 프로토콜 등을 다룬다 [3]. 최근에는 센서의 종류가 증가하고, 특히 무선 센서가 보급됨에 따라 무선 센서에 대한 표준을 완성했으며 [4-8], 그 외에도 버스 형태의 트랜스듀서, 아날로그-디지털 혼합 센서에 대한 표준 등 모든 종류의 센서를 위한 표준으로 확장해나가고 있다. 이런 추세로 볼 때, IEEE 1451은 모든 센서의 표준으로 확립될 가능성이 매우 높은 것으로 보인다.

이 논문에서는 IEEE 1451로 구현된 무선 센서로부터 발생하는 의료 데이터를 HL7 기반의 의료 정보 시스템 간에 연동을 하기 위한 기초 연구로, 센서 표준인 IEEE 1451이 HL7과 연동이 될 수 있는 지에 대한 가능성을 타진하며, 이를 위하여 HL7 메시지의 수정된 형태를 제안하며, 이를 바탕으로 최소 사양으로 구현한 결과를 보인다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 IEEE 1451과 HL7에 관하여 간략히 알아보고, 3절에서는 IEEE 1451과 HL7과의 연동을 위한 메시지의 형태에 대하여 알아본다. 4절에서는 구현에 대하여 알아보고 구현 결과를 제시한다.

Corresponding Author : 김우식

서울시 광진구 군자동 98 세종대학교 정보통신공학과

Tel : +82-2-3408-3199 / Fax : +82-2-3408-3199

E-mail : wskim@sejong.ac.kr

본 연구는 보건복지가족부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (과제고유번호 : A040032)

II. IEEE 1451, HL7 및 IEEE 11073

A. IEEE 1451

스마트 트랜스듀서란 다음의 3가지의 특징을 갖는 트랜스듀서를 말한다. 첫째로 트랜스듀서에 관한 정보가 기계가 읽을 수 있는 TEDS (Transducer Electronic Data Sheets)에 정의되어 있으며, 트랜스듀서와 관련된 제어 명령과 데이터가 디지털이어야 하며, 트랜스듀서의 적절히 동작하게 하기 위하여 트리거와 상태 및 제어기가 제공되어야 한다 [4]. IEEE 1451은 센서와 액추에이터를 포함하는 스마트 트랜스듀서를 다루는 표준들을 모아놓은 것으로, 트랜스듀서 인터페이스 모듈 (TIM: Transducer interface module)에 의하여 수행되어야 하는 기능들을 정의하고 이 모듈이 구현되는 모든 장치의 공통적인 특성을 정의한다. 또한 트랜스듀서와 트랜스듀서의 통신 채널에 대하여 정의하는 (TEDS) Transducer Electronic Data Sheets에 대하여 정의한다. 시스템에서 사용되는 데이터를 읽고 쓰는 것과 같은 TIM의 셋업과 제어에 관한 명령을 정의한다. 또한 TIM과 응용간에 통신을 가능하게 하기 위한 응용 프로그램 인터페이스 (API: Application programming interfaces)도 정의한다. [4]

IEEE 1451을 사용함으로써 얻어지는 장점은 많이 있다. IEEE 1451을 구현하는 사람들이 얻는 장점으로는 하드웨어나 소프트웨어나 자기 도큐먼트가 가능하고, 시스템을 유지하는데 쉬우며, 트랜스듀서를 교체하는 데에도 신속히 할 수 있으며, 센서 제작자에게는 TEDS 만을 교체하여 많은 상품을 개발할 수 있다. 표준화된 물리적인 인터페이스를 갖고, 캘리브레이션 과정 또한 표준화될 수 있다. 사용자의 입장에서는 Plug & Play 기능이 있으므로,

센서들은 그냥 연결만 하면 시스템에서 센서의 등록 및 초기화 등, 모든 준비 작업을 하게되어 사용하기가 편리해진다. 응용 소프트웨어 개발자에게는 데이터와 제어를 할 수 있는 표준화된 트랜스듀서 모델을 제공하고, 광범한 범위의 측정에 액세스하는데 같은 모델을 사용할 수 있으며, 동기, 예외 처리, 동시 샘플링을 할 수 있고, 여러 개의 언어를 지원한다. 이 중 IEEE 1451 표준의 가장 큰 장점은 plug-and-ply 기능이다. 즉 센서가 더해지거나 제거되는 경우 전체의 re-configuration을 위하여 시스템을 shut-down 할 필요 없이 자동적으로 configuration을 하게 되어 동작하게 된다 [3].

IEEE 1451에서 정의하고 있는 스마트 트랜스듀서의 구조와 통신을 위한 구조는 그림 1과 같다 [9]. 그림에서 왼쪽 부분이 스마트 트랜스듀서 부분으로, 센서 모듈에는 센서와 간단한 신호처리 부분과 A/D 변환기가 있으며, 측정된 데이터는 디지털로 NCAP (Network Communication Application Processor)로 전송이 된다. 이 NCAP에서 다시 다른 공중망을 통하여 전송을 하게 된다.

IEEE 1451의 표준은 센서의 종류에 따라 다음과 같으며, 그림 2에 나타내었다 [10]. 각각의 표준에 대한 간략한 설명은 다음과 같다 [3].

- IEEE 1451.0: IEEE 1451 스마트 트랜스듀서 표준에 관한 모든 표준에 대하여 공통적인 동작과 TEDS에 관하여 정의한다.
- IEEE 1451.1: 스마트 트랜스듀서 시스템의 공통적인 객체와 프로그래밍을 위한 패러다임을 정의한다.
- IEEE 1451.2: 점대점 구성에서 트랜스듀서와 NCAP간의 인터페이스와 TEDS를 정의한다.
- IEEE 1451.3: HPNA 통신 프로토콜을 이용하여 버스형 트랜스듀서를 위한 트랜스듀서와 NCAP간의 인터페이스와

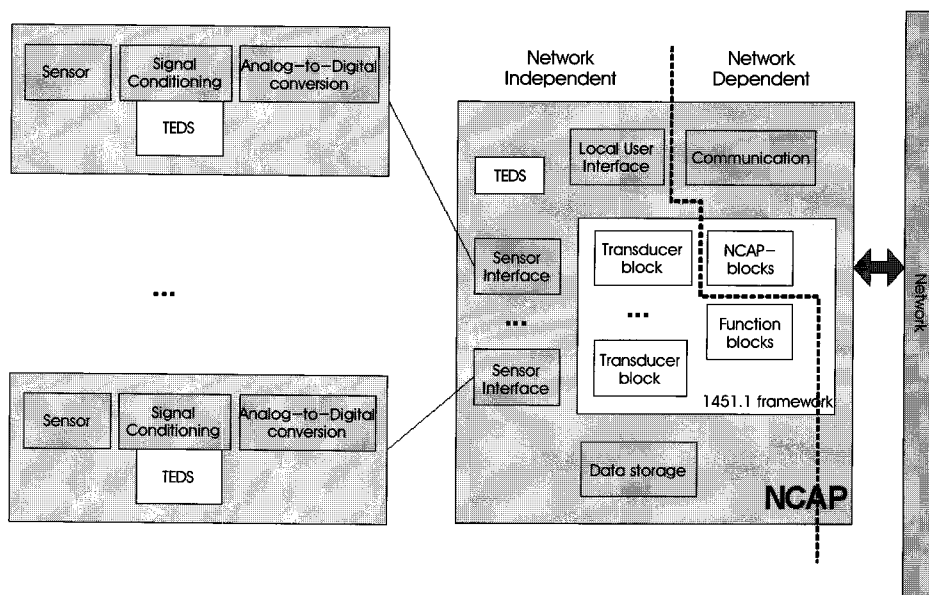


그림 1. IEEE 1451 스마트 센서 모듈 및 NCAP의 구조

Fig. 1. The block Diagram of the IEEE 1451 based sensor modules and the NCAP

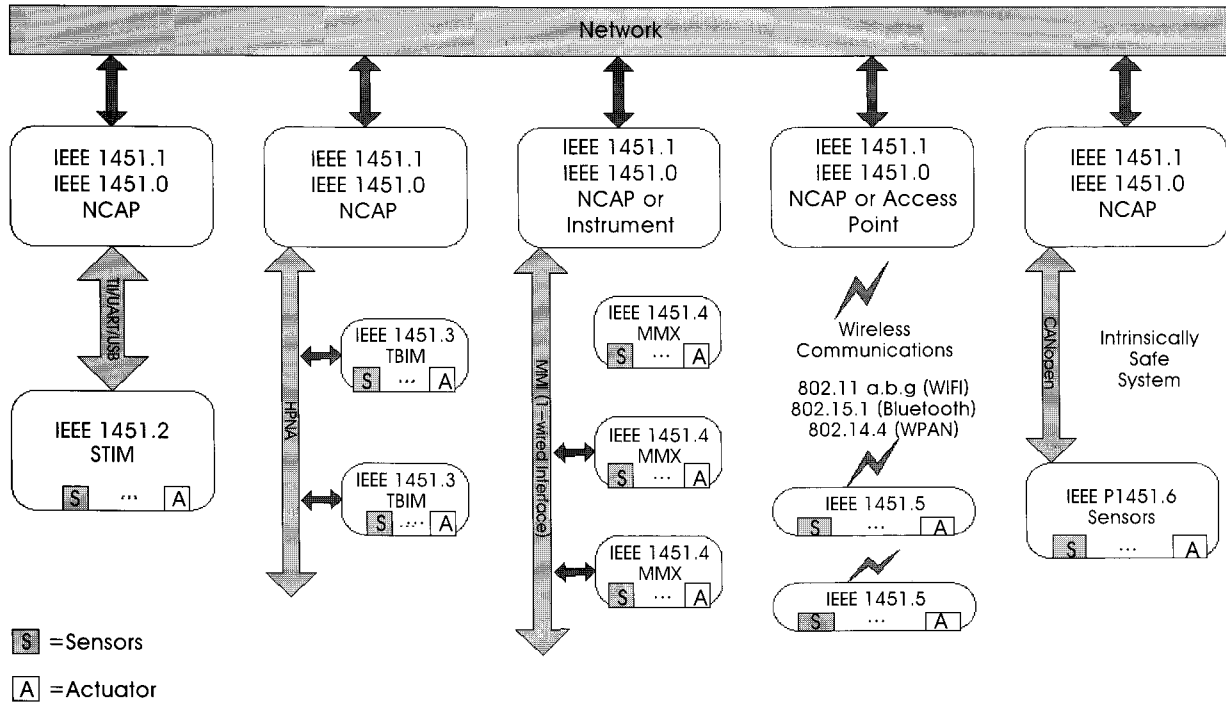


그림 2. IEEE 1451 표준의 구성
 Fig. 2. The structure of the family of the IEEE 1451 standards

TEDS를 정의한다.

- IEEE 1451.4: 아날로그와 디지털 혼합 모드를 가진 아날로그 트랜스듀서에 대한 인터페이스를 정의한다.
- IEEE 1451.5: 무선 트랜스듀서에 대한 트랜스듀서와 NCAP 간의 인터페이스와 TEDS를 정의한다. IEEE 1451.5에서 제공하는 무선 표준은 무선랜 (802.11, WiFi), 블루투스 (802.15.1), Zigbee (802.15.4)의 3가지이다.
- IEEE P1451.6: 고속의 CAN (car area network)의 망 인터페이스를 사용하는 트랜스듀서와 NCAP 간의 인터페이스와 TEDS를 정의한다.

B. HL7

병원, 의료 장비, 의사 등과 의학적인 객체는 환자 정보, 의료 영상 및 ECG와 같은 여러 의료 데이터를 기기에서 의료진들의 컴퓨터나 기기, PDA 뿐만 아니라 병원에서 병원간, 환자에게서 병원간 등, 여러 경로를 통하여 전송할 필요가 있다. 이런 의료 데이터들은 그 형식이나 인터페이스 방법이 다를 수 있으므로, 이들 간에 문제없이 통신을 하려면 표준화된 형식과 방법이 필요하다. 처음에 각각 다른 판매자들로부터 공급되는 컴퓨터 응용 프로그램들 사이의 상호 접속 구현을 단순화하고자 하는 공동의 목표로 시작한 HL7 (Health Level 7)은 현재는 컴퓨터 응용들 간의 의료 데이터를 교환하기 위한 ANSI 표준으로, 의학 분야에서 널리 이용되고 있는 표준중의 하나가 되었다. HL7의 목표는 서로 다른 의료

정보 시스템 간에 쉽고 효율적으로 통신하기 위하여 개방형 구조의 데이터 형태를 갖는 국제 표준을 개발하는 것으로 [1, 11], 1987년 이래로 많은 모임과 연구 토론으로 현재는 v3까지 개발이 완료되었다.

HL7의 의료와 관련된 정보를 송수신하는 여러 시스템들 사이의 인터페이스를 다루고 있으며, 이런 정보에는 환자 입원/퇴원 또는 이송 (ADT) 자료, 질의, 자원 및 환자 스케줄링, 처방, 결과, 임상 관찰, 청구, 마스터 파일 갱신 정보, 진료 기록, 스케줄링, 환자 위탁 및 환자 간호 등이다. HL7 V.2.5의 목적은 일차적으로 보건의료 환경에서의 통신을 촉진시키는 것으로, 보건의료용 컴퓨터 응용프로그램들 사이의 자료 교환을 위한 표준을 제공하거나 또는 필요한 맞춤형 인터페이스 프로그래밍 및 프로그램정비를 제거하거나 크게 감소시키는 것이다 [11]. 이를 위하여 HL7은 계속하여 진화되어 오고 있지만 아직까지 표준에서 의료 센서에 대한 언급은 크게 없으며, 이 부분은 조만간 의료 센서의 부분이 HL7에 포함이 되거나 아니면 기존의 센서 표준과 연동을 하게 될 것으로 예측된다.

C. IEEE 11073

ISO/IEEE 11073 표준은 의료 기기와 외부 컴퓨터 시스템간의 통신을 하기 위한 표준으로 특히 Point-of-care (POC)에서 사용하기 위한 여러 가지 장치의 통신 (Medical device communication)을 위한 표준이다. 이 표준의 주목적은 환자와 연결된 의료 장치들

에 대한 실시간의 plug-and-play 연동성을 제공하고, 모든 healthcare 환경에서 얻어지는 생체 신호와 의료기기 데이터를 원활한 교환을 가능하도록 해주는 것이다. 이 표준은 환자의 생체 신호 정보와 장치의 운용 데이터들을 자동적이고 자세하게 제공하도록 해준다.

이 표준은 의료 환경에서 특히 bedside와 같은 Point-of-care에서의 데이터 전송을 전제로 개발이 되어 있고, 이 상황에서 사용하게 되는 장치 위주로 장치에 specific한 절차, 데이터 형태 등을 정의하게 된다. IEEE 1073에서 일부 표준화 되어 있는 것을 IEEE 11073라는 이름으로 새로 표준을 제정하고 있지만, 아직 기본적인 framework 및 표준간의 관계 등은 IEEE 1073에서 제정된 것을 준용하는 등, 아직 진행이 되고 있다. 이 표준은 현재 몇 개의 표준으로 구성되어 있으며, Domain Information Model (DIM) [12], nomenclature [13], device specialization, device behavior, 통신 transport, 통신 프로토콜 [14] 등으로 구성되어 있다.

이 IEEE 11073은 HL7과 같은 의료 분야의 다른 표준과 연동되는 것을 전제로 하고 있고, 진행되고 있다. IEEE 11073은 IEEE 1451과 같은 센서 표준과의 연동은 언급하고 있지 않지만, 다루고 있는 분야가 ISO의 layer 분류에서 주로 layer 7의 application layer를 정의하고 있으며, 1-6 layer에 관하여는 다루고 있으며, 특히 하드웨어나 센서에 대한 요구사항에 대해서는 다루어지지 않는 것으로 보인다. 따라서 IEEE 1451은 IEEE 11073과 경쟁 관계라기보다는 협력 관계로 인식해야 할 것으로 생각되며, HL7과 IEEE 11073의 'missing part'를 채워줄 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 IEEE 11073 및 IEEE 1073에서는 POC에서의 장비를 전제로 하고 있어, u-healthcare나 e-healthcare와 같이 POC가 아닌 일상생활에서 센서를 필요로 하는 경우는 아직까지 논의가 되고 있지 않는 것으로 보이며, IEEE 1451에서는 센서 데이터 및 관련

정보의 통신 규약 등 센서에 관한 모든 것들을 규정하고 있고, 또한 IEEE 11073에서도 통신에 관련된 규약을 하고 있어, 서로 상충이 될 수 있는 여지가 있고, 또한 일반적인 센서에 대하여 규정하고 있는 IEEE 1451과는 달리 IEEE 11073은 장치마다 표준을 제정하고 있으므로, 이 두 표준 간을 직접 연동시키는 문제는 충분한 시간을 갖고 검토를 해야 할 것으로 생각된다.

III. IEEE 1451과 HL7과의 연동을 위한 모델

A. 개요

우리가 고려하고 있는 전체 시스템은 그림 3에 보였다 [15]. 이 그림에서 볼 수 있듯이, 환자는 보통사람과 같이 정상적인 생활을 하고 있다고 가정하고, 이를 위하여 여러 가지 센서를 착용하고 있다고 가정한다. 이 센서들은 체온이나 ECG와 같은 생체 정보를 끊임없이 측정하고 있으며, 이를 블루투스, Zigbee, 무선 랜과 같은 무선 또는 유선으로 환자가 착용하고 있는 PDA로 전송이 된다. 이렇게 모아진 데이터는 PDA에서 압축을 하거나 아니면 raw data 자체로 무선랜, 유선 랜 또는 무선 공중망을 통하여 병원이나 응급실과 같은 원격지로 데이터를 보내지거나, 또는 적절한 신호처리를 하여 특징 (feature)을 뽑아내고, 환자의 상태에 대한 판단을 내려 원격지로 보낼 수도 있다. 또한 환자가 가정이나 직장에 있는 경우, 센서로부터 측정된 생체 데이터는 PDA를 거쳐 무선 LAN을 통하여 서버나 게이트웨이와 같은 컴퓨터로 전송이 되며, 이 컴퓨터에서 일련의 프로세싱을 거친 후에 유선 LAN과 같은 공중망을 통하여 병원이나 응급실과 같은 원격지로 전송을 할 수도 있다. 병원이나 응급실과 같은 원격지에서는 이 데이터를 항상 모니터링하고 있다가 긴급 상황이 발생하거나 주의를 요하게 되면 의사나 또는 구급차에 연락을 하게 된다.

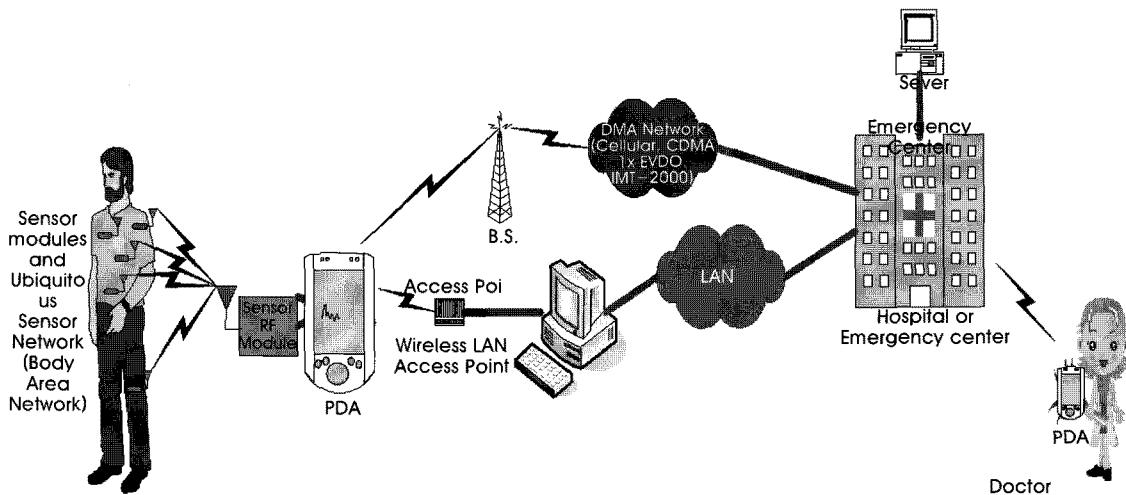


그림 3. 전체 시스템 개요
Fig. 3. Overall scenario

현재 많은 병원과 그 병원의 의사들은 환자의 정보나 데이터들을 HL7과 같은 표준화된 방법을 통하여 처리 된다. 이렇듯 의료 분야의 표준은 비교적 많이 진행이 되어 있다. 반면, 센서와 센서 네트워크, 특히 mobile 센서와 센서 네트워크는 아직 표준화가 완벽히 되어 있지는 않으며, 현재에도 연구가 활발히 진행이 되고 있다. 현재, 이 센서 분야에서 가장 체계적인 표준은 IEEE 1451이며, 유선 센서 네트워크의 표준에 이어 무선 분야의 표준도 IEEE 802.11x 기반의 무선 LAN, IEEE 802.15.4 기반의 Zigbee, IEEE 802.15.1 기반의 블루투스의 3가지 방식으로 일차 완성이 되어있다. 이 논문에서 모든 센서 및 센서 네트워크는 IEEE 1451을 따른다고 가정하며, 이 데이터가 중간에 적절한 변환 과정을 거쳐 최종적으로 원격 센터의 단말기나 의사의 PDA와 같은 단말기에 HL7의 형식으로 전송되는 것으로 가정한다.

B. IEEE 1451과 HL7 간의 메시지 전송을 위한 모델링

IEEE 1451의 트랜스듀서와 TEDS에서 사용하는 데이터 구조는 HL7에서 사용하는 구조와 다르기 때문에, 이 두 시스템간에는 정합이 필요하게 되며, 아울러 HL7과 IEEE1451의 데이터 구조도 재 정의를 할 필요가 있다. 여기에서는 HL7 메시지 프로토콜에 TEDS의 데이터를 포함할 수 있도록 새로운 메시지 프로토콜을 제안한다.

그림 4는 그림 3에서 의료 데이터의 전송에 관련된 부분만을 발췌한 것이다. 먼저 환자가 착용하고 있는 센서로부터 환자의 각종 데이터가 입력이 된다. 여기에서 사용되는 센서는 IEEE 1451 표준 규격에 맞는 스마트 트랜스듀서로 구성이 되어 있으며, 특히 무선 센서의 경우 IEEE 1451.5의 표준에 맞게 구현이 되어 있다고

가정한다. 이렇게 모아진 데이터는 PDA에 모아지고, PDA에서 직접 또는 다른 컴퓨터 (여기서는 NCAP)를 통하여 망으로 연결되어 궁극적으로 병원으로 연결이 된다. 이 PDA 또는 컴퓨터에는 환자가 착용을 하고 있는 스마트 트랜스듀서의 정보를 갖는 TEDS를 갖고 있게 되며, 센서 데이터가 전송이 될 때 같이 전송이 된다. 또한 이 컴퓨터에는 센서 데이터와 같은 IEEE 1451 형식의 정보를 HL7 형식에 맞도록 변환을 하는 transcoder를 갖고 있게 된다.

C. IEEE 1451 TEDS

IEEE 1451 표준에서 가장 중요한 부분중의 하나가 TEDS이다. TEDS는 plug-and-play 기능을 구현하기 위하여 중요한 센서 정보들을 포함하는 정보 구조이다. IEEE 1451 TEDS 정보는 센서의 configuration을 간단히 할 수 있다는 장점이 있다. TEDS는 보통 센서나 액추에이터의 EEPROM에 저장되어 있으며, 간단한 직렬 연결로 액세스 할 수 있다.

IEEE 1451은 TEDS를 여러 가지 형태의 센서와 그의 요구사항에 맞도록, 컴팩트하면서도 확장성이 좋도록 정의하였다. TEDS는 2개의 영역: 기본 TEDS와 표준 템플릿 TEDS로 나뉜다. TEDS에 저장되는 정보는 몇 개의 주요한 섹션으로 나뉘어진다. 기본 TEDS는 manufacturer ID, model number, version number와 센서의 일련번호로 구성된다. 표준 템플릿 TEDS는 형태 (type), sensitivity, measurement range 및 bandwidth와 같은 센서와 액추에이터의 주요한 특징을 포함한다. 표준 템플릿 TEDS는 센서의 일반적인 분류에 따라 25번부터 42번까지의 템플릿 ID를 가지며, 각 특정한 센서의 필요한 특성들을 포함한다. 이 가운데 의료용으로 사용되는 센서들은 대부분 전압형태가 주를

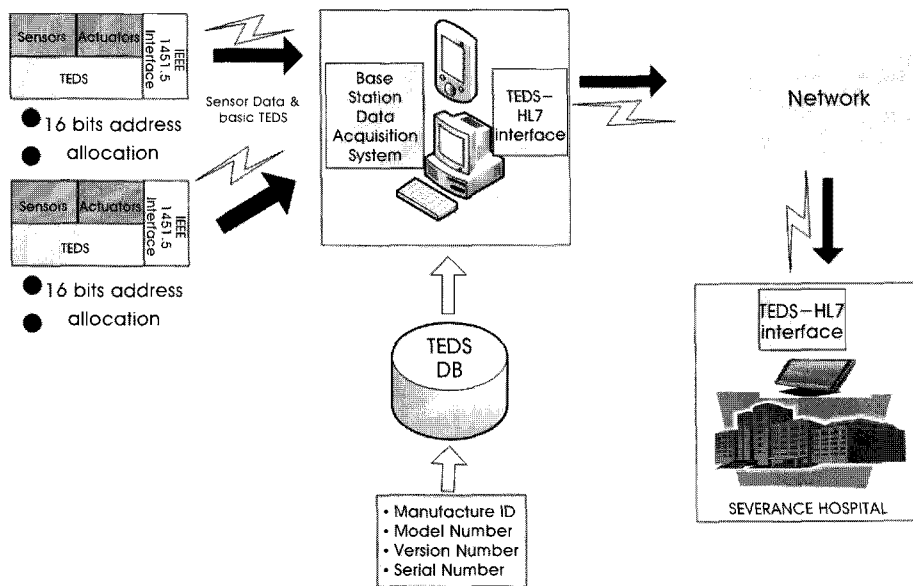


그림 4. IEEE 1451과 HL7과의 인터페이스
Fig. 4. The interface between the IEEE 1451 and the HL7

TEDS STRUCTURE	Example) Biosensor information	
Basic TEDS Item of Template 39	Manufacturer ID	1
	Model Number	2
	Version Number	1.1
	Serial Number	1123
	Template ID	39
	Sensitivity	0.01
	Sens@Ref	°C
	Reference Temp	-40
	MinPhysVal	-40
	MaxPhyVal	123.8
	MinElecVal	0
	MaxElecVal	16384
	MapMeth	1

그림 5. IEEE 1451 TEDS와 템플릿 39의 구조
Fig. 5. Structure of the template #39 in IEEE 1451 TEDS

이루므로, 이 연구에서는 템플릿 39를 사용하기로 한다. 다른 형태의 트랜스듀서에는 다른 템플릿을 사용할 수 있다. 그림 5는 IEEE 1451 TEDS와 템플릿 39를 나타낸다.

D. IEEE 1451 센서로부터의 데이터 처리를 위한 HL7 메시지 형식의 제안

HL7에서는 새로운 메시지가 도입될 수 있으며, 세그먼트 그룹도 새로이 정의할 수 있다. 또한 새로운 필드도 추가될 수 있으며 새로운 데이터 형태도 도입될 수 있다 [11]. ECG, EEG와 같은 센서 데이터들은 파형데이터의 형태로 나타낼 수 있으며, HL7은 파형 데이터를 지원한다. WAV category OBX 결과 세그먼트는 실제의 파형 데이터 (AD 변환기로부터 발생된 디지털 데이터 또는 다른 소스로부터의 디지털 데이터) 를 전송하기 위하여 사용된다. 이 연구에서는 IEEE 1451과 HL7과의 연동을 위하여 트리거 이벤트로는 W01를 사용하고, 메시지 타입으로는 ORU를 사용하기로 한다. ORU는 자동 갱신 관찰 메시지의 연동 (Unsolicited

SEQ	LEN	DT	OPT	RP/#	TBL/#	ITEM#	ELEMENT NAME
1	4	SI	O			569	OBX Set ID-OBX
2	2	ID	R		125	570	Value Type
3	250	CE	R			571	Observation Identifier
4	20	ST	R			572	Observation Sub-ID
5	65536	NA or MA	C			573	Observation Value
6	250	CE	X			574	Units
7	60	ST	X			575	References Range
8	5	ID	O	Y	78	576	Abnormal Flage
9	5	NM	X			577	Probability
10	2	ID	X	Y	80	578	Nature of Abnormal Test
11	1	ID	R		85	579	Observation Result Status
12	26	TS	X			580	Effective Date of Reference Range Values
13	20	ST	X			581	User Defined Access Checks
14	26	TS	X			582	Date/Time of the Observation
15	250	CE	X			583	Producer's ID
16	250	XCN	O	Y		584	Responsible Observer
17	250	CE	X	Y		936	Observation Method
18	22	EI	O	Y		1479	Equipment Instance Identifier
19	26	TS	O			1480	Date/Time of the Analysis
20	2	NM	R				Manufacture ID
21	50	ST	R				Model number(sensor type)
22	2	NM	R				Version number
23	2	NM	R				Serial number
24	1	NM	R				Template ID
25	120	NM	R				Sensitivity
26	250	ST	O				Sens-Ref. (Unit)
27	20	NM	O				Ref. Temp
28	50	NM	R				Minimum Physical Value
29	30	NM	R				Maximum Physical Value
30	60	NM	R				Minimum Electrical Value
31	80	NM	R				Maximum Electrical Value
32	250	NM	C				mapping Method

그림 6. IEEE 1451과 HL7과의 연동을 위하여 제안된 속성표 - OBX
Fig. 6. The proposed attribute table-OBX for the interface between the IEEE 1451 and the HL7

transmission of an observation message)이다. W01는 파형의 결과 또는 요청된 정보의 자동 전송을 위한 트리거 이벤트이다. 파형 응답 자동 트리거 이벤트는 지시된 테스트 또는 일련의 조사들의 결과인 파형 데이터를 전송하는데 사용되는 ORU 메시지를 확인한다. W01 트리거 이벤트는 레코드 지향 형식의 파형 결과/조사에 대한 지연된 질의 모드를 나타내는 QRY 메시지에 대한 최종의 응답으로 전송된 ORU 메시지를 확인하는 데에도 사용된다. W01 트리거 이벤트를 수반한 하나 또는 그 이상의 ORU 메시지들은 이 타입의 QRY 메시지에 기인한다.

데이터 전송을 위하여 여기에서는 환자의 센서 데이터와 관련된 13개의 IEEE 1451 TEDS 데이터를 HL7 ver 2.5의 기존의 HL7 속성표 OBX에서 정의된 19개의 필드에 더한다. 즉, 기본 TEDS의 4개의 카테고리 (즉, manufacturer's ID, model number, version number, and serial number)와 템플릿 39의 9개의 카테고리 (eg. Template ID, Sensitivity, Sens-Ref, Minimum Physical Value, Maximum Electrical Value, Minimum Electrical Value, Maximum Electrical Value, Mapping method)를 OBX field에 더한다. 그림 6에는 IEEE 1451과 HL7과의 연동을 위하여 제안된 속성표-OBX를 나타내었다. 표준 메시지가 생성되고, 제안된 TEDS-HL7 메시지 프로토콜에 맞추어 인코드되어 병렬로 전송된다.

IV. Implementation

A. 하드웨어 플랫폼

무선 센서 네트워크에서 사용되는 하드웨어 플랫폼에는 환자가 착용하는 센서 모듈과 센서 모듈에서 발생된 데이터를 저장하고 전송하기 위한 PDA 및 이 데이터를 전송받아 원격지로 전송하기 위한 컴퓨터로 구성된다. 이 컴퓨터는 병원과 같은 원격지에 데이터를 전송하기 위하여 랜과 같은 공중망으로 연결이 되어 있으며,

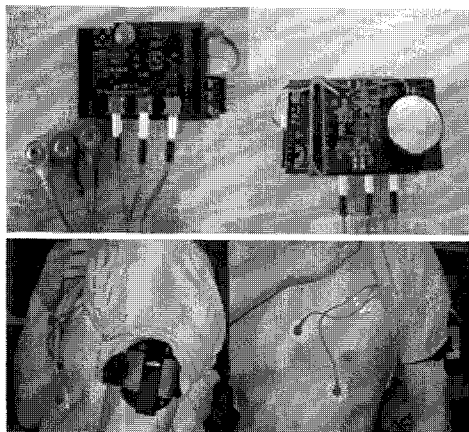


그림 7. 환자의 몸에 착용한 ECG 센서와 팔에 착용한 암밴드
Fig. 7. Hardware platform and an armband attached on a patient's arm

또한 여기에서 HL7의 형식에 맞도록 변환을 하게 된다.

환자의 ECG를 재기 위한 ECG 센서, 피부의 체온을 측정하기 위한 온도 센서, 습도 센서 등 여러 종류의 센서가 연결이 된다. 이외에도 Zigbee (IEEE 802.15.4)를 지원하기 위한 CC2420 chip과 마이크로 콘트롤러인 ATmega128L Chip도 포함한다. 그림 7에 센서 모듈과 착용한 상태를 보였다. 환자의 이동성을 최대한 보장을 하기 위하여 암밴드 형태로 제작을 하였다. 또한 온도 센서는 정확한 체온의 측정을 위하여 환자의 몸에 접촉이 되도록 하였다. PDA의 사양은 Compaq iPAC 5450을 사용하였으며, 무선 랜 모듈이 내장되어 있으며, OS로 PocketPC 2002를 사용한다. 그림 8에 사용된 PDA를 보였다.

B. 소프트웨어

무선 센서 노드들을 제어하기 위하여 TinyOS를 사용하였으며, 이 TinyOS는 무선 embedded 센서 네트워크를 위하여 개발된 개방형 OS이며, 무선 센서 네트워크에서와 같이 메모리의 여유가 없어 코드의 크기를 줄일 필요가 있을 때 주로 사용된다.

PDA에 구현되는 프로그램은 embedded Visual C++3.0과 Platform Builder를 사용하여 개발하였다. 또한 서버와 관련된 프로그램의 개발에는 Visual C++6.0을 사용하였다. 신호의 강도를 감시하는 프로그램은 NDIS (Network Driver Interface Specification)와 SDK (Software Development Kit)를 이용하여 개발하였다. 전송되는 데이터는 ECG 센서로부터 생성된 것으로 PDA를 거쳐서 또는 PC의 직렬 포트를 통하여 전송이 된다. 이 직렬포트의 전송 속도는 500byte/sec이다. 이 데이터들은 PDA와 PC 모니터에 표시가 되도록 하였다.

C. TEDS-HL7 소프트웨어 인터페이스 엔진

HL7 표준에 근거하여 데이터를 교환하는 소프트웨어를 인터페이스 엔진이라고 한다. 엔진에서 HL7과 IEEE 1451 변환을 하여

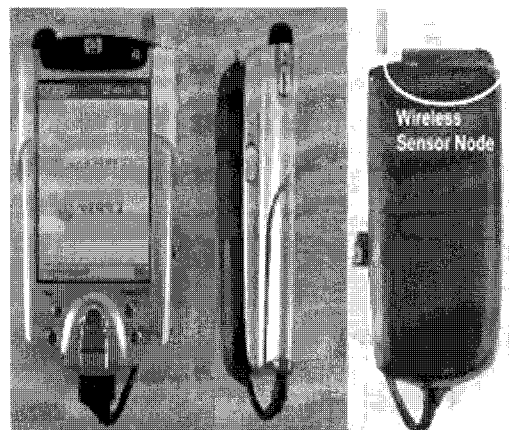


그림 8. 센서 데이터 통신을 위한 PDA
Fig. 8. PDA used in this implementation

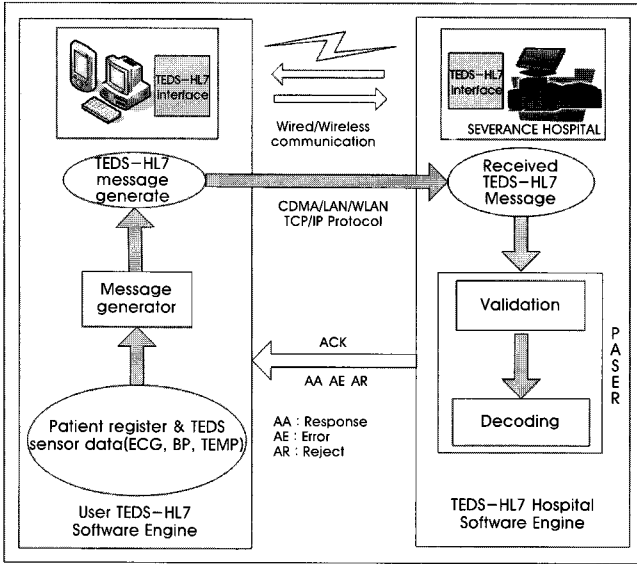


그림 9. 엔진에서 메시지의 전송 절차
 Fig. 9. The procedure for a message transfer in the engine

메시지를 전송하는 과정을 그림 9에 나타내었다. 그림 3과 4에서 보인 시나리오에 따라 의료 행위에 따른 메시지를 (예를 들어 환자 관측, 입원, 수술, 처방 등) 미리 준비하고 있다가 특정한 의료 행위가 발생하면 거기에 해당되는 메시지를 생성한다. 그림 9에서 보인 것과 같이 이벤트가 발생할 경우에 환자 등록 정보 및 센서의 TEDS 정보가 HL7 형식에 맞게 트랜스코딩이 되어 유무선 망을 통하여 병원과 같은 원격지로 전송이 된다. 원격지에서는 이 메시지를 수신하면, validation 절차를 거쳐 decoding을 한 다음에, 정확히 수신이 되었다는 확신이 들면 ACK 신호를 전송한다. 엔진은 HL7 ver.2.5에 맞추어서 개발을 하였다.

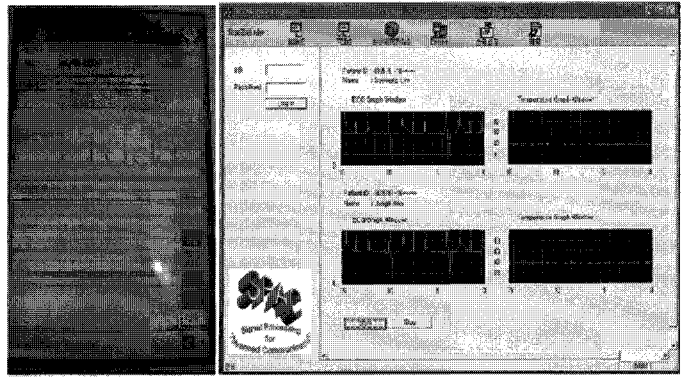
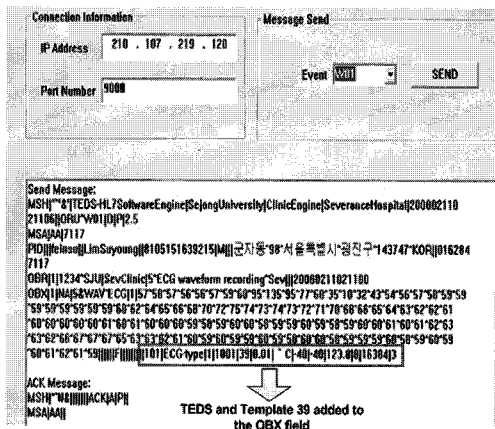


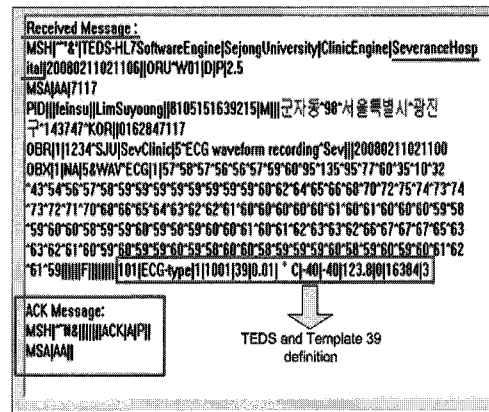
그림 10. ECG 및 온도 센서로부터 측정된 데이터 (예)
 Fig. 10. Data measured from an ECG and a temperature sensor (Example)

V. 결과

그림 10-11에 결과를 보였다. 그림 10의 왼쪽 그림은 환자의 센서로부터 측정된 센서 신호를 PDA로 전송이 된 신호를 나타내며, 오른쪽 그림은 환자쪽의 서버 또는 게이트웨이에 나타나는 파형을 나타낸다. 이렇게 IEEE 1451의 형식에 따라 측정된 신호를 HL7에 맞게 변환을 한 것이 그림 11의 (a)이다. 그림에서 이벤트로 W01를 발생하도록 하였으며, 이에 따라 HL7형식에 맞게 변환된 메시지가 아래에 표시되어 있다. 여기에서 알 수 있듯이 TEDS와 관련 정보들이 데이터 정보와 함께 인코딩 되어 있음을 알 수 있다. 그림 11(b)는 원격지에서 받은 메시지를 나타내며, 성공적으로 validation을 한 이후에 ACK 메시지가 전송되었음을 알 수 있다. 이 결과로부터 센서 표준인 IEEE 1451과 의료 표준 HL7과의 사이에 연동에는 기본적으로 큰 문제가 없음을 알 수 있다.



(a) 송신된 메시지



(b) 수신된 메시지

그림 11. HL7으로 변환되어 송신 및 수신된 메시지의 예

Fig. 11. Examples of transmitted and received messages after translated into HL7 formats: (a) the transmitted message and (b) the received message

VI. 결론

이 연구에서는 센서 표준인 IEEE 1451과 의료 표준인 HL7과의 융합에 대한 기초 연구 결과를 보였다. 유비쿼터스 시대가 되감에 따라 환자의 의료 데이터가 실시간으로 전송이 되며, 이런 데이터의 의존도는 점점 더 증가하게 될 것이며, 궁극적으로 HL7에서도 실시간으로 전송되어 오는 데이터를 수용하여야 할 것으로 예측된다. HL7에서 의료 센서로부터의 데이터 처리와 관련된 부분을 새로 개발을 하거나 아니면 기존의 센서 표준을 이용하여 융합하는 형태로 2가지 가능성이 있다고 보이며, 전자보다는 후자의 방향으로 추구하는 것이 시간과 인력 등 모든 면에서 바람직할 것으로 예측된다. 이런 관점에서 볼 때, 기존의 센서 표준인 IEEE 1451과 HL7이 연동이 되는 것은 매우 가능성이 높다고 할 수 있다. 또한 POC (point of care)에서 사용되는 여러 가지 장비 및 그의 통신에 대한 표준인 IEEE 11073의 경우도, Layer 7만을 정의하고, 하위 layer에 관하여는 다른 표준을 준용하는 것으로 규정하고 있으므로 [12], 범 센서 표준인 IEEE 1451과의 연동 또한 가능성이 높다고 생각이 된다. 하지만 두 표준들 간에 상충되는 부분이 있을 것으로 예측되어 이 두 표준들 간의 연동은, 더 나아가서 HL7을 포함한 세 표준간의 연동에 대해서는 좀 더 철저한 조사와 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

[1] M. Joo, S. Cho, Y. Lee, "Trends in Standards on Medical Information", *J. Kor. Ins. Inf. Sci. and Eng.* vol. 26, No. 6, pp70 - 79, 2008.
 [2] HL7 Organization. [<http://www.hl7.org>]
 [3] IEEE 1451 Standard working group homepage: <http://grouper.ieee.org/groups/1451/0/> ~<http://grouper.ieee.org/group/1451/5>
 [4] IEEE, "1451.0-2007 IEEE Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Common Functions,

Communication Protocols, and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats Revision of 1451.1-1999", 2007.
 [5] IEEE, "1451.2-1997 IEEE standard for a smart transducer interface for sensors and actuators - transducer to microprocessor communication protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) formats", 1997.
 [6] IEEE, "1451.3-2003 - IEEE Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators-Digital Communication and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats for Distributed Multidrop Systems", 2003.
 [7] IEEE, "1451.4-2004 - IEEE Standard for A Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Mixed-Mode Communication Protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats", 2004.
 [8] IEEE, "1451.5-2007 Active - IEEE Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators- Wireless Communication Protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats", 2007.
 [9] R Johnson, K. Lee, J. Wiczer, S. Woods, "A Standard Smart Transducer Interface-IEEE 1451", Sensors Expo, Philadelphia, PA, USA, Oct. 2, 2001.
 [10] http://grouper.ieee.org/groups/1451/0/body%20frame_files/1451_family_files/slide0001.htm
 [11] HL7 v.2.5, <http://www.hl7.org>.
 [12] ISO/IEEE 11073-10201, "Health informatics-Point-of-care medical device communication . Part 10201: Domain information model," Dec., 15, 2004.
 [13] ISO/IEEE 11073-10101 "Health informatics. Point-of-care medical device communication . Part 10101: Nomenclature," Dec., 15, 2004.
 [14] ISO/IEEE 11073-20101 "Health informatics . Point-of-care medical device communication . Part 20101: Application Profiles . Base Standard," Dec., 15, 2004.
 [15] W. Kim, W. J. Ko, H. D. Cho, M. A. Woo, "A Study on the Seamless Transmission of an Uplink Constant Streaming Data over Wireless LANs and Cellular Networks", ICOIN, LNCS 3391, pp 874 - 883, 2005.