

# 유비쿼터스 환경에서 오감 정보 장치를 위한 IEEE 1451 표준 기반의 스마트 인터페이스 방안

김동진<sup>1\*</sup>, 김정도<sup>1</sup>, 함유경<sup>1</sup>, 이정환<sup>1</sup>

## A Way to Smart Interface based on the IEEE 1451 Standards for Five-senses Information Device in Ubiquitous Environments

Dong-Jin Kim<sup>1\*</sup>, Jeong-Do Kim<sup>1</sup>, Yu-Kyung Ham<sup>1</sup> and Jung-Hwan Lee<sup>1</sup>

**요약** 유비쿼터스 컴퓨터는 정보 획득을 위해 다수의 주변 장치들과 인터페이스 한다. 사용자는 이러한 장치들이 인터페이스 되었을 때, 새로운 장치의 사용방법 및 호환성 (플러그 앤 플레이, 구동 드라이브 설치) 등을 고려하지 않고 쉽게 사용해야 한다. 또한, 컴퓨터와 사용자의 원활한 상호작용을 할 수 있는 오감 정보 (사용자의 감각의 인식 및 표현)의 인터페이스 기술이 필요하다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨터의 오감 정보 장치 인터페이스를 위해 스마트 인터페이스 표준인 IEEE 1451 사용을 제안한다. IEEE 1451 표준은 변환기의 특성 정보를 TEDS 포맷으로 정의하고, TEDS를 이용하여 플러그 앤 플레이 기능과 구동드라이브 설치에 따른 불편함을 해소하여 장치들 간의 호환성을 가질 수 있다.

**Abstract** Ubiquitous computer can be interfaced with many several peripheral devices for information acquisition. Users should be able to easily use these devices without considering when these devices were interfaced, how to use these devices, and interoperability issues (such as plug and play, the installation of device drivers, and so on). Further, computers and their users need an interface technology that provides five-senses information (the recognition and expressions of the user) such that multimodal interaction can be enabled. In this paper, we proposed an IEEE 1451 standard that uses a smart interface standard for interfacing devices with ubiquitous computer. IEEE 1451 describes the property information of a transducer in the transducer electronic data sheet (TEDS). Further, by using the TEDS format, the interoperability between devices can be enabled by means of the plug-and-play function; it also makes the inconvenient installations of device drivers unnecessary.

**Key Words** : Ubiquitous computing, IEEE 1451, TEDS, Smart interface, Five-senses information

### 1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 다양한 환경과 상황에서 사용자 및 컴퓨터가 쉽게 상호작용 할 수 있도록 사용자의 행동 또는 패턴, 그리고 인지 심리학적 요소를 기반으로 하는 스마트 인터페이스가 필요하다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅에서 오감 정보의 활용은 오감 정보 인식 및 표현의 차원을 넘어, 다중 감각의 인터페이스와 융합 기술로 발전하여야 한다. 이러한 오감 정보를 이용하고 활

용하는데 있어서 가장 중요한 기반이 되는 것은 오감 정보 장치의 스마트 인터페이스이다.

현재 연구 중인 오감 정보의 입력 및 표현의 경우에는 각각의 감각별로 독립적인 인식 및 표현을 하고 있다. 또한 오감 정보의 인터페이스도 각각의 감각별 개발자에 따라 다르게 사용되고 있다. 오감 정보 인식 및 표현 기술의 개발도 초보 단계에 머물러 있는 실정이고, 오감 정보의 인터페이스에 있어서는 이제 도입 단계에 머물러 있는 실정이다 [1-3].

스마트 인터페이스의 연구 동향을 보면 ISO/IEC JTC1/SC24, SC29에서 시각정보에 대한 국제 표준안이 제정되었고, ISO JTC1/SC35에서는 키보드, 마우스, 포인터, 펜, 시각 및 촉각 장치 등 사용자와 시스템간의 입출

이 논문은 2007년도 호서대학교의 재원으로 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구임 (20070096)

<sup>1</sup>호서대학교

\*교신저자: 김동진(djkim@hosco.edu)

력 장치에 대한 인터페이스와 음성, 시각, 제스처 등으로 시스템을 제어하는 명령어 등에 대한 표준을 제정하였다 [4]. 또한, W3C (world wide web consortium)에서는 음성 출력, 음성명령 등을 웹에서 제어하도록 도와주는 XML (extended markup language) 언어인 VoiceXML 2.0 규격이 제안되어 2004년 3월에 권고되었다. W3C의 멀티모달 상호작용 그룹에서는 그래픽 사용자 인터페이스, 음성, 비전, 펜, 제스처, 촉각 등으로 웹 인터페이스를 다양한 형태로 발전시키기 위한 프레임워크에 대한 표준을 개발 중이며, 2004년 9월 필기체를 인식한 결과를 표현해 주는 잉크 마크업 언어 (ink markup language) 규격이 발표되었다 [5-8]. 그러나, 위에서 언급한 표준과 제안된 내용은, 유비쿼터스 컴퓨터에 스마트화된 장치를 인터페이스하는 것이 아니라, 이미 인터페이스 된 장치를 웹에서 제어하고, 사용하기 위한 표준과 제안이다. 또한 인터페이스 되는 각각의 장치들은 인터페이스 하는 방식이 다르고, 장치마다의 호환성 (interoperability) 을 가지고 있지 않다. 각각의 주변 장치는 개발자에 따라 연결 방식이 서로 다르고, 같은 연결 방식을 사용하여도 각각의 장치에 대한 구동 드라이버 설치의 불편함이 존재하며, 사용자는 장치를 사용하기 위해 사용법을 학습해야 하는 과정이 필요하다. 따라서 차세대 컴퓨터에서는 주변 장치들의 인터페이스에 있어서 표준화된 방식이 필요하다.

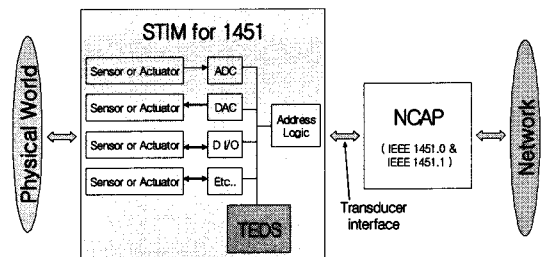
본 논문은 유비쿼터스 컴퓨터를 위한 주변 장치의 스마트 인터페이스를 위해 IEEE 1451의 사용을 제안하고, IEEE 1451 기반으로 주변 장치의 인터페이스 방법을 제안한다. IEEE 1451은 플러그 앤 플레이 기능을 지원하고, 스마트 트랜스듀서 (transducer)를 네트워크로 연결시킬 수 있는 표준이다. IEEE 1451은 스마트 트랜스듀서의 하드웨어 인터페이스를 정의하였고, TEDS (transducer electronic data sheet)로 트랜스듀서의 특성 정보를 표현하였다. 유비쿼터스 환경에서 컴퓨터에 인터페이스 되는 오감정보 장치 및 스마트 트랜스듀서의, TEDS 정보를 읽어, 장치 및 트랜스듀서의 종류와 특성을 파악할 수 있도록 하였다.

## 2. IEEE 1451 개요

본 논문에서는 IEEE 1451을 차세대 컴퓨터의 스마트 인터페이스 표준으로 제안한다. IEEE 1451은 1993년 NIST (national institute of standards and technology)와 IEEE (institute of electrical and electronics engineers)가 공동으로 센서와 마이크로프로세서 사이에 플러그 앤 플레이를 위한 IEEE 1451을 제정하였다. 1997년 표준화로

제정된 IEEE 1451.2는 센서와 마이크로프로세서 간의 통신 프로토콜 및 TEDS 포맷을 정의 하였다. 그리고 2004년에는 IEEE 1451.2를 기초로 IEEE 1451.4를 표준화하였다 [9-13].

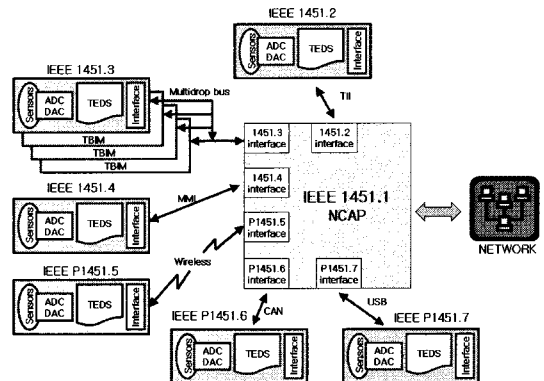
IEEE 1451은 센서와 마이크로프로세서/네트워크 연결을 용이하게 하고, 플러그 앤 플레이 기능의 유연성과 편리한 유지보수의 기능 제공을 목표로 제정되었다. 현재 IEEE 1451.0~5가 표준화 되었고, 추가로 IEEE P1451.6~7이 제안되어 있다. 그림 1은 트랜스듀서 인터페이스를 위한 개념을 보여 준다 [14].



[그림 5] 트랜스듀서 인터페이스 개념

IEEE 1451은 크게 STIM (smart transducer interface module)과 NCAP (network capable application processor)로 나눌 수 있다. STIM은 TEDS, 센서 및 액추에이터 (actuator), 데이터 변환 회로, 그리고 주소 논리 등으로 구성되며, NCAP는 네트워크 프로토콜 스택과 응용 펌웨어 동작을 하며 센서 모듈 및 네트워크와의 통신을 담당한다 [10-13].

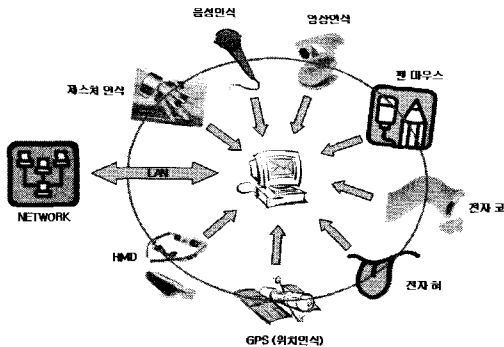
STIM과 NCAP의 인터페이스는 그림 2에 나타내었으며, IEEE 1451 각 계열의 연결 구조를 나타낸다 [14].



[그림 1] IEEE 1451 계열의 연결

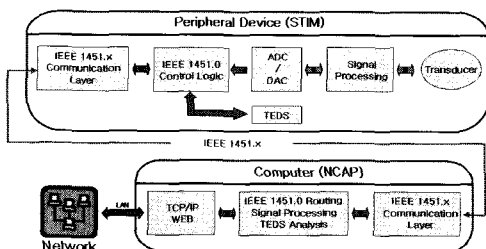
### 3. 오감 정보장치 인터페이스 방안

그림 3은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 인터페이스 되는 주변의 장치들을 보여준다. 그러나 각각의 장치들마다 인터페이스 하는 방식이 다르다. 특히 오감 정보 획득 및 표현에 있어서는 각각별로 독립적인 인식 및 표현을 하고 있으며 인식 및 표현 기술의 개발이 초보단계에 있다. 그리고 오감 정보 장치의 인터페이스에 있어서는 도입 단계에 있으며, 개발자에 따라 인터페이스 방식이 다르기 때문에 각 장치들 간의 호환성을 갖지 못한다. 따라서 오감 정보 장치 및 기타 주변 장치의 인터페이스에 있어 표준 인터페이스를 필요로 하게 된다.



[그림 2] 주변 장치들

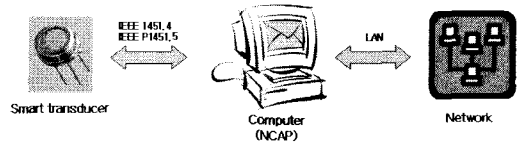
본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 오감 정보 장치를 인터페이스 하기 위해 IEEE 1451의 사용을 제안 하였다. 그림 4는 컴퓨터에 IEEE 1451을 적용한 오감 정보 장치 인터페이스의 기본 구조를 보여준다. IEEE 1451은 STIM과 NCAP으로 구성되고, NCAP은 네트워크로 연결이 된다. 그림에서 보는 것과 같이 네트워크에 연결할 수 있는 NCAP을 유비쿼터스 컴퓨터가 대신하고, 컴퓨터에 연결되는 장치는 STIM이 된다. STIM은 유비쿼터스 컴퓨터에 연결되는 주변 장치 및 오감 정보를 획득 및 표현하는 트랜스듀서이다.



[그림 3] 유비쿼터스 컴퓨터에 IEEE 1451을 적용한 기본 구조

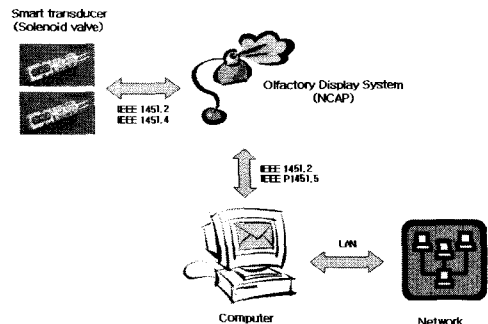
IEEE 1451 표준 기반으로 오감 정보 장치를 인터페이스 할 때 적용하는 두 가지 방법을 제안한다. 제안하는 두 가지의 방법에서 장치와 트랜스듀서의 정보는 IEEE 1451.4 표준의 TEDS를 준용하고, 장치의 정보는 IEEE 1451.0 표준의 TEDS 정보를 준용한다.

첫째는 NCAP으로서의 차세대 컴퓨터이다. 이 방법은 트랜스듀서들을 직접 차세대 컴퓨터에 인터페이스 한다. 그림 5는 착용 컴퓨터에 전자코 시스템에서 사용하는 가스 센서를 IEEE 1451로 인터페이스 한 예를 보여준다. 인터페이스 방법은 IEEE 1451.4를 준용한다. 그러나 착용 컴퓨터에 인터페이스 되는 트랜스듀서들은 무선화 해야 한다. 따라서 향후에는 무선 표준으로 제안중인 IEEE 1451.5로 인터페이스 한다. 특성정보를 나타내는 TEDS는 IEEE 1451.4 표준을 준용한다.



[그림 4] NCAP으로서의 컴퓨터 인터페이스

두 번째는 오감 정보를 획득할 수 있는 오감 정보 장치에 다수의 트랜스듀서가 인터페이스 되었을 때 적용하는 방법이다. 이 방법은 다수의 트랜스듀서를 인터페이스 하고 있는 시스템이 차세대 컴퓨터에 인터페이스 된다. 그림 6은 발향 장치에 사용하는 밸브를 이용하여 인터페이스 한 예를 보여준다. 발향 장치에 다수의 밸브를 인터페이스하고, 착용 컴퓨터에 인터페이스 한다. 다수의 트랜스듀서와 장치간의 인터페이스는 IEEE 1451.2와 IEEE 1451.4를 사용한다. 그리고 NCAP인차세대 컴퓨터와의 인터페이스는 IEEE 1451.2와 무선 인터페이스를 위해 IEEE 1451.5를 사용한다. 트랜스듀서의 TEDS 정보는 IEEE 1451.4 표준의 TEDS를 준용한다.



[그림 5] 컴퓨터에 NCAP 인터페이스

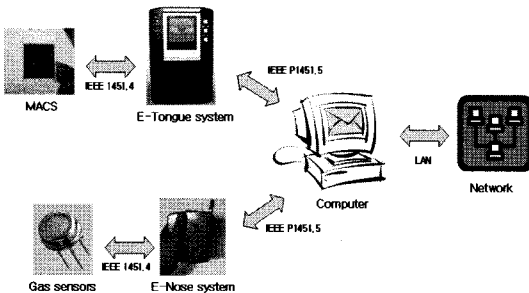
### 4. 오감 정보 인터페이스 시스템 구현

본 논문에서 제안한 방법을 실험하기 위해 IEEE 1451 표준을 적용하여 후각 정보 획득을 위한 전자코 시스템과 미각 정보 획득을 위한 전자혀 시스템을 구현 하였다. 구현된 시스템은 모두 트랜스듀서를 장치에 인터페이스 하고, 장치를 컴퓨터에 인터페이스하는 방법을 사용하였다.

각각의 오감 정보 장치는 IEEE 1451.4를 이용하여, 각각의 트랜스듀서의 정보를 표현하는 TEDS를 구현하였고, 장치와 착용 컴퓨터의 인터페이스는 IEEE 1451.5를 이용하여 무선화 하였다. IEEE 1451.5는 IEEE 1451.2와 IEEE 1451.4의 TEDS를 포함하고, NCAP과의 인터페이스는 방법을 무선으로 인터페이스 하는 방법을 표준화하고 있다. 그리고 IEEE 1451.4 표준에서 하드웨어 인터페이스는 Class 1과 Class 2로 정의 되어 있지만, 트랜스듀서를 인터페이스 하는 기본 원리만을 설명하고 있다. 트랜스듀서의 구동 드라이버에 따라 연결하는 방식이 다르기 때문에 각각의 트랜스듀서마다 인터페이스 되는 회로에 대해 모두 수용할 수 있도록 되어 있다.

따라서 본 논문은 착용 컴퓨터와 인터페이스 되는 오감 정보 장치를 IEEE 1451.5의 블루투스 통신을 이용하여 구현하였고, NCAP과 트랜스듀서 사이에는 IEEE 1451.4의 MMI를 통해 인터페이스 하였다. 또한 트랜스듀서의 정보는 IEEE 1451.4 TEDS를 준용하여 새롭게 정의된 TEDS로 표현하였다.

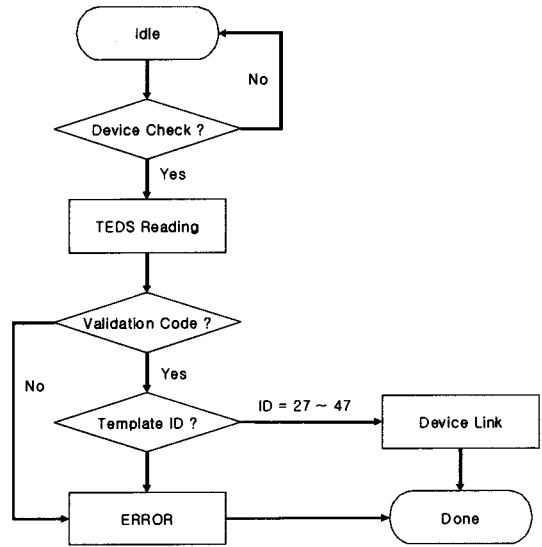
그림 7은 컴퓨터에 오감 정보 장치를 인터페이스 하는 구조를 보여준다.



[그림 6] 컴퓨터에 오감 정보 인터페이스

#### 4.1 장치 호환성 검증 프로그램

그림 8은 구현된 시스템에서 장비 호환성을 검증하기 위해 작성된 프로그램의 순서도이다. 작성된 프로그램은 오감 정보 장치가 인터페이스 되면, 플러그 앤 플레이 기능을 수행할 수 있다.



[그림 7] 검증 프로그램 순서도

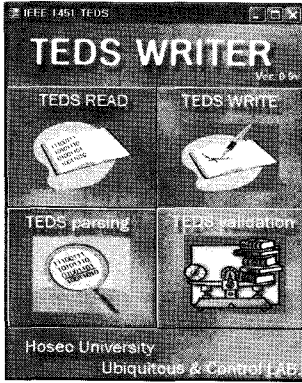
작성된 검증 프로그램은 다음과 같은 순서로 동작한다.

- 오감 정보 장치의 인터페이스를 대기한다.
- 오감 정보 장치가 인터페이스 되면, 장치로부터 TEDS 정보를 읽어온다.
- TEDS 판독기를 이용해 인터페이스 된 오감 정보 장치의 정보를 확인한다.
- 오감 정보 장치의 템플릿 ID를 확인하고 컴포넌트와 장치를 인터페이스 한다.
- 정의되지 않은 템플릿 ID로 확인되었을 때는 오류 메시지를 발생시킨다.

본 논문에서 작성된 검증 프로그램을 통해, IEEE 1451 기반의 오감 정보 장치와 인터페이스의 스마트화를 확인할 수 있었다. 오감 정보 장치에 포함된 TEDS 정보를 이용하여, 장치를 인터페이스 시킬 경우 플러그 앤 플레이 기능을 가능하게 하였고, 어떠한 장치라도 인터페이스가 가능하게 되었다.

#### 4.2 TEDS 정보의 라이터 (Writer)

그림 9는 오감 정보 인터페이스 장치에 TEDS 정보를 읽고, 쓰기 위해 작성한 TEDS 라이터 프로그램이다. 프로그램은 TEDS 정보를 읽고, 쓰는 것 이외에 TEDS 파싱 (parsing)을 이용하여 새롭게 작성된 TEDS의 오류를 확인할 수 있고, TEDS 인증 (validation) 프로그램을 이용하여 TEDS의 유효성을 검증할 수 있다.

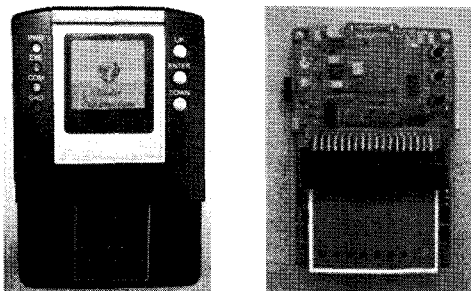


[그림 8] TEDS 라이터

## 5. 구현된 오감 정보 획득 장치

본 논문에서는 오감 정보 획득 장치를 스마트화 하기 위해 장치에 TEDS를 포함 시켰고, 착용 컴퓨터에 인터페이스 하였다. 또한 호환성 검사를 위해 작성된 프로그램으로 시스템을 검증하였다.

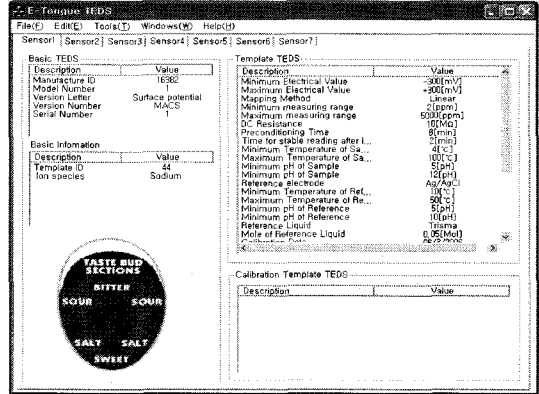
그림 10은 미각 정보 획득을 위해 제작된 전자혀를 보여준다. 개발된 전자혀 시스템에 적용하여 보았다. 개발된 전자혀 시스템은 하나의 기준 센서와 7개의 센서를 어레이한 센서인 맥사이언스의 MACS (multi-array chemical sensor)를 사용하였다. 센서의 정보를 표현하는 TEDS는 IEEE 1451.4의 표준을 준용하여 새롭게 정의하였다. IEEE 1451.4에서 정의되어있는 표준 템플레이트 TEDS에는 미각 정보 획득을 위해 사용되는 센서에 적합한 템플레이트 TEDS가 없다. 따라서 기본 TEDS는 전자혀 시스템에 적당하게 수정하였고, 템플레이트 TEDS는 새롭게 정의였다.



[그림 9] 전자혀 시스템

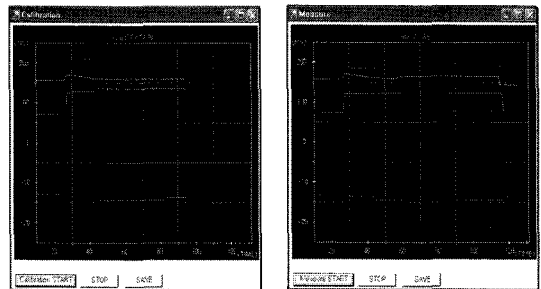
그림 11은 전자혀 시스템이 착용 컴퓨터에 연결된 후, TEDS 정보를 읽어온 모습을 보여준다. TEDS의 정보를

보면 MACS의 두 번째 센서로, 나트륨 (Na+) 이온 선택성 전극이다. 센서의 출력 신호 범위는  $\pm 300\text{mV}$ , 최소 측정 범위는 2ppm이라는 정보를 가지며, 기준 전극으로는 Ag/AgCl을 사용한다.



[그림 10] 전자혀 시스템의 TEDS

그림 12는 미각 정보 획득 장치의 인터페이스 후 획득한 데이터를 보여준다. 미각 정보 획득 장치의 센서는 측정 시 액체 시료에 담가 측정을 하기 때문에 측정을 하기 전이나, 측정 후에는 반드시 기준 용액에 담가서 캘리브레이션 한다. 그림 12의 a)는 센서의 캘리브레이션을 할 때의 센서 출력 값을 보여주었고, b)는 샘플 시료를 측정할 때의 센서 출력 값을 보여준다.

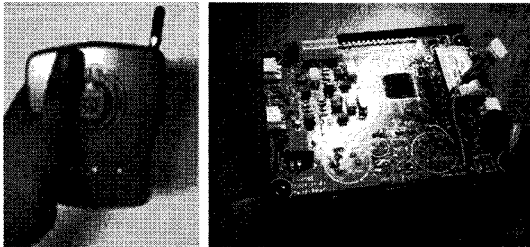


a) 캘리브레이션      b) 측정  
[그림 11] 미각 정보 측정 데이터

그림 13은 후각 정보 획득을 위해 제작된 전자코를 보여준다. 개발된 전자코 시스템은 MOS 형태의 가스 센서를 이용하였다. 센서는 현재 상용화 되고 있는 Figaro 사의 TGS 26xx 계열 2개, FIS 사의 SP 계열 2개, SP 계열 3개를 사용하여, 총 7개의 센서를 어레이 하였다.

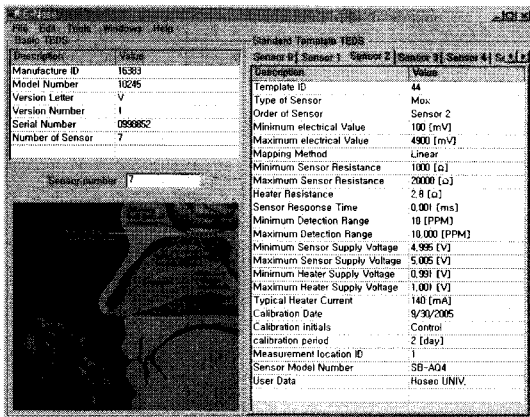
전자코 시스템에 사용되는 센서의 정보를 표현하기 위해 IEEE 1451.4 TEDS를 준용하여 새롭게 TEDS를 정의

하였다. IEEE 1451.4에서 정의되어있는 표준 템플레이트 TEDS에는 후각 정보 획득을 위해 사용되는 센서에 적합한 템플레이트 TEDS가 없다. 따라서 기본 TEDS는 전자코 시스템에 적당하게 수정하였고, 템플레이트 TEDS는 새롭게 정의였다.



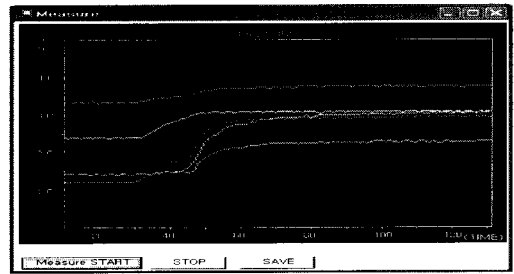
[그림 12] 전자코 시스템

그림 14는 전자코 시스템이 착용 컴퓨터에 인터페이스 되었을 때 읽은 TEDS 정보이다. 읽은 TEDS 정보를 보면 7개의 센서가 어레이 되어 있으며, 현재 읽어온 센서는 MOS 형태로 출력 신호 범위는 100mV~4,900mV이다. 센서에 공급되는 전압은 5V이고, 내장된 히터에 공급되는 전압이 1V인 FIS 사의 SB-AQ4 센서의 정보를 표현한다.



[그림 13] 전자코 시스템의 TEDS

그림 15는 후각 정보 획득 장치가 플러그 앤 플레이 된 후 획득한 센서의 데이터를 보여준다.



[그림 14] 후각 정보 획득 데이터

## 6. 결론

IEEE 1451 표준은 트랜스듀서의 특성 정보를 TEDS 포맷으로 정의하고, TEDS를 이용하여 플러그 앤 플레이 기능과 인터페이스 장치들 간의 호환성을 부여할 수 있다. 따라서

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨터의 스마트 인터페이스를 위해 IEEE 1451의 사용을 제안하였다. 제안된 IEEE 1451을 후각 및 미각 정보 획득 장치 적용하여 검증해 보았다. 컴퓨터에 오감 정보 장치를 인터페이스 할 때 플러그 앤 플레이가 되며, 장치간의 호환성을 갖을 수 있었다. 스마트 인터페이스의 표준으로 제안하는 IEEE 1451은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 오감 정보 장치 및 주변 장치에 표준 인터페이스로 사용하여도 가능한 방법이다.

향후, 스마트 인터페이스 표준안 제정이 이루어져야 한다. 또한, 컴퓨터의 미들웨어 부분에 IEEE 1451 표준을 지원하는 컴포넌트의 개발 및 연구가 필요하다.

## 참고문헌

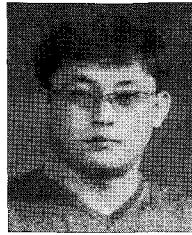
- [1] 권수갑, "Ubiquitous Computing 개념과 동향", 전자부품연구원 전자정보센터, 2003.
- [2] 김해재, "Wearable pc 기술 동향", <http://eir.re.kr/>.
- [3] 한동원, "차세대 PC 기술", TTA 저널, 100호, pp. 92-99, 2005.
- [4] L. Camara, O. Ruiz, A. Herms, J. Samitier, J. Bosch, "Automatic generation of intelligent instruments for IEEE 1451", Measurement, Vol. 35, pp. 3-9, 2004.
- [5] W3C, "Voice Browser - Activity", <http://w3.org/Voice/>.
- [6] W3C, "Ink Markup Language", <http://w3.org/2002/mmi/ink/>.
- [7] James A. Larson, T. V. Raman, Dave Raggett, "Multimodal Interaction Framework",

<http://www.w3.org/TR/mmi-framework/>.

- [8] W3C, "Multimodal Interaction Activity", <http://www.w3.org/2002/mmi/>.
- [9] Institute of Electrical, Electronics Engineers Inc., "IEEE Std 1451.1-1999, IEEE Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Network Capable Application Processor (NCAP) Information Model", Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York, NY, USA, 1997.
- [10] Institute of Electrical, Electronics Engineers Inc., "IEEE Std 1451.2-1997, Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Transducer to Microprocessor Communication Protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats", Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Piscataway, NJ, 1997.
- [11] Institute of Electrical, Electronics Engineers Inc., "IEEE Std 1451.4-2004, Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Mixed-Mode Communication Protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats", Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York, NY, 2004.
- [12] Institute of Electrical, Electronics Engineers Inc., "IEEE Std 1451.0-2007, Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Common Functions, Communication Protocols, and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats", Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York, NY, 2007.
- [13] Institute of Electrical, Electronics Engineers Inc., "IEEE Std 1451.5-2007, Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Wireless Protocols, and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats", Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York, NY, 2007.
- [14] Jeong-Do Kim, Dong-Jin Kim, Hyung-Gi Byun, Yu-Kyung Ham, Woo-Sulk Jung, Dong-Won Han, Jun-Seok Park, Hyo-Lin Lee, "The definition of basic TEDS of IEEE 1451.4 for sensors for an electronic tongue and the proposal of new template TEDS for electrochemical devices", Talata, Vol. 71, No. 4, pp. 1642-1651, 2007.

**김 동 진(Dong-Jin Kim)**

[종신회원]



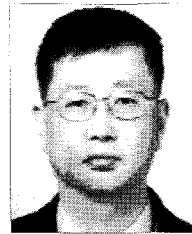
- 2000년 8월 : 호서대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2007년 2월 : 호서대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 2000년 1월 ~ 2004년 6월 : (주) 제니스테크 기술연구소 전임연구원
- 2005년 1월 ~ 2007년 2월 : (주) 테크라인 세정기술연구소 책임연구원
- 2007년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 전임강사

<관심분야>

유비쿼터스, 스마트 인터페이스, 센서응용

**김 정 도(Jeong-Do Kim)**

[정회원]



- 1990년 2월 : 성균관대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1994년 2월 : 성균관대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1995년 3월 ~ 2004년 2월 : 삼척대학교 컴퓨터응용제어공학과 교수

- 2004년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 전자공학과 교수

<관심분야>

오감정보, 센서응용, 시스템 제어

**함 유 경(Yu-Kyung Ham)**

[정회원]



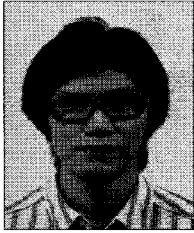
- 2003년 2월 : 삼척대학교 대학원 컴퓨터응용제어공학과(공학석사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 대학원 전자공학과 박사과정

<관심분야>

센서응용, 로보틱스

**이 정 환(Jung-Hwan Lee)**

**[정회원]**



- 2007년 2월 : 호서대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 대학원 전자공학과 박사과정

<관심분야>

스마트인터페이스, 웹 센서, 센서응용