

## 센서를 활용한 열차 화장실 내 응급상황 감지에 관한 연구

Development of Lavatory Emergency Detection System using Sensors in Train

저자 (Authors)	송달호, 장덕진, 강송희 Dahl-Ho Song, Duk-Jin Chang, Song-Hee Kang
출처 (Source)	한국철도학회 논문집 14(4), 2011.8, 341-347 (7 pages) <a href="#">Journal of the Korean Society for Railway 14(4), 2011.8, 341-347 (7 pages)</a>
발행처 (Publisher)	한국철도학회 Korean Society for Railway
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01682190">http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01682190</a>
APA Style	송달호, 장덕진, 강송희 (2011). 센서를 활용한 열차 화장실 내 응급상황 감지에 관한 연구. 한국철도학회 논문집, 14(4), 341-347.
이용정보 (Accessed)	한국산업기술대학교 183.101.133.*** 2018/07/01 17:48 (KST)

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독 계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

## 센서를 활용한 열차 화장실 내 응급상황 감지에 관한 연구

### Development of Lavatory Emergency Detection System using Sensors in Train

송달호<sup>†</sup> · 장덕진<sup>1</sup> · 강승희<sup>2</sup>

Dahl-Ho Song · Duk-Jin Chang · Song-Hee Kang

**Abstract** In this paper, studied was the application of IT and sensor technology to trains in order to provide safety and convenience for passengers. One of applications is Lavatory Emergency Detection System in a train. Since a lavatory in a train is securely separated space, it is hard to notice an emergency inside of it unless a user sends a request for help. A system that can detect an emergency by using sensors was presented. System requirements were analyzed to design and implement a system. Prototype of the system was made. Then, tests in a laboratory were carried out based on a set of test plan to verify the system functions. Performance was turned out to be very successful. The system developed may have a chance to be installed according to the requirements of specifications of the train to be ordered.

**Keywords** : IT, Sensor, Lavatory, Emergency, Train

**초 록** 한국의 고속철도에 승객의 안전과 편의를 제공하기 위하여 열차 내에 IT기술 및 센서 기술을 적용한 시스템의 개발을 연구하였다. 열차 내 화장실은 밀폐된 공간으로 외부의 도움이 필요한 상황이 발생하더라도 승객 스스로가 요청하기 전까지 외부에서는 승객의 상황을 확인하기 어렵다. 본 논문에서는 화장실 내에 개인의 프라이버시를 침해하지 않으면서도 응급상황 발생 시 센서를 통하여 외부에서 이를 감지하고 조치를 취할 수 있는 시스템의 개발내용을 정리하였다. 시스템의 요구사항을 분석하고 이를 통해 시스템을 설계하고 구현하였으며, 테스트 계획을 세우고 모의테스트를 진행함으로써 시스템의 작동상태를 확인하였다. 개발된 시스템은 향후 열차 화장실 뿐만 아니라 다양한 곳에 설치하여 활용이 가능할 것이다.

**주요어** : IT, 센서, 화장실, 응급상황, 안전, 편의

## 1. 서 론

한국에 고속철도가 도입된 이후, 철도기술은 급속히 성장하여 세계시장으로 진출하는 시점에서 경쟁력 강화의 방안으로 IT기술을 적용한 감성공학적 접근이 요청된다. 열차 화장실의 경우 신속한 대처를 요하는 졸도, 심장마비 등의 응급상황 발생 시 외부에서는 이를 감지할 수 없으므로 심각한 문제가 생길 수 있다. 현재 음식점의 화장실이나 열차를 비롯한 타 교통 수단 화장실 내에는 호출버튼이 설치되어 있는 경우를 종종 볼 수 있으며, 이 호출버튼의 경우는 사용자가 의식이 있는 상황에서 외부에 도움을 요청하고자 할 경우에만 사용이 가능하다. 그러나, 본 논문에서 구현한 시스템은 승객의 프라이버시를 침해하지 않으면서 의식을 잃어 움직임이 없는 승객의 응급상황을 신속히 감지해 승무원 등 관계자에게 통보하여 조속한 조치를 취할 수 있도록 하였다. 감시용으로 모션센서, PIR센서, 카메라 센서 등을 이용해 방법이나 보안 시스템에서 널리 활용되고 있으며, 노령인구의

증가와 함께 독거노인의 증가로 인하여 만일의 사태에 대비한 U-Health care시스템에도 센서가 적용된 예를 찾을 수 있다[1,2]. 하지만, 이와 같은 시스템에서는 공간 내에서의 사람의 움직임이 있는지를 감지하기 위한 시스템이며, 본 논문에서 소개하는 시스템은 사람의 움직임이 없는 것을 신속히 감지 하는 것에 차이점이 있다. 그리고 카메라와 같은 시각적 방법으로 화장실내의 상황을 판단할 수는 없다는 문제가 있고, 신체측정을 위해 팔찌 등의 장치의 착용을 사용자에게 요구하는 것도 적절치 않기에 움직임 감지를 통한 해결방안 만이 적절한 것으로 판단하였다. 본 논문의 구성은 2절에서 연구의 배경을 기술하고, 3절에서는 시스템의 요구사항을 분석 하였으며, 분석된 내용에 따라 4절에서는 시스템을 설계하고, 5절과 6절에서는 시스템의 구현과 구현된 시스템의 테스트 내용을 정리 하였다.

## 2. 연구의 배경

현재 진행 중인 차세대고속철도기술개발사업에서는 시험 최고속도 430km/h를 목표로 HEMU-400X를 개발 중에 있으며, 이 열차에 IT강국이라는 강점을 살려 IT기술 및 스마트센서 기술을 적용하여 승객과 승무원에게 편의와 안전을 제공하는 연구가 포함되어 있다. 이 연구에서는 국내외 IT

<sup>†</sup>교신저자 : 우송대학교 철도대학원  
E-mail : dhsong@wsu.ac.kr

<sup>1</sup>우송대학교 컴퓨터정보학과

<sup>2</sup>우송대학교 철도기술연구소

및 스마트센서가 적용된 사례 조사[3-7] 및 분석을 통해 화장실 내 응급상황 감지 시스템(LEDs : Lavatory Emergency Detection System)을 포함한 7가지의 IT 및 스마트센서 적용기술들이 선정되어 현재 개발 중에 있다. 본 논문에 앞서 개발과정에 따라 LEDs의 설계까지의 내용을 발표한 논문[8]과 LEDs의 구현과 기능테스트를 수행한 내용을 발표한 논문[9]이 있으며 본 논문은 이들을 통합하고 이후에 진행된 센서모듈과 소프트웨어들의 구현 및 테스트에 대한 내용들을 포함하여 개발의 전 과정을 정리한 것이다. 본 논문은 한국철도기술의 대외경쟁력 제고 면에서 중요한 의미를 갖는다. 즉, 아직까지 철도승객의 안전과 편의를 위한 IT의 적용사례가 미미한 상태에서 센서를 활용한 응용시스템의 개발을 시도하고 연구개발의 내용을 소개함으로써 센서, USN, 객체지향개발방법론 등의 활용에 대한 관심을 높이고 그 결과 향상된 개발품들이 적용되어 IT의 강국에 이어 철도강국으로 자리매김 할 것이기 때문이다.

## 2.1 화장실의 특성

열차 화장실은 밀폐되어 있는 개인적인 공간이므로, 응급상황의 발생을 CCTV를 이용하여 확인하는 것은 적절치 않기 때문에, 사용자 스스로가 외부에 도움을 요청하기 전까지는 내부의 상황을 인지하여 조치를 취하는 것은 쉬운 일이 아니다.

## 2.2 화장실 내에서의 응급상황

일상에서의 응급상황은 종류나 증상에서 헤아릴 수 없이 많으며 응급상황 발생 시 빠른 대처가 필요하다. 그 중 심장마비, 발작, 졸도 등은 화장실내에서 흔히 발생 할 수 있고, 발생 시 3초에서 10초 사이에 의식을 잃게 되어 사용자가 외부로 도움을 요청 할 수 없으며, 4분에서 5분이 경과하면 뇌세포가 파괴되기 시작하므로 빠른 대처가 필요한 응급상황이다.

## 2.3 화장실 내에서의 응급상황 감지

현재 고속철도내의 화장실에서는 필요 시 외부에 도움을 요청할 수 있는 장치를 찾아보기 힘들다. 특히, 응급상황 시 사용자가 도움을 요청할 수 없는 급작스러운 경우가 대부분이기 때문에 사용자의 움직임을 감지하여 응급상황의 발생 여부를 판단하고 필요한 조치를 취할 필요가 있다. 심장마비의 경우 3초에서 10초 사이에 정신을 잃게 되며, 4분~5분 후에 뇌세포가 죽기 시작하여 응급처치를 시행하지 않으면 뇌가 치명적으로 손상되거나 사망할 수 있다[10]. 또한, 사람이 아무것도 하지 않는 상태에서 10초 이상 움직이지 않고 있다는 것은 어려운 일이며, 좌석이 없는 승객이 열차 내 승무원의 눈을 피해 화장실을 점유하는 경우가 종종 발생한다고 한다. 다수가 이용하는 공공화장실에서 20분 이상 점유하는 경우는 잠을 자거나, 의식을 잃은 경우가 아니면 흔치 않은 일이다. 본 논문에 소개된 시스템에서는 화장실 내에 PIR센서와 모션감지센서의 설치를 통해 사용자의 움

직임을 지속적으로 확인하며, 움직임이 감지되지 않는 상황이 10초 이상 지속되면 화장실 사용자의 이상유무를 확인하기 위하여 화장실 내에 터치스크린 모니터를 설치함으로써 유사시에 화장실 사용자와 의사소통을 할 수 있도록 하였다. 만약 화장실 사용자의 응답이 없는 경우에는 의식불명상태의 응급상황으로 간주하여, 승무원의 휴대용 단말기로 상황을 통보한다. 또한, PIR센서와 모션감지센서가 감지하지 못한 사용자의 응급상황을 판단하기 위하여 타이머작동을 통해 장시간이상의 사용자가 감지될 경우에도 화장실에 설치된 단말기를 통하여 화장실 사용자의 응답유무를 확인한다.

## 3. 요구사항 분석

화장실 내 응급상황을 감지하는 시스템을 개발하기 위해 문제정의서를 작성하였으며, 문제정의서를 바탕으로 Use-Case를 식별하고 Use-Case Diagram을 작성하였다. Use-case 별로 시나리오를 구성하였고, 시나리오 분석을 통하여 화장실 내 응급상황 감지 시스템의 전체흐름을 파악하였다.

### 3.1 문제정의서

사용자가 화장실에 들어가 문을 잠그면 상황감지가 시작된다. 사용자가 화장실 사용 중 동작이 일정시간 정지된 상태를 응급상황이 발생했다고 한다. 또 다른 경우는 사용자가 장시간 화장실을 점유하고 있을 경우, 사용자의 움직임이 감지되는 것과는 관계없이 사용자의 이상유무를 확인한다. 이상이 없을 시에도 다른 사용자를 위하여 화장실을 비울 것을 요청할 수 있다. 위의 두 가지 경우, 이상으로 판단되면 사용자의 상황을 확인한 후 승무원에게 응급상황을 통보한다. 확인방법은 시각 또는 청각장애자의 경우를 대비하여 화장실내의 단말기로 음성메시지와 확인메시지를 보낸다. 사용자가 단말기를 통하여 아무런 응답이 없으면 시스템은 승무원 단말기로 상황을 통보한다. 통보내용은 화장실의 위치, 감지내용(장시간 사용, 동작정지 등), 발생 시각이다. 승무원은 휴대용 단말기를 통하여 상황을 통보 받는다.

### 3.2 Use-Case Diagram 및 시나리오

#### 3.2.1 Use-Case Diagram

Use-Case란 사용자 등 시스템과 직접적으로 관계를 갖는 개체가 관계하는 개발대상 시스템의 기능을 말하며 화장실

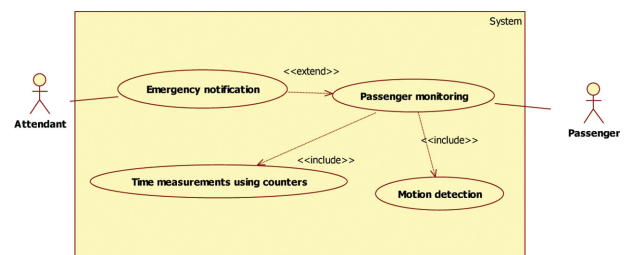


Fig. 1 Use-case Diagram

내 응급상황 감지 시스템은 상황확인, 사용시간측정, 응급상황통보, 움직임 감지 4개의 Use-case로 표현 할 수 있으며 Use-case Diagram은 Fig. 1과 같다.

### 3.2.2 시나리오

시나리오는 각 Use-Case별로 작성이 되며 해당 Use-Case가 기능을 수행하는 절차 및 경우를 나타낸다. LEDS가 포함하는 Use-case별 시나리오는 아래와 같이 정의하였다.

#### (가) 움직임 감지

- ① 화장실 문이 잠기면 움직임감지센서 및 움직임타이머 작동개시
- ② 화장실 문이 잠겨있는 동안
  - ②-1. 움직임이 발생될 때마다 움직임타이머를 0으로 리셋
  - ②-2. 타이머가 10초가 지나도록 움직임이 감지되지 않으면
    - 확인 요청 하고
    - 움직임타이머 리셋 한 후
    - ②-1번으로 돌아감
- ③ 화장실 문이 열리면 종료

#### (나) 상황확인

- ① 확인 요청 접수
- ② monitor 에 확인메시지 전송
- ③ 응답 대기
  - 응답이 오면 이상 없음 이므로 정상상태로 종료
  - 5초 경과할 동안 응답이 없다면 ②,③번 action을 반복
  - 2번째에도 응답이 없으면 ④번 진행
- ④ 응급상태로 판단하고 승무원 단말기로 통보

#### (다) 사용시간측정

- ① 화장실 문이 잠기면 사용시간타이머 작동개시
- ② 화장실 문이 열리면 종료
- ③ 20분이 경과되면
  - 확인을 요청
  - 사용시간타이머는 리셋
- ④ ②번으로 돌아감

#### (라) 응급상황 통보

- ① 화장실 위치 파악
- ② 모든 승무원에게 알림
- ③ 상황을 기록

### 3.3 LEDS의 흐름도

LEDS 시스템 전체의 흐름은 각 Use-Case의 시나리오를 통합하여 파악할 수 있으며 Fig. 2의 흐름도와 같다.

1. 문을 잠그면 움직임 감지센서와 타이머가 작동
2. 타이머 작동 후 20분이 경과하도록 사용자가 나오지 않으면 LEDS는 사용자의 상태를 확인
3. 움직임이 10초 이상 감지되지 않으면 서버는 사용자의 이상여부를 확인

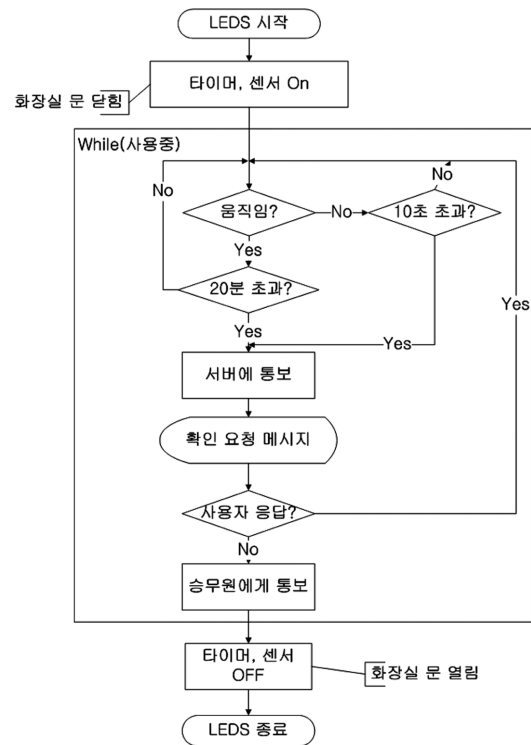


Fig. 2 System Flowchart

4. 화장실내의 모니터 상에 확인메시지를 현시
5. 사용자가 30초 동안 아무런 응답이 없으면 서버는 승무원에게 상황을 통보
6. 타이머 및 센서들은 화장실 문이 잠겨있는 동안 작동 상태를 유지

## 4. LEDS의 설계

화장실 내 응급상황 감지 시스템의 설계는 크게 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크 설계로 구분하였다.

### 4.1 하드웨어 설계

LEDS의 전체 시스템 구성은 Fig. 3과 같다. 문의 개폐를 통한 출입감지센서, 사용자의 움직임을 감지하는 인체감지센서로 구성된 센서모듈과 사용자의 상황을 확인하기 위한 화장실용 단말기, 화장실 사용자의 응급상황을 통보 받는 승무원용 단말기, 서버와 승무원용 단말기 간의 통신을 연결하는 무선AP, LEDS 전체 시스템을 제어하는 서버로 구성되어 있다.

### 4.2 소프트웨어 설계

시스템의 소프트웨어 구조는 Fig. 4와 같으며 움직임감지센서 소프트웨어, 서버 소프트웨어, 화장실용 단말기 소프트웨어, 승무원 단말기 소프트웨어로 구성되어 있다. 움직임 감지센서 소프트웨어는 화장실 사용자가 화장실 문을 잠그면

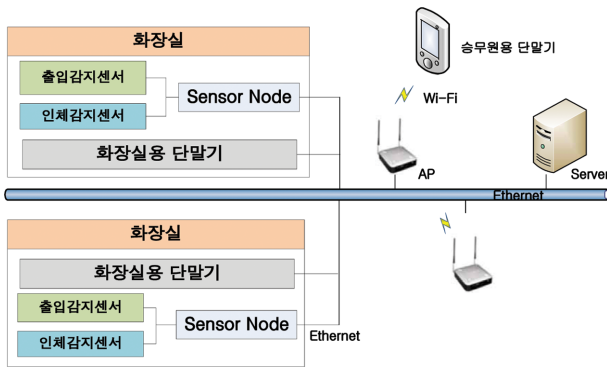


Fig. 3 Hardware structure

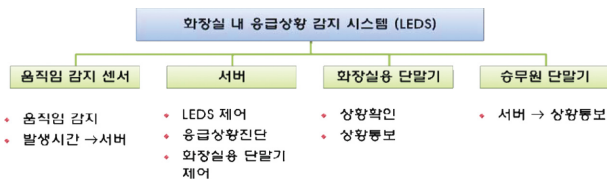


Fig. 4 Software structure

움직임 감지를 시작한다. 사용자가 시스템에서 설정해 놓은 시간 동안 움직임이 감지되지 않거나, 사용자가 화장실을 장시간 사용할 경우 사용자의 응급상황 확인을 위해 서버로 발생시간 및 화장실 위치정보를 보낸다. 서버 소프트웨어는 화장실 내 응급상황 감지 시스템 전체를 제어하며, 화장실용 단말기를 통하여 응급상황을 진단하고 제어한다. 화장실용 단말기 소프트웨어는 서버를 통하여 사용자의 상황을 확인하여 서버로 전송한다. 승무원 단말기 소프트웨어는 서버를 통하여 응급상황을 통보 받는다.

### 4.3 NetWork 설계

서버 및 모든 장치는 Ethernet에 연결되어 **TCP/IP 프로토콜로 통신**을 한다. 서버는 서버소켓으로 동작하고 화장실 센서 노드, 화장실용 단말기, 승무원 단말기는 클라이언트 소켓으로 동작한다. 화장실에 설치된 센서 노드를 통하여 사용자의 움직임을 감지하고 설정된 시간 동안 움직임이 감지되지 않으면 센서 노드는 Ethernet을 통하여 서버로 상황을 전송한다. 전송 받은 서버는 화장실에 설치된 단말기와의 통신을 통하여 사용자의 이상유무를 확인하고 사용자의 응답이 없을 경우 객실 내 설치되어 있는 무선AP를 통하여 무선으로 이동 중인 승무원 단말기로 상황을 통보한다.

### 4.4 Interface 설계

인터페이스 설계는 화장실 단말기와 승무원 단말기의 Interface로 이루어졌다.

#### 4.4.1 시나리오

화장실 내에 설치된 단말기를 통하여 화장실 사용자의 응급상황이 감지되었을 경우 사용자의 상황을 확인하기 위한 단말기의 화면을 설계하였다. Fig. 5는 화장실 단말기의 기

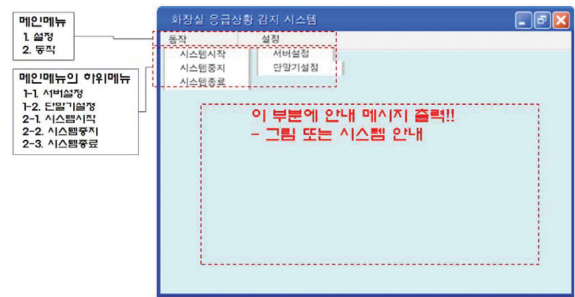


Fig. 5 Lavatory's terminal (setting the connection to server)

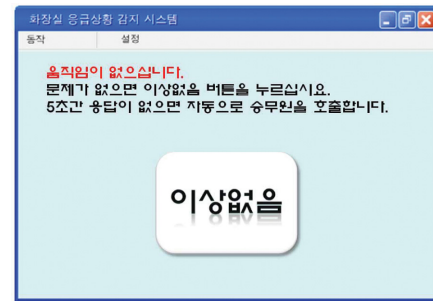


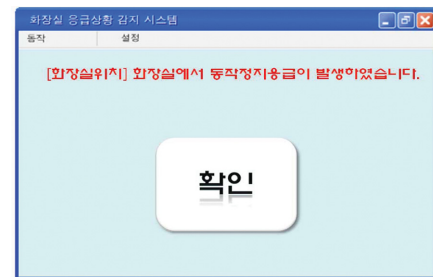
Fig. 6 Lavatory Terminal (requesting a response from a user)

본 UI화면으로 서버와의 연결을 설정하는 화면이다.

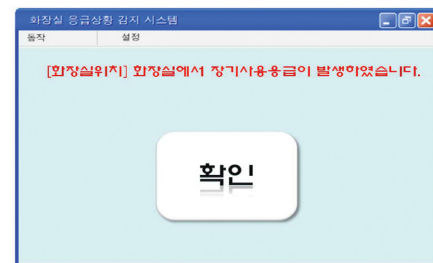
Fig. 6은 화장실 사용자의 응급상황을 확인하기 위한 메시지를 출력하는 화면으로 승객이 움직임이 감지되지 않을 경우 서버는 화면과 음성으로 메시지를 출력하고 사용자의 응답(이상없음 버튼누름)을 기다린다.

#### 4.4.2 승무원 단말기

승무원용 단말기의 기본 UI화면은 Fig. 5의 화장실 단말기와 같다. Fig. 7(a)는 서버를 통하여 화장실 사용자의 이



(a)



(b)

Fig. 7 Attendant's Terminal



상유무를 확인한 결과, 응답이 없을 때에 화장실 사용자가 의식을 잃어 응답을 할 수 없는 경우로 판단하여 승무원 단말기로 화장실 위치와 응급상황의 종류를 통보하는 화면이다. Fig. 7(b)는 화장실 사용자의 사용시간을 확인한 결과가 일정시간 이상 화장실을 사용할 경우 승무원 단말기로 상황을 통보하는 화면이다.

## 5. LEDS의 구현

LEDS의 구현은 하드웨어와 소프트웨어로 이루어졌다.

### 5.1 하드웨어의 구현

#### 5.1.1 센서노드

화장실 내 사용자의 움직임을 감지하기 위하여 x-밴드 도플러 센서와 PIR센서로 구성되어 있으며, 응급상황 감지 시 Ethernet을 통하여 서버로 데이터를 전송하여 상황을 확인할 수 있도록 하였다. 구현된 센서노드는 Fig. 8과 같다.

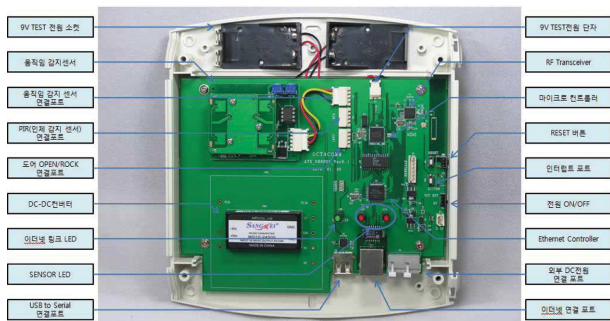


Fig. 8 Hardware structure

#### 5.1.2 단말기

화장실용 단말기와 승무원용 단말기는 동일한 모델로 7인치 터치스크린의 UMPC로 모니터가 180도 회전하여 접을 수 있는 제품을 사용하여 화장실 내 벽에 부착이 가능하도록 하였으며, 승무원용 단말기로 휴대가 용이한 제품을 사용하였다. 현재 열차 내 승무원이 사용하는 단말기는 승객의 열차 운임료 계산이 가능한 PDA를 사용하고 있으나 화상대화를 위한 카메라 등이 부착되어 있지 않은 관계로 본



Fig. 9 Terminal

연구에서는 Prototype으로 시중에서 판매되고 있는 제품을 활용하여 구현하였으나, 향후에 실제은행 중인 열차에 탑재될 경우에는 현재 승무원 단말기의 기능을 추가하여 활용할 수 있는 새로운 장비의 개발이 요구된다.

#### 5.1.3 서버

실제 열차 내 테스트 시에 사용할 서버는 19인치 서버랙에 장착되는 서버는 데이터의 안전성을 위하여 하드디스크는 미러링을 하였고, 끊김 없는 전원 공급을 위하여 UPS를 붙였다.

### 5.2 소프트웨어의 구현

시스템을 구현하기 위한 소프트웨어 환경은 Windows XP 운영체제이고 개발언어는 JAVA이며, 구현된 7개의 주요함수는 다음과 같다.

Table 1. Function table

함수구분	함수내용
초기화	- 시스템의 각 장치와 응용프로그램 초기화
이벤트 처리	- 하드웨어, 통신, 센서감지 등과 관련된 이벤트 처리로 구분하여 처리
Door-Lock센서	- 출입문 감지센서 초기화 - 센서동작 활성화 및 비활성화 - 출입감지
움직임 센서	- 움직임센서 초기화 - 센서동작 활성화 및 비활성화 - 움직임 감지
IR 센서	- 센서 초기화 - 센서동작의 활성화 및 비활성화 - 동작 감지
Ethernet 통신	- 화장실 센서 노드와 서버와의 연결허가 요청 - 센서 노드의 리셋 - 소켓상태 확인 - 센서 노드로 부터 전달받은 패킷을 서버로 전송 - 상황에 따른 패킷 타입의 데이터 처리 부분 정의, 구현
시리얼 통신	- 시리얼 데이터 처리 관련 함수 - 정의 및 구현

## 6. LEDS 테스트

LEDS시스템은 차세대고속철도(HEMU-400x) 시제차량에 탑재할 예정이다. 아직 시제차량은 제작되지 않았다. 따라서, 시제차량 탑재에 앞서 구현된 시스템의 성능 테스트를 위하여 연구실 내에서의 실험을 진행하였다.

### 6.1 테스트 계획

화장실 사용자의 움직임을 파악하기 위한 테스트 계획은 정상적인 상황에서의 움직임 감지, 10초 이상 움직임이 없는 경우, 사용시간이 20분을 초과하였을 경우의 세가지로 구

분하였다.

(1) 정상적인 상황에서의 움직임 감지

- 사용자의 움직임을 모두 감지하는지 확인
- 움직임이 없을 경우 정지상태임을 판단하는지 확인

(2) 10초 이상 움직임이 없는 경우의 감지

- 사용자가 10초 이상 움직임이 없을 경우 감지하는지 확인
- 움직임이 없는 것을 감지하였을 경우 서버에 통보되는지 확인

(3) 사용시간이 20분을 초과하였을 경우의 감지

- 사용자가 20분을 초과하여 사용하였을 경우 감지하는지 확인
- 20분을 초과하여 사용하였을 경우 서버에 통보되는지 확인

## 6.2 테스트 환경 구축

성능 테스트를 위하여 건물 내 화장실에 시스템을 설치하여 테스트 환경을 구축하였다. Fig. 10은 화장실 내에 설치된 센서 노드와 화장실용 단말기의 모습이다.



Fig. 10 Test Environment

## 6.3 테스트 결과

Fig. 11과 같이 테스트 환경에서 설정된 3가지 테스트 계획에 따라 센서가 움직임을 감지한 상황에 따라 서버와 화장실용 단말기, 승무원용 단말기로 상황을 통보하는지에 대해 확인하였다.



Fig. 11 test Situation

(1) 정상적인 사용자

사용자는 화장실에서 평상시와 같은 움직임을 보이며 화장실을 이용하도록 하였으며, 사용자가 화장실 문을 잠그면 움직임감지센서와 함께 타이머가 작동을 시작한다. 사용자가 지속적인 움직임을 보이며 사용시간이 20분을 초과하지 않을 경우에는 정상적인 사용자로 판단한다. Fig. 12는 정상

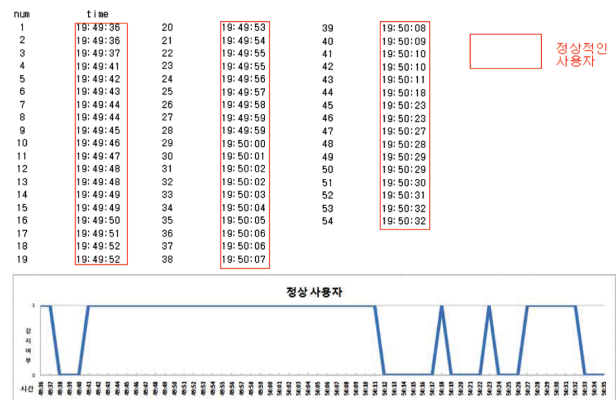


Fig. 12 Normal user

적인 화장실 사용의 경우 데이터와 그래프를 표현 한 것이다.

(2) 10초 이상 움직임이 없는 사용자

사용자가 화장실에 들어간 후 사용자의 움직임이 감지된 시간을 체크하여 10초 이상 움직임이 없는 경우에는 사용자의 응급상황 여부를 판단하기 위하여 Fig. 13과 같이 화장실용 단말기를 통하여 사용자의 이상유무를 확인한다. 서버는 사용자가 30초 내에 응답이 없을 경우에는 의식이 없는 응급상황으로 판단하여 승무원용 단말기로 상황을 통보하고, 사용자가 모니터의 버튼을 통해 응답이 있을 경우에는 정상사용으로 판단하고 사용자가 화장실 문을 열고 나갈 때까지 움직임을 계속 감지한다

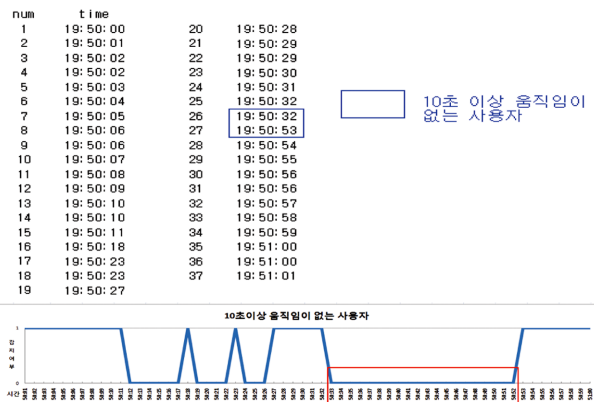


Fig. 13 graph showing no movement

(3) 사용시간이 20분을 초과하였을 경우

사용자에게서 지속적인 움직임은 감지되지만 사용시간이 길어질 경우에도 서버는 화장실용 단말기를 통하여 사용자의 이상유무를 확인하고, 사용자에게서 응답이 없을 경우에는 정확한 상황 판단을 위하여 승무원용 단말기로 상황을 통보한다.

테스트에서는 편의상 1분 이상 사용자를 장시간 사용자로 판단하도록 하여 테스트하였으며, Fig. 14와 같이 상황을 감지하는 것을 확인하였다.

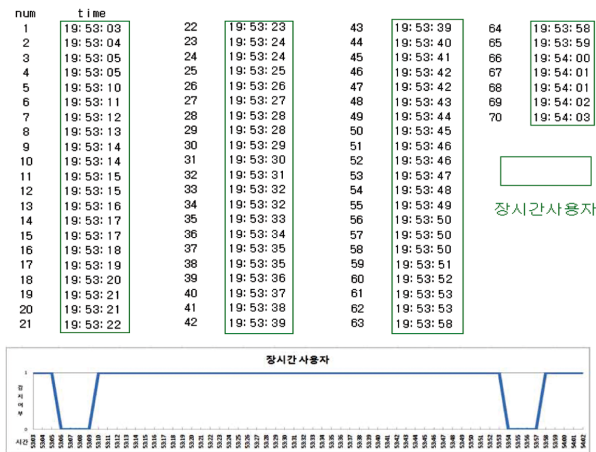


Fig. 14 long term user

## 7. 결 론

IT 강국으로써 승객의 안전과 편의를 향상시키고 철도기술의 국제적 경쟁력을 높이기 위한 화장실내 응급상황감지시스템의 개발내용을 소개하였다. 화장실 사용자가 의식불명의 상태로 외부에 도움을 요청할 수 없을 경우를 응급상황으로 정의하여 화장실 내의 센서를 통하여 일정 시간 동안 움직임이 감지 되지 않거나, 장시간 동안 화장실을 사용할 경우 화장실에 설치된 단말기로 화장실 사용자의 이상유무를 확인하고 사용자가 응답이 없을 경우에는 승무원 단말기로 상황을 통보하여 화장실 사용자의 상황을 확인하여 조치를 취할 수 있도록 하는 시스템을 개발하였다. 현재 시스템은 하드웨어와 소프트웨어를 구현하여 시제차량에 탑재하여 테스트하기 전에 연구실에서 시스템의 성능을 테스트 하기 위하여 테스트 계획을 세워 모의테스트를 진행하였다. 테스트 케이스는 정상적인 사용, 10초 이상 움직임이 없는 사용, 장시간 사용으로 구분하여 시스템이 의도대로 작동 되는 것을 확인하였다. 향후 차세대고속열차의 시제차량이 제작되면 차량에 탑재하여 실제 운행중인 차량 내에서의 테스트를 진행 할 계획이며, 이를 통하여 실제 운용차량에서의 적용성을 검증 할 것이다.

## 후 기

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(과제번호 07 차세대고속철도 A01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] Y.J. Kim et al. (2009) Design and Verification using Energy Consumption Model of Low Power Sensor Network for Monitoring System for Elderly Living Alone, *Journal of the IEEE*, 13(3), pp. 299-306.
- [2] H.J. Park (2010) Implementation of the Living Alone Elderly People Protection System using Ubiquitous Sensor Networks, *Journal of the Korea Society of Industrial Information Systems*, 15(2), pp. 41-48.
- [3] D.J. Chang et al. (2009) Survey on the Adoptability of IT and Smart Sensor Technologies into the Next-Generation High-Speed Train, *Journal of the Korean Society for Railway*, 12(5), pp. 649-655.
- [4] E. Grenaker III, et al. (1996) Improved Passenger Counter and Classifier System for Transit Operations, Transportation Research Board.
- [5] Thomas J. Kimpel, et al. (2003) Automatic Passenger Counter Evaluation: Implications for National Transit Database Reporting, *Journal of Transportation Research Board*, pp. 93-100.
- [6] B.M. Chung, et al. (2007) 2006 Reports on the USN Field Test Results, National Information Society Agency, Seoul, Korea.
- [7] K.H. Kim, et al. (2005) Studies on Analysis of Technical Trend of USN, National Computerization Agency, Kyunggi-Do, Korea.
- [8] D.J. Chang et al. (2009) Design of Lavatory Emergency Detection system, *Proceedings of 2009 Spring Conference of the Korean Society for Railway*, The Korean Association For Railway. pp. 285-291.
- [9] D.J. Chang et al. (2009) Implementation of the Lavatory Emergency Detection System in Train, *Proceedings of 2009 Autumn Conference of the Korean Society for Railway*, The Korean Association For Railway, pp. 1376-1383/
- [10] <http://blog.daum.net/han0114/17049559> (2009.10.24)

접수일(2011년 4월 6일), 수정일(2011년 6월 11일),  
게재확정일(2011년 6월 21일)