



열차 화장실 내 응급상황 감지 시스템 구현에 관한 연구

Implementation of the Lavatory Emergency Detection System in Train

저자 (Authors)	장덕진, 강송희, 서동기, 박현휴, 이현호, 송달호 Chang Duk-Jin, Kang Song-Hee, Seo Dong-ki, Park Hyun-Hue, Lee Hyeon-Ho, Song Dahl-Ho
출처 (Source)	한국철도학회 학술발표대회논문집 , 2009.11, 1376-1383 (8 pages)
발행처 (Publisher)	한국철도학회 Korean Society for Railway
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01296532
APA Style	장덕진, 강송희, 서동기, 박현휴, 이현호, 송달호 (2009). 열차 화장실 내 응급상황 감지 시스템 구현에 관한 연구. 한국철도학회 학술발표대회논문집, 1376-1383.
이용정보 (Accessed)	한국산업기술대학교 183.101.133.*** 2018/07/01 17:54 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 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.

열차 화장실 내 응급상황 감지 시스템 구현에 관한 연구

Implementation of the Lavatory Emergency Detection System in Train

장덕진†	강송희*	서동기**	박현휴**
Chang, Duk-Jin	Kang, Song-Hee	Seo, Dong-ki	Park, Hyun-Hue
	이현호**	송달호***	
	Lee, Hyeon-Ho	Song, Dahl-Ho	

ABSTRACT

A system would be needed in the future train to enhance the passenger healthcare in the lavatory. When an emergency situation suddenly befell a passenger in a train lavatory, prompt detection of a such emergency situation is quite useful to take care of the passenger.

In this paper, an array of sensors, instead of CCTV, was used to detect the emergency situation. CCTV is considered better, however it shall not be used in a lavatory due to the passenger privacy. Based on two scenarios, such as measuring inactive time intervals and sensing passenger motion, the Lavatory Emergency Detection System(LEDs) was developed and tested according to the test plans. The test results showed the operability of the LEDs under a controlled situation. The LEDs will be tested in a lavatory on a moving train to find its adaptability.

1. 서 론

공공장소 및 시설에는 CCTV를 설치하여 특이 상황을 감시할 수 있다. 이와는 달리 열차 내 화장실은 개인만이 사용하는 밀폐된 공간으로 CCTV를 설치하여 내부 상황을 파악하는 것은 불가능하며, 승객에게 응급상황이 발생하더라도 승객 스스로 외부에 도움을 요청하기 전에는 상황을 파악하기 어렵다. 즉각적인 상황 파악이 어려워 신속한 대처를 요구하는 심장마비, 졸도 등으로 인한 의식불명의 상태가 장시간 지속 될 경우 생명까지 위태로울 수 있다. 그러나, 현재 열차 내 화장실에는 응급상황 시 외부에 도움을 요청할 수 있는 장치를 찾아보기 힘들다. 본 논문에서는 열차를 이용하는 승객의 안전과 편의를 높이기 위해 열차 화장실 내에 승객의 프라이버시를 침해하지 않으면서 응급상황을 감지할 수 있도록 센서를 설치하여 응급상황의 발생을 신속히 확인할 수 있는 시스템을 제시하였다. 본 논문에서는 구현에 앞서 이루어진 화장실 내 응급상황 감지 시스템(LEDs: Lavatory Emergency Detection System) 설계를[1] 토대로 시나리오를 재점검하고 화장실 내의 상황을 감지하기 위한 사용자의 사용시간측정과 움직임 감지를 이용하는 시나리오를 작성하고 구현하였다. 구현된 시스템의 동작을 확인하기 위해 현재 KTX의 화장실 크기와 유사한 대학교 내 화장실에 센서를 설치하고 지속적으로 움직임을 감지하며

† 책임저자 : 정회원, 우송대학교 컴퓨터정보학과 교수
E-mail : djchang@wsu.ac.kr

TEL : (042)630-9711 FAX : (042)630-9719

* 정회원, 우송대학교 철도기술연구소, 연구원

** 비회원, 우송대학교 컴퓨터정보학과

*** 정회원, 우송대학교 철도대학원장, 교수

E-mail : dhsong@wsu.ac.kr

TEL : (042)629-6712 FAX : (042)629-6709

정상적인 움직임의 상태 감지, 움직임이 없는 경우의 감지, 장시간 사용자에 대한 감지가 제대로 작동하는지 테스트하였다. 테스트 결과 센서는 사용자의 움직임을 지속적으로 감지하였으며, 상황에 따른 통보 처리가 이루어질 수 있는 것을 확인하였다.

2. 연구의 배경

차세대 고속철도 기술개발사업의 기반기술과제(I-2)인 IT 및 스마트센서 적용기술 개발 연구과제에서는 차세대 고속열차에서 승객의 안전성, 편의성, 효율성을 높이는 IT 및 스마트센서 적용기술을 개발하기 위해 국내외 사례 조사 및 분석을 통해 24가지 적용기술을 도출하였다. 도출된 적용기술은 설문조사, 공청회, 전문가와의 의견수렴 등의 절차를 거쳐 열차 화장실 내 응급상황 감지를 포함한 7가지 적용기술을 확정하였다.

LEDS의 구현에 필요한 설계까지의 작업은 장덕진 외[1]에서 화장실의 특성, 화장실내에서의 응급상황, 응급상황의 감지 방법을 파악하고, 이를 통해 객체지향 방법론에 따라 UML을 사용하여 화장실 내에서의 응급상황 감지에 대한 문제 정의서를 작성하고, 문제 정의서를 토대로 Use-case diagram, Use-case별 시나리오 작성, 시스템에서 사용되는 객체들을 정의한 Class diagram, 객체들의 상호작용을 표현한 sequence diagram, 객체들의 작동상태를 표현한 state chart diagram의 순서로 설계하였다.

2.1 열차 화장실 내 응급상황의 정의

응급상황의 종류나 대처 방법도 다양할 수 있으나 본 논문에서는 승객이 화장실 내에서 일정시간 움직임이 없고 확인 메시지에도 대응을 못해 외부에 도움을 요청할 수 없을 경우 이거나 일정시간 이상 사용하는 상황을 응급상황으로 정의하였다.

2.2 응급상황 감지 시나리오

승객이 화장실에 들어가 문을 잠그면 움직임 감지센서와 타이머가 작동 된다. 타이머 작동 후 20분이 경과하도록 사용자가 나오지 않으면 LEDS는 사용자의 상태를 확인한다. 화장실내의 움직임을 감지하는 센서에 10초 이상 사용자의 움직임이 감지되지 않을 경우 서버는 사용자의 이상여부를 확인한다. 확인 방법은 시각 또는 청각장애자의 경우를 대비하여 화장실내의 모니터 상에 확인메시지를 현시한다. 사용자가 20초 동안 아무런 응답이 없으면 서버는 승무원에게 상황을 통보한다. 타이머 및 센서들은 화장실 문이 잠겨있는 동안 작동상태를 유지한다. (그림 1. LEDS 흐름도 참조)

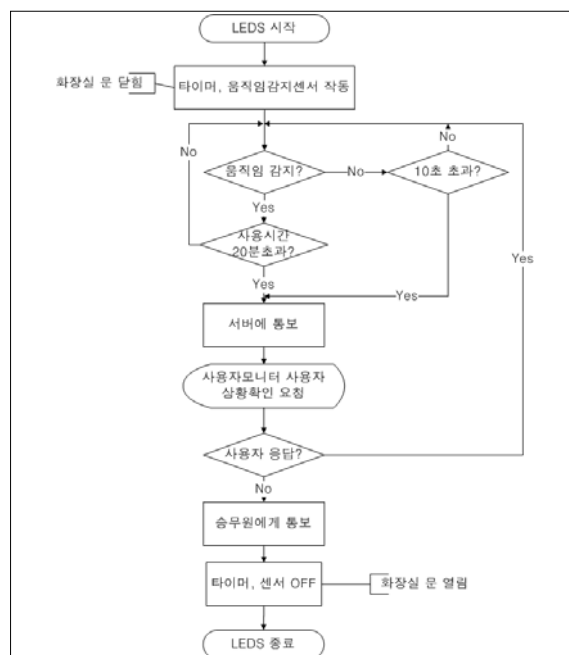


그림 1. LEDS의 흐름도

3. LEDS의 구현

LEDS는 구현의 핵심이 되는 시스템의 구조와 소프트웨어의 구조를 다음과 같이 설정하고 구현하였다.

3.1 시스템 구조

LEDS는 그림2와 같이 움직임 감지센서 모듈, 인터페이스 모듈, 서버, 승무원 PDA, 스피커가 부착된 터치스크린으로 구성되어 있다. Nano-Qplus를 기반으로 한 센서네트워크를 구현하였으며, 2.4GHz RF 통신, Zigbee 표준 MAC인 IEEE 802.15.4를 이용한다. 움직임 감지 센서 모듈은 X-밴드 도플러를 사용한 센서로 MCU는 저전력 8비트 마이크로컨트롤러 코어인 ATmega128L를 사용하였으며, 화장실 내 승객의 움직임을 감지하며 인터페이스 모듈과 송수신 한다.(그림 3참조)[2] 인터페이스 모듈은 움직임 감지센서를 제어하고 센서 모듈을 통해서 받은 데이터를 서버로 보낸다.(그림 4참조)[2] 서버는 본 시스템을 제어하며 상황이 발생하면 승무원 PDA와 스크린을 통해 상황을 통보하고 기록한다. 화장실 내에 이상상황이 발생하면 서버로 상황을 통보하고 통보받은 서버는 화장실 내 모니터를 통해 사용자의 상황을 확인한다. 승무원 PDA는 서버로부터 응급상황을 통보 받는다. 화장실 내에는 이상상황 발생 시 상황을 확인 할 수 있는 터치스크린을 부착하며, 시각·청각 장애인을 위해 스피커가 부착된 터치스크린을 사용한다. 시스템의 구성도는 그림 2와 같다.

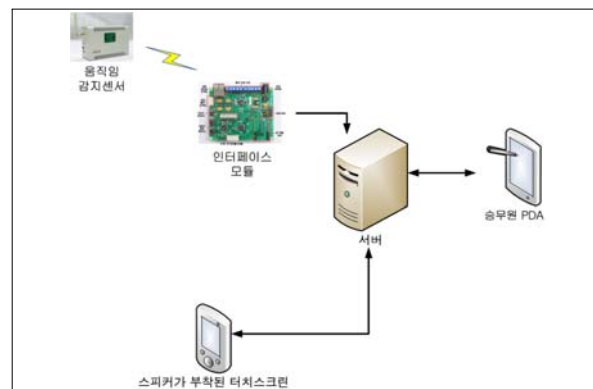


그림 2. 시스템 구성도

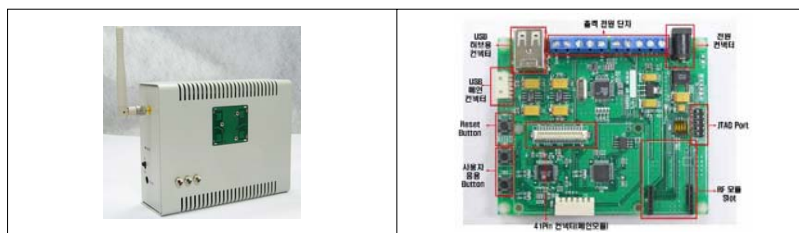


그림 3. 움직임감지 센서모듈

그림 4. 인터페이스모듈

3.2 소프트웨어의 구조

LEDS의 소프트웨어 구조는 움직임 감지센서, 서버, 사용자인터페이스, 승무원 PDA를 구현하는 소프트웨어로 구성되어 있다. 움직임 감지센서에서는 움직임이 감지될 때마다 감지된 시간을 데이터로 서버에 보낸다. 서버는 중앙에서 LEDS를 제어하고 센서로부터 수신된 데이터를 통해 응급상황을 판단하고 승무원PDA와 사용자와의 인터페이스를 제어한다. 승무원 PDA는 응급상황이 발생하면 서버로부터 상황을 통보받아 처리한다. 사용자 인터페이스는 서버와 화장실 내의 상황 확인을 위한 화면을 구성하고 서버에 상황을 통보한다. 그림 5는 LEDS를 도식화한 것이다.

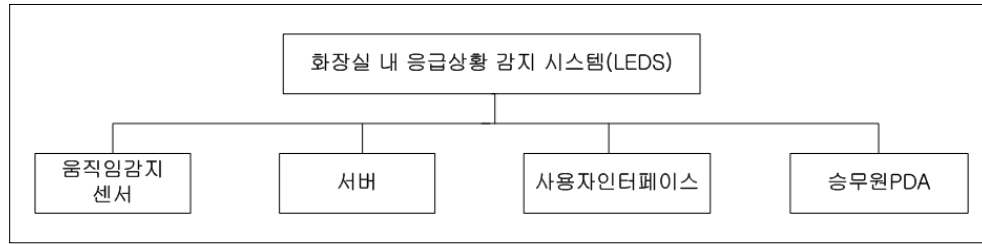


그림 5. 소프트웨어의 구조

4. 테스트

화장실 내 사용자의 움직임의 감지여부를 확인하기 위하여 테스트 계획과 테스트 환경을 구축하여 테스트하였다.

4.1 테스트 계획

움직임 감지 센서로 화장실 사용자의 움직임을 파악하기 위한 테스트 계획은 정상적인 상황에서의 움직임 감지, 10초이상 움직임이 없는 경우, 사용시간이 20분을 초과하였을 경우의 세 가지로 구분하였다.

(1) 정상적인 상황에서의 움직임 감지

- 사용자의 움직임을 빠짐없이 감지하는지 확인
- 움직임이 없는 경우 정지 상태임을 판단하는지 확인

(2) 10초 이상 움직임이 없는 경우의 감지

- 사용자가 10초 동안 움직임이 없는 것을 감지하는지 확인
- 움직임 없음이 감지 되었을때 서버에 통보되는지 확인

(3) 사용시간이 20분을 초과 하였을 경우의 감지

- 사용자가 20분을 초과하여 사용하는 것을 감지하는 확인
- 20분 초과 시에 서버에 통보되는지 확인

4.2 테스트 환경 구축

현재 운행 중인 KTX내의 화장실의 크기는 80Cm*115Cm*195Cm이다. 테스트를 위해서 이를 토대로 98Cm*145cm*215Cm 크기의 대학교 내 화장실을 테스트 장소로 계획하였으며 화장실 내부 구조는 아래의 그림과 같다.(그림 6,7 참조) 센서모듈에서 수신 받는 데이터를 송수신하는데 필요한 인터페이스 모듈과 상황을 통보받고 처리하는 서버는 그림 8과 같이 구성하였다. 또한, 화장실 사용자의 움직임을 감지하기 위해 화장실 천정중앙에 그림9와 같이 움직임감지 센서를 설치하였다.

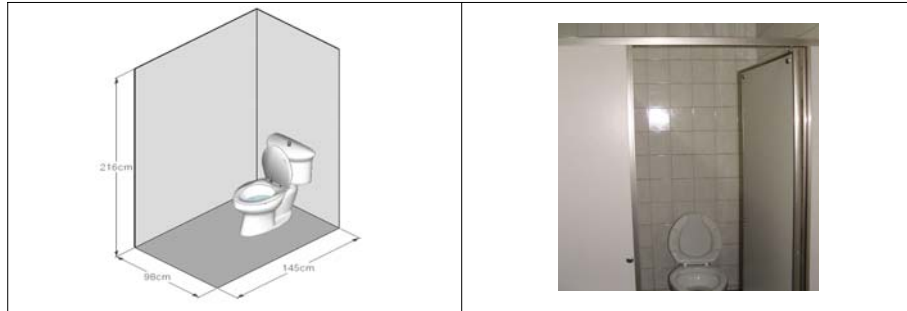


그림 6. 테스트 환경 화장실 크기



그림 7. 테스트 화장실 내부사진



그림 8. 서버와 인터페이스모듈



그림 9. 천장에 부착한 센서

4.3 테스트 결과

(1) 화장실 사용자의 움직임 감지(정상 사용자)

사용자는 화장실에서 평상시와 같은 움직임을 보이며 화장실을 이용하도록 하였다. 사용자가 화장실 문을 잠그면 타이머와 움직임감지 센서가 동작을 시작한다. 사용자가 지속적인 움직임을 보이며 사용 시간이 20분을 초과하지 않을 경우에는 정상적인 사용자로 판단한다. 센서는 화장실 사용자의 움직임이 감지되면 움직임이 감지된 시간을 체크한다. 아래 그림 10은 센서가 화장실 사용자의 움직임을 감지한 시간을 나타낸 데이터로 num은 움직임이 감지될 때마다 증가하는 데이터의 일련번호이고 time은 움직임이 감지된 시간을 “시:분:초”로 나타낸다. 아래 그림 11는 그림 10의 데이터가 보인 정상적인 화장실 사용자의 움직임을 그래프로 표현한 것으로 X축은 시간을 Y축은 감지여부로 움직임이 감지되면 1, 움직임이 감지되지 않은 경우에는 0으로 표현하였다. 아래 데이터를 통해 처음 움직임이 감지된 19:49:36부터 사용자는 지속적인 움직임을 보였으며 19:50:32에 화장실 문을 열고 나갔음을 알 수 있다.

num	time				
1	19:49:36	20	19:49:53	39	19:50:08
2	19:49:36	21	19:49:54	40	19:50:09
3	19:49:37	22	19:49:55	41	19:50:10
4	19:49:41	23	19:49:55	42	19:50:10
5	19:49:42	24	19:49:56	43	19:50:11
6	19:49:43	25	19:49:57	44	19:50:18
7	19:49:44	26	19:49:58	45	19:50:23
8	19:49:44	27	19:49:59	46	19:50:23
9	19:49:45	28	19:49:59	47	19:50:27
10	19:49:46	29	19:50:00	48	19:50:28
11	19:49:47	30	19:50:01	49	19:50:29
12	19:49:48	31	19:50:02	50	19:50:29
13	19:49:48	32	19:50:02	51	19:50:30
14	19:49:49	33	19:50:03	52	19:50:31
15	19:49:49	34	19:50:04	53	19:50:32
16	19:49:50	35	19:50:05	54	19:50:32
17	19:49:51	36	19:50:06		
18	19:49:52	37	19:50:06		
19	19:49:52	38	19:50:07		

정상적인
사용자

그림 10. 정상적인 사용 경우의 데이터

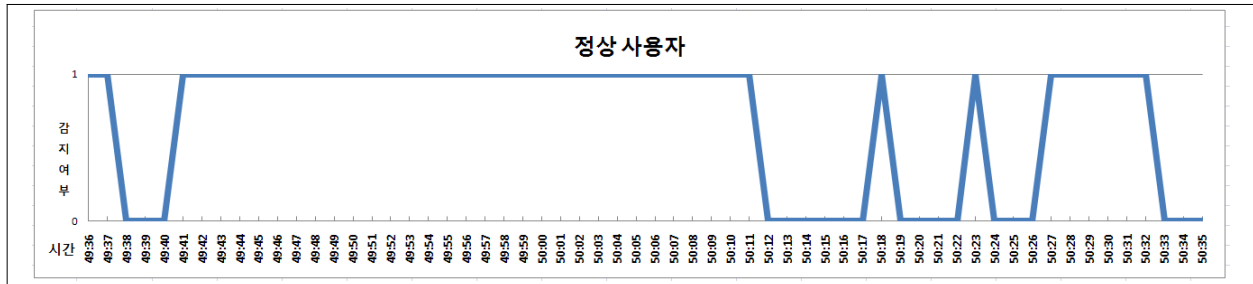


그림 11. 정상적인 사용 경우의 그래프

(2) 10초 이상 움직임이 없는 경우의 감지

사용자의 움직임이 감지된 시간을 체크하여 10초 이상 움직임이 감지되지 않을 경우에는 사용자의 응급상황 여부를 판단하기 위하여 그림 12와 같이 화장실 내에 설치되어 있는 모니터에 그림과 같이 메시지를 보내서 사용자의 이상 유무를 확인한다.

서버는 사용자가 20초 이내에 응답이 없을 경우에는 의식이 없는 응급상황으로 판단하여 승무원의 PDA로 상황을 통보하고, 사용자가 모니터의 버튼을 통해 응답이 있을 경우에는 정상상황으로 판단하고 계속하여 사용자가 화장실 문을 열고 나갈 때까지 움직임을 감지한다.

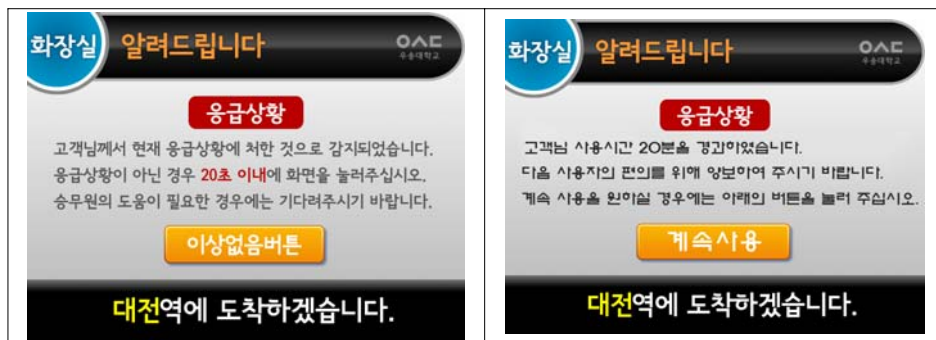


그림 12. 화장실 사용자의 상황 확인을 위한 모니터 화면

그림 13의 데이터에서 네모 박스로 표시된 부분이 10초 이상 움직임이 없는 사용자의 데이터로 움직임이 감지되었을 때 데이터를 표시함으로 19:50:32초부터 19:50:53사이인 21초 동안 움직임이 감지되지 않았으므로 데이터가 존재하지 않는다.

num	time		
1	19: 50: 00	20	19: 50: 28
2	19: 50: 01	21	19: 50: 29
3	19: 50: 02	22	19: 50: 29
4	19: 50: 02	23	19: 50: 30
5	19: 50: 03	24	19: 50: 31
6	19: 50: 04	25	19: 50: 32
7	19: 50: 05	26	19: 50: 32
8	19: 50: 06	27	19: 50: 53
9	19: 50: 06	28	19: 50: 54
10	19: 50: 07	29	19: 50: 55
11	19: 50: 08	30	19: 50: 56
12	19: 50: 09	31	19: 50: 56
13	19: 50: 10	32	19: 50: 57
14	19: 50: 10	33	19: 50: 58
15	19: 50: 11	34	19: 50: 59
16	19: 50: 18	35	19: 51: 00
17	19: 50: 23	36	19: 51: 00
18	19: 50: 23	37	19: 51: 01
19	19: 50: 27		

10초 이상 움직임이 없는 사용자

그림 13. 10초 이상 움직임이 없는 경우의 데이터

그림 14는 10초 이상 움직임이 없는 사용자의 데이터를 그래프로 나타낸 것으로 아래 그래프의 네모 박스로 표시된 50:33부터 50:52분 동안은 움직임이 감지되지 않았다. 서버는 19:50:32부터 10초가 지난 후인 19:50:42초에도 움직임 감지되지 않았으므로 그림 12의 왼쪽 화면을 화장실에 설치된 모니터를 통해 사용자의 상황을 확인하였고, 사용자는 50:52에 움직임을 보이며 화면의 버튼을 눌러 이상 없음을 확인하여 주었다.

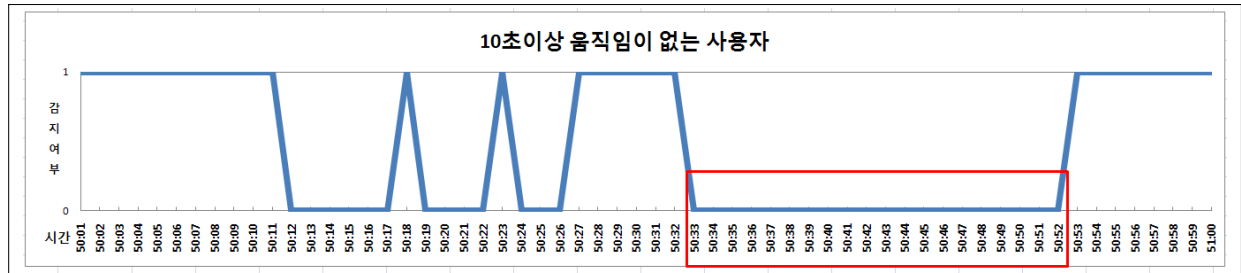


그림 14. 10초 이상 움직임 없는 경우의 그래프

(3) 사용시간이 20분을 초과 하였을 경우의 감지(장시간 사용자)

세 번째 경우는 사용자에게서 지속적인 움직임은 감지되지만 사용시간이 길어질 경우에도 그림 12의 오른쪽 모니터와 같이 사용자의 이상 유무를 확인하고, 사용자에게서 응답이 없을 경우 정확한 상황 판단을 위해 승무원의 PDA에 상황을 통보하도록 하였다. 설계에서는 20분 이상 사용자를 장시간 사용자로 판단하도록 하였으나, 테스트 과정에서는 1분 이상 사용자를 장시간 사용자로 판단하도록 하여 테스트하였다. (그림 15와 16 참조)

num	time				
1	19: 53: 03	22	19: 53: 23	43	19: 53: 39
2	19: 53: 04	23	19: 53: 24	44	19: 53: 40
3	19: 53: 05	24	19: 53: 24	45	19: 53: 41
4	19: 53: 05	25	19: 53: 25	46	19: 53: 42
5	19: 53: 10	26	19: 53: 26	47	19: 53: 42
6	19: 53: 11	27	19: 53: 27	48	19: 53: 43
7	19: 53: 12	28	19: 53: 28	49	19: 53: 44
8	19: 53: 13	29	19: 53: 28	50	19: 53: 45
9	19: 53: 14	30	19: 53: 29	51	19: 53: 46
10	19: 53: 14	31	19: 53: 30	52	19: 53: 46
11	19: 53: 15	32	19: 53: 31	53	19: 53: 47
12	19: 53: 15	33	19: 53: 32	54	19: 53: 48
13	19: 53: 16	34	19: 53: 32	55	19: 53: 49
14	19: 53: 17	35	19: 53: 33	56	19: 53: 50
15	19: 53: 17	36	19: 53: 34	57	19: 53: 50
16	19: 53: 18	37	19: 53: 35	58	19: 53: 50
17	19: 53: 19	38	19: 53: 35	59	19: 53: 51
18	19: 53: 20	39	19: 53: 36	60	19: 53: 52
19	19: 53: 21	40	19: 53: 37	61	19: 53: 53
20	19: 53: 21	41	19: 53: 38	62	19: 53: 53
21	19: 53: 22	42	19: 53: 39	63	19: 53: 58
				64	19: 53: 58
				65	19: 53: 59
				66	19: 54: 00
				67	19: 54: 01
				68	19: 54: 01
				69	19: 54: 02
				70	19: 54: 03

장시간사용자

그림 15. 장시간 사용 경우의 데이터

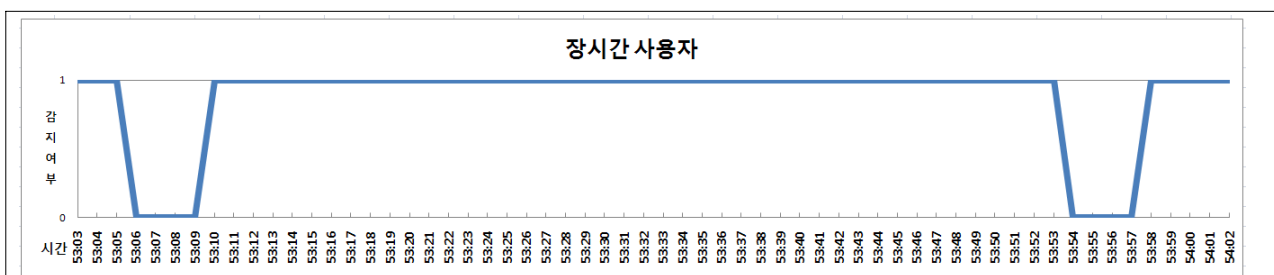


그림 16. 장시간 사용 경우의 그래프

4. 결 론

본 논문에서는 화장실내에서 정신을 잃어 도움을 요청할 수 없는 상황이 발생하였을 경우의 위급한 상황을 응급상황으로 정의하고 이를 감지하고자 화장실 내에 움직임을 감지 할 수 있도록 동작감지 센서를 설치하였다. 화장실 사용자의 움직임을 감지하여 10초 동안 움직임이 없을 경우와 사용시간이 20분을 초과한 경우에는 상황 확인을 위하여 통보하도록 시스템을 구현 하였으며, 대학교 내 화장실에 설치하여 테스트하였다. 현재의 시스템은 승객의 움직임여부를 판단하기 위하여 움직임 감지센서만을 사용하여 시스템을 구현하였으나 신뢰성을 높이기 위해 센서의 개수와 종류를 다양하게 활용하여 움직임 여부를 판단할 수 있도록 개선할 것이다. 또한, 상황을 확인하는 기능과 승무원과 기관실에 통보할 수 있는 기능도 문제 상황에 맞추어 구현할 것이며, 향후에는 열차 내 화장실에 설치한 후 테스트하여 시스템의 적용성을 검증할 것이다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 장덕진 외 3명(2009), “열차화장실 내의 응급상황 감지시스템 설계에 관한 연구”, 한국철도학회 2009년 춘계학술대회 특별세미나 · 특별/일반세션 논문집, PP285-291.
2. 엄휘정(2006), “EZ-ESTO를 이용한 센서네트워크 시스템의 시작”, (주)옥타컴