

# 지하철 안전사고 예방을 위한 안전선 시스템 연구

이덕규, 손승열, 최규호, 고주영, 김현기\*  
국립안동대학교 멀티미디어공학과, \*교신저자  
e-mail : simple\_ho@naver.com

## A study of safety line system for accident prevention in subway

Duck Gyu Lee, Seong Yeol Son, Gyu Ho Choi,  
Jooyoung Ko, Hyenki Kim\*  
Dept. of Multimedia Engineering, Andong National University

### 요 약

일반 시민들이 많이 이용하는 지하철의 안전에 관심이 많으나 안전사고도 끊이지 않고 있다. 그 대책으로 스크린도어가 설치되었지만 스크린도어 사망사고 및 오작동 사례가 적지 않게 야기되고 있다. 본 연구에서는 임베디드 시스템의 센서들을 이용하여 지하철 안전사고 예방을 위한 안전선 시스템을 설계 하였다. 초음파센서를 이용하여 사람이 접근함에 따라 LED 센서 및 부저 센서가 작동하여 상황의 위험성을 알려 안전사고를 예방하도록 설계하고 구현하였다.

### 1. 서론

2003년 대구 지하철 화재 사건 이후 지하철 안전문제에 많은 관심이 일어났으며 지하철 승강장의 화재 예방을 위한 연구도 많이 있다[1]. 지하철은 일반 대중들이 주로 이용하는 지하철임에도 안전사고도 끊이지 않고 있다. 그 대책으로 스크린도어가 설치되었지만 스크린도어 사망사고 및 오작동 사례가 적지 않게 야기되고 있다. 국정감사 자료에 따르면 경부선(서울~천안)은 34%, 경인선(구로~인천)은 60%, 과천선(남태령~금정)은 63%, 분당선(왕십리~수원)은 79% 등으로 안전장치가 미비한 것으로 조사 되었다[2].

이에 따라, 본 논문에서는 이러한 점을 보완하기 위해 지하철 안전사고 예방을 위한 안전선 시스템을 설계하고 구현하였다.

### 2. 관련연구

최근 뉴스를 통해 지하철역사에서 승객이 선로로 추락하는 사고 및 출입문에 끼이는 사고나 플랫폼에 끼이는 사고가 빈번하게 발생하고 있음을 알 수 있다. 이러한 사고를 방지하는 시스템으로 CCTV가 주로 적용되고 있으며 CCTV 만으로는 승강장의 안전사고를 예방할 수 있는 기능의 한계가 있다. 지하철 안전은 승강장의 시스템을 개선함으로써 안전 문제를 해결할 수 있으나 예산과 인력 문

제가 있다[3]. 많은 사람이 사용하는 지하철 승강장의 안전을 위해 지하철공사에서는 승강장에 스크린도어를 설치하여 사고를 예방하려고 계획하고 있으나, 가격이 고가인 관계로 일부 지하철 구간에만 설치되고 있다[4]. 본 연구에서는 지하철 안전선 시스템을 이용하여 비용이 적게 들면서 지하철 승강장 안전사고를 방지하기 위해서 열감지 센서와 초음파 감지 센서와 LED, 그리고 부저를 이용하여 지하철 승강장에서 승객의 안정을 위한 안전선 시스템을 설계하고 구현하고자 한다.

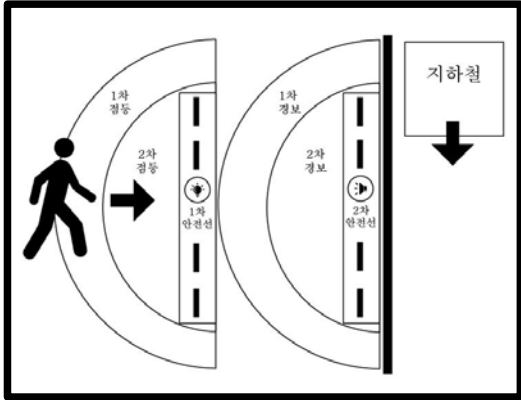
### 3. 지하철 안전선 설계

본 제안시스템이 구성한 장치는 승강장과 선로안쪽에 센서를 설치하도록 하였다. 이 장치는 초음파 센서를 이용하여 승강장 안전선에서 선로쪽으로 승객이 너무 가까이 접근하거나 선로에 추락하였을 경우 승객을 감지하는 기능을 한다. 본 연구에서 설계한 시스템은 오작동을 방지할 수 있는 부분이 가장 중요한 사항으로 위급한 상황이 발생했을 경우 지하철에 신호를 보낼 수 있는 시스템을 구현하였기 때문에 사람과 물체의 구분 인식이 중요하게 작용한다. 그리고 위급상황 발생 시 모든 상황은 역무상황실과 종합사령실에 실시간 통보되도록 장치를 구성하였다. 본 연구에서 설계한 시스템은 임베디드 시스템을 기반으로 그림 1과 같이 1차 안전선과 2차안전선을 설계하였다.

그림 1의 1차 안전선에서는 초음파를 이용하여 거리 감지를 하는 초음파 거리 감지센서를 이용하여 지하철 내에

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터에서 지원하는 서울어코드활성화사업(2011-0-00559)의 연구 결과로 수행되었음

서 지하철이 들어오기 전, 지하철을 이용하는 사람들이 안전거리이상 다가오는 것을 감지하고, 위험범위 안에 들어오게 되면 LED 센서가 작동하도록 설계하였다.



(그림 1) 지하철 안전 시스템 작동 원리

그림 1의 2차 안전선에서는 1차 안전선과 동일하게 초음파감지센서를 이용하였으며, 1차 안전선과 다르게 위험범위 안에 들어오게 되면 부저(Buzzer)센서를 작동하여 지하철을 이용하는 사람들이 안전사고위험성이 있음을 알 수 있도록 설계하였다.

또한 역사의 모든 환경상황을 모니터링 하는 센서를 설치하였다. 이러한 본 제안 시스템의 특징을 요약하면 다음과 같다. 첫째, USN의 이용으로 승객과 지하철과의 안전사고를 미연에 방지할 수 있으며, 위급 상황 발생 시 신속하게 열차를 제어할 수 있는 시스템을 구현하였다. 둘째, 센서 감시동작으로 화재 발생 등 재난사고에 대한 방지시스템을 구현하였다. 셋째, 센서 네트워크의 연계에 의한 빠른 시스템의 동작으로 신속한 대처 및 조치가 가능하다. 넷째, 항시 역사의 환경모니터링이 가능하여 공기조화시스템과 연동하여 역사내의 환경을 최적의 상태로 유지할 수 있으며, 그 결과로 인하여 에너지 절감 효과를 기대할 수 있다. 다섯째, 마지막으로 설치비용이 매우 저렴하다는 것이다. 본 제안시스템은 승강장에서 일어날 수 있는 여러 가지 안전사고에 대해서 상당부분 예방 및 신속한 대처가 가능하게 시스템이 구현되어 있어서 지하철 안전운행 및 승객들이 안심하고 지하철을 이용하는데 매우 중요하게 기여를 할 것으로 기대를 할 수 있다. 이러한 여러 가지 장점으로 본 제안시스템은 스크린도어를 대체할 수 있는 지하철 안전사고 방지시스템으로 기대된다.

#### 4. 지하철 안전선 시스템 구현 및 결과

본 연구에서는 임베디드 시스템을 기반으로 한 실습 장비인 아두이지(Ardu-uz)를 이용하였으며, 마이크로컨트롤러는 Arduino Mega 2560 or Mega ADK 이다[5]. 아두이지의 플랫폼인 아두이노(Arduino)는 사물인터넷 개방형 플랫폼으로 아두이지는 사물간 데이터를 주고 받을 수 있

도록 개발된 실습 장비이다.

본 연구에서는 지하철 안전선을 구현하기 위해서 임베디드 프로그램을 작성하여 각각 1차안전선과 2차안전선으로 나누어 구현하였다. 1차 안전선은 아두이노 프로그램을 이용하여 그림 2와 같이 UltraSonic.h(라이브러리)와 DLTRA\_PIN 75(초음파센서 핀 번호)를 이용하여 거리 감지를 하고, LED.h(라이브러리), LED\_ADDR36(LED센서 핀 번호)를 사용하여 사람이 안전선에 가까워질수록 LED를 빠르게 켜기/끄기를 반복하여 위험성을 부각시키는 기능을 한다.

2차 안전선은 사람이 1차 안전선에서의 위험성을 인지하지 못하고 지하철이 들어오는 방향으로 계속 접근하였을 때 작동 되는 것이며, 그림 3과 같이 아두이노 프로그램을 이용하여 UltraSonic.h(라이브러리)와 DLTRA\_PIN 75(초음파센서 핀 번호)를 이용하여 거리 감지를 하고, Buzzer.h(라이브러리)와 BUZ\_PIN 11(부저센서 핀 번호)를 이용하여 2차 안전선에 가까워질수록 부저음의 소리크기와 주기를 빠르게 하여 사고의 위험성을 알리도록 구현하였다.

```
#include "UltraSonic.h"
#include "LED.h"
//제어할 센서에 대한 라이브러리 추가==
#define ULTRA_PIN 75
#define LED_ADDR 36
//초음파센서 및 LED센서 핀 번호 정의==

UltraSonic ultra;
LED led;
int ultra_val;
//각 라이브러리 객체 선언==
void setup() {
  ultra.begin(ULTRA_PIN);
  led.begin(LED_ADDR);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  ultra_val=ultra.ReadDistanceMilimeter();
  Serial.println(ultra_val);
  if(ultra_val<200){
    for(int i=1;i<9;i++){
      led.On(i);
    }
  } else if(ultra_val<700){
    for(int i=1;i<5;i++){
      led.On(i);
    }
  } else {
    for(int i=1;i<9;i++){
      led.Off(i);
    }
  }
  delay(1000);
}
```

(그림 2) 1차 안전선 구현 소스

```
#include "UltraSonic.h"
#include "Buzzer.h"
//제어할 센서에 대한 라이브러리 추가==
#define ULTRA_PIN 75
#define BUZ_PIN 11
//초음파센서 및 부저 핀 번호 정의==

UltraSonic ultra;
Buzzer buzzer;
int ultra_val;
int msec;
void control_buzzer(int msec);
//각 라이브러리 객체 선언==
void setup(){
  ultra.begin(ULTRA_PIN);
  buzzer.begin(BUZ_PIN);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  ultra_val=ultra.ReadDistanceMilimeter();
  Serial.println(ultra_val);
  if(ultra_val<1200){
    control_buzzer(100);
  }
  else if(ultra_val<900) {
    control_buzzer(500);
  }
  else if(ultra_val<600) {
    control_buzzer(1000);
  }
  else if(ultra_val<300) {
    tone(BUZ_PIN, 3000);
  }
  else
    noTone(BUZ_PIN);
}
void control_buzzer(int msec) {
  tone(BUZ_PIN, 1000);
  delay(msec);
  noTone(BUZ_PIN);
  delay(msec);
}
```

(그림 3) 2차 안전선 구현 소스

그림 4는 시스템 구현 모습이다. 이벤트가 발생하지 않은 평소 상태이다. 그림 5는 1차 안전선 실험으로 1차 안전선에 사람이 점차 가까이 왔을 때 LED가 켜지는 상태이다. 그림 6은 2차 안전선에 대한 실험으로 2차 안전선에 사람이 가까이 왔을 때 경보 음이 울리도록 한 실험이다. 모든 실험에서 작동을 LED와 경보 음이 제때 울리면서 실험을 성공하였다.



(그림 4) 구현모습



(그림 5) 거리감지 및 LED(1차 안전선), 물체가 접근할수록 LED불이 켜진다.



(그림 6) 거리감지 및 경보음(2차 안전선) 거리감지가 더욱 근접하면 경보음이 울린다.

## 5. 결론

본 논문에서는 지하철을 이용하는 사람들의 안전사고를 예방하고 스크린도어의 안전성을 보완하기 위해 지하철 안전선 시스템을 설계하고 구현하였다. 경보 신호(LED)와 경보음(Buzzer)으로 구성하여 1차 안전선과 2차 안전선으로 배치함으로써 지하철을 이용하는 사람들에게 두 차례로 나누어 경고를 하여 안전에 대한 경각심 주도록 하였으며, 1차 안전선과 2차 안전선에 더 가까이 접근 할 경우 작동하는 주기를 더 빠르게 하여 계속해서 경고를 주는 기능을 더하였다. 향후 현재 계속해서 연구되어지고 있는 스크린 도어와 융합되어 지하철의 안전성에 크게 기여 될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] Dong Kyu Lee, Ju Ho Lee , Dae Keun Lee and Jeong Hoon Kim, Busan subway safety issue news frame analysis: Focused on "Naver Newscast" from 2003 to 2012, Thd Korean Journal of Local Boverment Studies, Vol. 17, No 2, pp.93-116, 2013.
- [2] The Subway Safety Line, Gyeonggi Daily, <http://www.kyeonggi.com/?mod=news&act=articleView&idxno=1192886>
- [3] Dong Ho Rie and Ha Young Kim, "Quantitative Fire Rixk Assesment for the Subway Platform Types", The Journal of The Korean Society of Safety, Vol. 6, pp.1-6, 2006.
- [4] Ill Hwan Kim, "Study on Implementing Preventive System for the Safety Accident in the Subway Station Using USN", Master's thesis, Korea University, 2006
- [5] Hyenki Kim, *The Arduino with Ardu-ez*, Myengseng Press, 2014.