

논문 2007-44IE-2-7

승강장 안전 관리 시스템 개발

(Development of Station Safety Management System)

구 자 일*

(Ja-yl Ku)

요 약

본 논문은 저비용으로 승강장 사고를 예방할 수 있는 승강장 안전 관리 장치 및 방법에 관한 연구이다. 승강장에 승객을 감지할 수 있는 감지부를 설치하고, 승객이 승강장과 선로 또는 차도가 인접한 부분으로 접근함에 따라서, 1차로 경광 램프를 작동시키고 경고음을 출력하여 승객의 주의를 환기시키고, 승객이 승강장의 끝부분까지 접근한 경우에는 사고 발생 위험이 높은 것으로 인지하여 연속적으로 경광 램프를 작동시키고 경고음을 출력함과 동시에, 사고 발생의 위험성을 상황실 및 승강장에 진입하는 차량에 무선 랜을 통하여 통지함으로써, 저비용으로 승강장 사고를 효율적으로 예방할 수 있다.

Abstract

In this paper, we have proposed Station Safety Management System to protect station accident. we establish a sensor part near an underground rail. If a passenger approaches an underground rail, at first, lamp is shining and warning sound is ringing. nevertheless he approaches end of underground rail, At the same time, lamp is shining, warning sound is ringing, this information transfer server and train using wireless LAN. We makes this system using low cost in comparison with another system.

Keyword: Station Safety Management System, Wireless LAN

I. 서 론

최근 지하철 승강장 사고가 빈번하게 발생하고 있다. 이러한 지하철 승강장 사고는 승객의 고의 또는 부주의로 인하여 승객이 승강장에서 선로로 추락하여 진입하는 열차와 충돌함으로써 부상을 당하거나 사망에 이르게 된다. 이러한 승강장 사고를 예방하기 위해서 각 지하철역마다 스크린 도어를 설치하고자 하는 논의가 진행 중이고, 일부 지하철역에서 시범적으로 설치되고 있다.

그러나 이러한 스크린 도어는 그 설치비용이 과다하

여 모든 지하철역에 설치하기에는 현실적 어려움이 있고, 따라서 현재로서는 적절한 비용으로 지하철 승강장 사고를 예방할 수 있는 구체적인 대책이 마련되지 못한 상태이다. 한편, 이러한 승강장 사고는 비단 지하철역에 한 한정되어 발생하는 것이 아니고, 승객들로 붐비는 버스 승강장에서도 승객이 도로에 인접하게 위치하여 진입하는 버스와 부딪히는 사고가 발생할 수 있으며, 모든 버스 승강장에 스크린 도어를 설치하는 것은 지하철역과 마찬가지로 과다한 비용이 소요되어 현실적으로 구현하기 어려운 문제점이 있다. 논문은 저비용으로 승강장 사고를 예방할 수 있는 승강장 안전 관리 장치 및 방법을 제공하려고 한다.

II. 승강장 안전 관리 시스템

승강장 안전 관리 시스템은 승강장에 설치되어 승객

* 정희원, 인하공업전문대학 디지털전자정보과
(Department of Digital Electronic and Information,
Inha technical College)

※ 이 논문은 2006년도 인하공업전문대학 교내연구비
지원에 의하여 발간되었음.

접수일자: 2007년1월25일, 수정완료일: 2007년6월4일

의 접근 여부를 감지하고, 승객의 접근도에 따라서 제 1 감지 신호 및 제 2 감지 신호를 생성하는 승객 감지부, 제어 신호를 입력받아 경광 램프를 구동하는 발광부, 제어 신호를 입력받아 경고 음향을 생성하는 알람부, 및 승객 감지부로부터 제 1 감지 신호 또는 제 2 감지 신호를 수신하여 제어 신호를 생성하고 발광부 및 알람부 중 적어도 하나로 출력하는 제어부, 승강장에 진입 예정 차량과 무선통신을 수행하는 무선 통신부로 구성되어 있다.

그림 1은 승강장 안전 관리 시스템의 구성을 도시한 블록도이다. 상황실 서버 장치의 영상 촬영부는 승강장을 촬영하여 승강장 영상 신호를 생성하고, 승강장 영상 신호를 상황실 서버로 전송한다.

상황실 서버는 제어부로부터 사고 발생 신호를 수신하면, 영상 촬영부로부터 입력된 승강장 영상 신호를 제어부로 출력하고, 사고가 수습된 후 관리자로부터 해지 설정 명령을 입력 받으면, 해지 설정 신호를 생성하여 제어부로 출력한다.

한편, 안전 관리 장치의 승객 감지부는 승강장에 설치되어 승객의 승강장 경계부까지의 접근 여부를 감지하고, 승객의 접근 정도에 따라서 승객이 승강장의 안전선 위치까지 접근한 경우에는 제 1 감지 신호를 생성하여 제어부로 출력하고, 승객이 승강장과 차로 또는 선로의 경계부까지 접근한 경우에는 제 2 감지 신호를 생성하여 제어부로 출력한다. 차량 감지부는 승강장으로 차량이 진입하는지 여부를 감지하여 제어부로 차량 감지 신호를 출력한다. 발광부는 제어부로부터 제어 신호를 입력받아 소정의 경광 램프를 구동하고, 알람부는 제어부로부터 제어 신호를 입력받아 사이렌과 같은 경고 음향을 생성한다. 이때, 발광부는 승강장내에 설치된

제 1 서브 발광부 및 진입 차량에 위급 상황을 알리기 위해서 승강장으로 차량이 진입하기에 앞선 소정 거리에 설치된 제 2 서브 발광부로 구성된다. 제 1 무선 통신부는 제어부로부터 입력되는 승강장 영상 신호를 차량 장치로 전송하거나, 제어부를 통해서 상황실 서버로부터 수신된 음성 신호를 차량 장치로 무선 전송하고, 차량 장치로부터 수신된 음성 신호를 제어부를 통해서 상황실 서버로 전송하는 기능을 수행한다.

제어부는 감지부로부터 제 1 감지 신호 및 또는 제 2 감지 신호를 수신하여 제어 신호를 생성하여 발광부 및 알람부로 출력한다. 구체적으로, 제어부는 제 1 감지 신호가 입력되면 발광부 및 알람부로 하여금 약 2~3초간 경광 램프를 구동하고 사이렌과 같은 경고음을 출력하도록 제어하는 제 1 제어 신호를 생성하여 알람부 및 발광부로 출력한다. 제어부는 제 2 감지 신호가 입력되면 발광부 및 알람부로 하여금 연속적으로 경광 램프를 구동하고 사이렌과 같은 경고음을 출력하도록 제어하는 제 2 제어 신호를 생성하여 알람부 및 발광부로 출력하는 동시에, 사고 발생 신호를 생성하여 상황실 서버로 전송한다. 사고가 수습되고 상황실 서버로부터 해지 설정 신호를 수신하거나 제어부에 연결된 스위치 등을 통하여 직접 해지 설정 신호가 입력되면, 제어부는 해지 제어 신호를 생성하여 발광부 및 알람부로 출력하여, 발광부 및 알람부로 하여금 경광 램프 구동 및 경고음 생성을 중단하도록 한다. 한편, 차량 장치의 제 2 무선 통신부는 안전 관리 장치로부터 승강장 영상 신호를 수신하여 표시부로 출력하고, 표시부는 승강장 영상 신호를 차량의 운전자에게 표시한다. 또한, 차량 알람부는 승강장 영상 신호가 수신 되면 승강장내에 사고 또는 위험 상황이 발생한 것으로 인식하고, 차량 운전자의 주의를 환기시키기 위해서 경고음을 생성하여 출력한다.

그림 2는 승강장 안전 관리 시스템이 지하철역에 설치된 경우를 도시하는 도면이다.

그림 2에서는 약 55m마다 승객 감지부를 설치하였으나, 승객 감지 거리가 더 긴 경우에는 설치 간격을 더

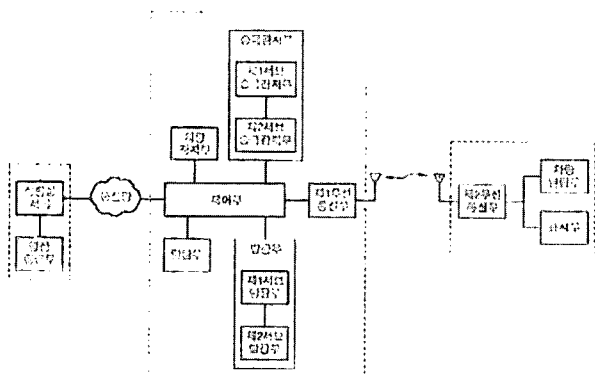


그림 1. 승강장 안전 관리 시스템의 블록도
Fig. 1. Block diagram of station safety management system.

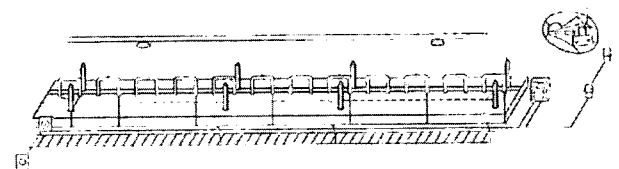


그림 2. 승강장 안전 관리 시스템의 적용 예
Fig. 2. Example of station safety management system.

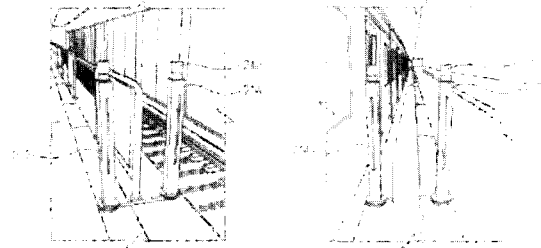


그림 3. 승객 감지부와 알람부
Fig. 3. The part of sensor and alarm.

확장할 수 있으며, 감지 거리가 더 짧거나 승강장이 곡선으로 형성된 경우에는 더 짧은 길이 간격으로 더 많은 감지부가 설치된다. 그림 3은 승객 감지부 및 알람부이다. 승객감지부는 승강장을 따라서 일정한 간격으로 복수개가 설치된다. 설치되는 승객 감지부의 숫자는 승객 감지부의 감지 거리 및 승강장의 구조에 따라서 적절하게 결정된다.

한편, 제 1 서브 승객 감지부(212)는 지하철 안전선에 설치되어 승객이 안전선까지 접근하는 것을 감지하여 제 1 감지 신호를 생성하고, 제 2 서브 승객 감지부(214)는 선로와 맞닿는 승강장 경계부에 설치되어, 승객이 승강장 끝까지 접근하거나, 승객이 승강장 아래로 추락하는 것을 감지하여 제 2 감지 신호를 생성한다.

승객 감지부는 감지 센서를 이용하여 구현되고, 승객을 감지할 수 있는 감지 센서로는 적외선 센서, 초음파 센서 등 다양한 센서들이 승강장의 구조 및 사용 환경에 따라서 선택될 수 있으나, 본 논문에서는 적외선 센서를 사용하여 설치하였다.

또한, 승객 감지부는 기둥 형태로 설치되고, 그 내부에 승강장 지면으로부터 각각 약 50cm 및 80cm 높이의 2개의 적외선 감지 센서를 설치하였다. 승객 감지부의 적외선 센서는 인접하는 승객 감지부로 적외선을 방사하는 발광부와 인접한 감지부에서 방사된 적외선을 수신하는 수광부로 구성된다. 구현 방식에 따라서, 승객 감지부의 일측면에는 발광부만을 배치하고, 반대편 일측면에서는 수광부만을 배치하여 구성할 수 있고, 각각의 측면에 인접한 감지부에 대응되도록 발광부와 수광부를 배치할 수도 있다.

발광부는 특정 색깔의 경광 램프로 구현되고, 일정한 간격으로 안전 펜스의 상부에 복수개가 설치되거나, 승객 감지부의 상부에 설치될 수 있다. 실제 테스트 결과 발광부는 2200cd 이상의 빛의 밝기를 나타내는 적색의 경광 램프로 구현되는 것이 바람직하다.

제 1 서브 발광부(242)는 안전 펜스 또는 원통형 감

그림 4. 제 2 서브 발광부
Fig. 4. The second serve light.

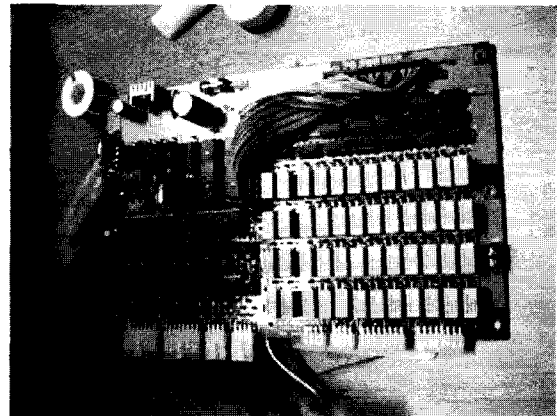


그림 5. 제어부
Fig. 5. Controller.

지부의 상단에 설치되어 승객들에게 위험을 알리는 기능을 수행하고, 제 2 서브 발광부는 진입하는 차량에 승강장 내의 위험 상황을 알릴 수 있도록 승강장 진입전 약 150m 약 250m 지점에 두 개의 경광 램프가 터널 내부 벽에 설치된다. 그림 4는 제 2 서브 발광부이다.

알람부는 승객 감지부가 설치된 위치에 대응되도록 승강장의 벽면에 설치되거나, 승객 감지부들의 중간 위치에 대응되도록 승강장의 벽면에 설치될 수 있으며, 90dB이상의 사이렌과 같은 높은 음량의 경고음을 생성한다.

차량 감지부는 초음파 센서를 이용하여 차량이 승강장에 진입하였는지 여부를 감지한다. 차량이 승강장에 진입하여 승객을 승차시키는 경우에 승객 감지부는 승객을 감지하지 않도록 제어되어야 한다. 이를 위하여, 차량 감지부는 차량이 승강장에 진입하면 이를 감지하여 차량 감지 신호를 생성하여 제어부로 출력한다.

제 1 무선 통신부는 제어부로부터 수신된 승강장 영상 신호 또는 음성 신호 등을 진입하는 차량으로 전송하는 등의 진입 차량과 무선랜을 이용한 무선 통신을 수행한다^{[1][2][3]}.

그림 5의 제어부는 승강장의 한 측면에 콘트롤 박스

의 형태로 설치되어, 승객 감지부, 차량 감지부, 알람부, 발광부, 및 제 1 무선 통신부와 각각 유선 또는 무선으로 연결된다^[4]. 제 1 서브 승객 감지부로부터 제 1 감지 신호가 입력되면 제 1 서브 발광부 및 알람부를 구동하여 승객에게 경고 신호를 보내고, 제 2 서브 승객 감지부로부터 제 2 감지 신호가 입력되면, 제 1 서브 발광부와 제 2 서브 발광부 및 알람부를 구동하여 승객 및 진입하는 차량에게 경고 신호를 보내고, 상황실 서버로 사고 발생 신호를 전송하는 한편, 상황실 서버로부터 승강장 영상 신호를 수신하면, 수신된 승강장 영상 신호를 제 1 무선 통신부를 통해서 차량으로 전송한다.

한편, 차량에 설치된 제 2 무선 통신부는 제 1 무선 통신부와 마찬가지로 무선랜을 이용하여 구현되며, 제 1 무선 통신부로부터 수신된 승강장 영상 신호를 수신하여 표시부로 출력한다. 표시부는 CRT 모니터 또는 LCD 모니터로 구현되어 제 2 무선 통신부로부터 입력

되는 승강장 영상을 차량의 운전자에게 실시간으로 표시하여, 차량의 운전자로 하여금 사고 상황에 대처하게 한다.

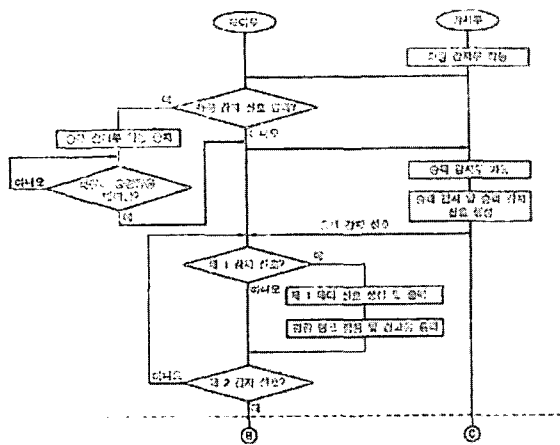
차량 알람부는 상술한 알람부와 동일한 경광 램프로 구현되거나 상대적으로 작은 음량의 음향을 출력하는 부저 등으로 구현되며, 제 2 무선 통신부로 승강장 영상 신호가 입력되면 차량의 운전자의 주의를 환기시키는 경고음을 출력한다.

그림 6은 승강장 안전 관리 방법을 설명하는 흐름도이다. 승강장 안전 관리 시스템이 가동되면, 차량 감지부가 작동되어 승강장에 차량이 진입했는지 여부를 조사하여 차량이 감지되면 차량 감지 신호를 제어부로 출력하고, 제어부는 차량 감지부로부터 차량 감지 신호가 입력되었는지 여부를 조사한다.

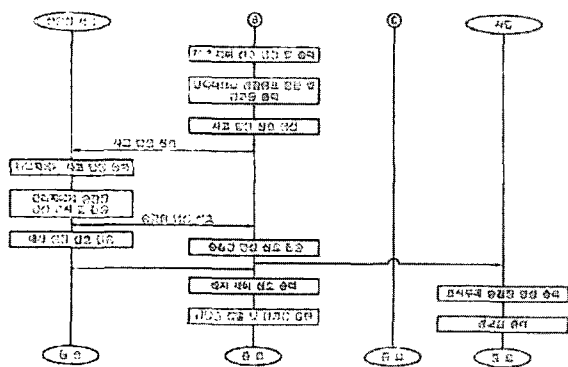
차량이 감지되지 않은 경우에 제어부는 승객 감지부를 가동시키고, 승객 감지부는 구동되어 자신이 설치된 위치까지 승객이 근접하여 승객이 감지되면, 감지 신호를 생성하여 제어부로 출력한다. 승객 감지부는 각각의 위치에 따라서 자신의 고유 식별자를 부여받고, 승객이 감지되면 승객 감지 신호에 자신의 식별자를 포함시켜 제어부로 전송한다.

제어부는 제 1 서브 승객 감지부로부터 제 1 감지 신호가 입력되는지 여부를 조사하고, 제 1 감지 신호가 입력되었으면, 제어부는 제 1 제어 신호를 생성하여 알람부 및 제 1 서브 발광부로 출력한다. 이때, 제어부는 제 1 제어 신호를 승강장에 설치된 전체 알람부 및 제 1 서브 발광부로 출력한다. 이때, 제어부는 제 1 제어 신호를 승강장에 설치된 전체 알람부 및 전체 제 1 서브 발광부로 출력할 수 있고, 제 1 감지 신호에 포함된 승객 감지부의 식별자를 조사하여 승객이 감지된 승객 감지부에 인접한 알람부 및 제 1 서브 발광부로부터 제 1 제어 신호를 출력할 수도 있다.

제 1 제어 신호를 수신한 제 1 서브 발광부는 약 2~3 초 동안 경광램프를 점등하고, 제 1 제어 신호를 수신한 알람부는 약 2~3 초 동안 사이렌 음향과 같은 경고음을 출력한다. 한편, 생성된 승객 감지 신호가 제 2 감지 신호이거나, 제 1 감지 신호가 생성된 후, 승객이 선로와 인접한 승강장의 경계 부분, 즉 제 2 서브 승객 감지부가 설치된 위치까지 접근하여, 제 2 서브 승객 감지부가 제 2 감지 신호를 생성하여 제어부로 출력한 경우에, 제어부는 승객 감지부로부터 입력된 승객 감지 신호가 제 2 감지 신호로 확인되면, 제어부는 제 2 제어 신호를 생성하여 제 1 서브 발광부 및 알람부로 출력하고,



(a)



(b)

그림 6. (a) 제어부 알고리즘
 (b) 상황실 알고리즘
 Fig. 6. (a) Algorithm of control part.
 (b) Algorithm of control room.

제 2 제어 신호를 수신한 제 1 서버 발광부는 경광 램프를 연속적으로 점등시키고, 알람부 역시 연속적으로 경고음을 생성하여 출력한다. 이 경우에도 복수개의 제 2 서버 감지부 중 승객이 접근을 감지한 제 2 서버 감지부는 자신의 식별자를 제 2 감지 신호에 포함시켜 제어부로 출력할 수 있고, 승객의 접근을 감지한 제 2 서버 승객 감지부에 대응되는 알람부 및 발광부에만 제 2 제어 신호를 출력할 수도 있다.

또한, 제어부는 승강장에 진입하는 차량의 운전자가 주의할 수 있도록, 차량의 승강장 진입 전 약 150m 및 약 250m 지점에 설치된 제 2 서버 발광부로 제 2 제어 신호를 출력하고, 제 2 제어 신호를 수신한 제 2 서버 발광부는 경광 램프를 연속적으로 점등한다.

한편, 제 2 감지 신호가 입력되면, 승객이 승강장 아래로 추락할 위험이 있거나 승객이 추락하는 사고 발생했다고 판단하여 제2 제어 신호를 생성함과 동시에 사고 발생 신호를 생성하여 상황실 서버로 전송한다.

사고 발생 신호를 수신한 상황실 서버는 상황실 관리자에게 사고 발생 여부를 경고음등의 수단을 이용하여 알리고, 영상 촬영부에서 촬영한 승강장 영상 신호를 상황실 관리자에게 표시하며 승강장 영상 신호를 실시간으로 제어부로 전송한다.

제어부는 수신된 승강장 영상 신호를 제 1무선 통신부로 출력하고, 제 1무선 통신부는 승강장 영상 신호를 승강장에 진입하고자 하는 차량으로 실시간 전송한다.

제 1무선 통신부로부터 승강장 영상 신호를 수신한 제 2무선 통신부는 수신된 승강장 영상 신호를 표시부에 출력하여 차량의 운행자에게 승강장의 상황을 표시하고, 차량 알람부는 소정의 경고음을 출력하여 승강장 영상 신호가 수신되었음을 차량 운행자에게 알린다.

한편, 추락한 승객이 구조되는 등, 사고 상황이 종료되면, 승강장 관리자는 상황실 서버를 통해서, 또는 제어부에 연결된 스위치를 이용하여 해지 설정 신호를 제어부로 출력한다.

해지 설정 신호를 수신한 제어부는 해지 제어 신호를 생성하여 알람부 및 발광부로 각각 출력하고, 해지 제어 신호를 수신한 발광부는 연속적으로 점등하던 경광 램프의 점등을 중단하고, 해지 제어 신호를 수신한 알람부는 연속적으로 생성하여 출력하던 경고음의 출력을 중단한다.

한편, 차량이 승강장에 진입하여 차량 감지부가 차량 감지 신호를 제어부로 출력하고, 차량 감지 신호가 입력된 경우에, 차량 감지부를 제외한 승객 감지부의 작동을

중지시킨다.

그 후, 차량이 승강장을 벗어남으로써 차량 감지부로부터의 차량 감지 신호의 입력이 중단되면 승객 감지부를 가동시킨다.

지금까지 승강장 안전 관리 방법 및 시스템에 대해서 설명하였다. 승강장 안전 관리 방법 및 시스템에는 다양한 변형 실시예가 도출될 수 있다.

예를 들면, 본 논문에서는 승객이 승강장의 경계 부분까지 접근한 경우에 승강장 영상 신호를 진입하는 차량으로 전송하여 표시하는 것으로 구성하였으나, 승강장 진입 차량의 운행자가 승강장의 상황을 사전에 파악하기 위해서 제어부로 승강장 영상 신호를 요청하고, 승강장 영상 신호를 요청받은 제어부가 상황실 서버로부터 승강장 영상 신호를 수신하여 차량으로 전송할 수도 있다.

또한, 알람부는 사이렌 음향과 같은 경고음만을 출력하는 것으로 설명하였으나, “안전선 밖으로 물러서 주시기 바랍니다”와 같은 음성 경고 메시지를 경고음과 함께 출력할 수도 있다.

또한, 발광부 및 알람부 이외에 안전 펜스에 LED 전광판을 설치하고, 승객이 접근한 경우에는 경광 램프 및 알람과 함께 경고 문구를 표시할 수도 있다.

III. 실험 및 결과

그림 7은 상황실에 설치되어 있는 램프와 서버이고, 그림 8은 건대 역에 시범 설치된 승객 접근 방지 장치이다. 그림 9는 지하철이 접근하는 것을 감지하여 제어부에 전달하는 센서이다.

승강장에 승객을 감지할 수 있는 감지부를 설치하고,

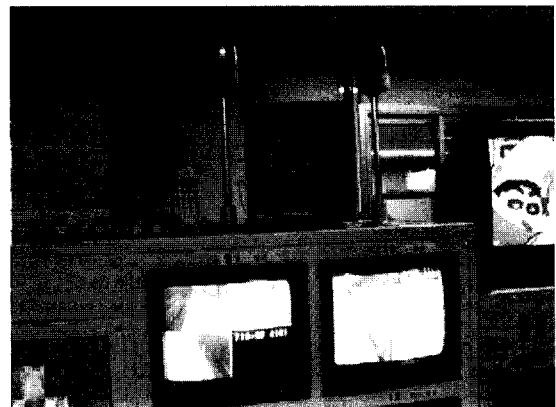


그림 7. 상황실 램프 및 서버

Fig. 7. Lamp and server of control room.



그림 8. 건대 역에 시범 설치된 승객 접근 방지 장치
Fig. 8. Setting an example of passenger access check system in konkuk uni. station.

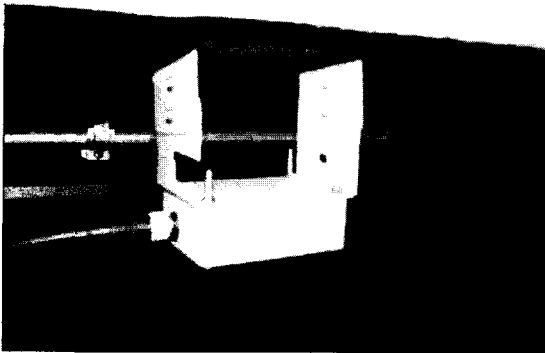


그림 9. siemens 사의 지하철 접근 센서
Fig. 9. Subway check sensor of siemens co. Inc..

승객이 승강장과 선로 또는 차도가 인접한 부분으로 접근함에 따라서, 1차로 경광 램프를 작동시키고 경고음을 출력하여 승객의 주의를 환기시키고, 승객이 승강장의 끝부분까지 접근한 경우에는 사고 발생 위험이 높은 것으로 인지하여 연속적으로 경광 램프를 작동시키고 경고음을 출력함과 동시에, 사고 발생의 위험성을 상황실 및 승강장에 진입하는 차량에 통지함으로써, 현재 설치되고 있는 스크린 도어에 비하여 $\frac{1}{10}$ 정도의 저비용으로 승강장의 안전을 관리할 수 있는 효과가 있다.

참 고 문 헌

- [1] Steve Mcquerry, "Interconnecting Cisco Network Devices", Cisco Press, 2002.
- [2] 정진욱·구자환, "실전 네트워크", 생능출판사, 2004.

[3] Amir S. Ranjbar, "CCNP CIT", Cisco Press, 2000.

[4] 신동욱 외, "8051 설계 및 프로그램", 북두출판사, 2004.

— 저 자 소 개 —



구 자 일(정회원)

1991년 인하대학교 전자공학과
공학사.

1993년 인하대학교 전자공학과
공학석사.

1999년 인하대학교 대학원
전자공학과 공학박사.

2007년 6월 현재 인하공업전문대학 디지털전자
정보과 교수

<주관심분야 : 네트워크, 영상신호처리>