

도시철도 지능형 종합감시시스템 개념설계

Concept Design for the Intelligent Surveillance System for Urban Transit

안태기* 신정렬** 이우동*** 한석윤****
An, Tae Ki Shin, Jeong Ryol Lee, Woo Dong Han, Seok Yoon

ABSTRACT

Service areas in the urban transit need to construct the intelligent integrated surveillance system, because they are the public places that many people get together at one time. In past, analogue, closed-circuit televisions and analogue video recorders are used to construct the surveillance system. Now, a lot parts of the analogue systems that depend on the images have been changed to the complicated system, which consists of sensors and images and also, to be digitalized. In past, the surveillance system was used as an inspection devices to examine the spots after happening some events. But, with a high level of the computer and communication technologies, it is possible that the digitalized data leads the intelligence systems to prevent some accidents by using the various analysis techniques. And the data could be used to decide surveillance policies and provide some information on the safety and management policies as well as surveillance policies. In this paper, we define the intelligent surveillance system and suggest the major functions of the system. Also, we suggest the fundamental functions that every part should get and describe the way to develop the system.

1. 서 론

도시철도 서비스 구간은 한꺼번에 많은 승객들이 이용하는 공공장소로서 사고를 예방하기 위한 다양한 시스템들이 설치되어 있으며, 각 도시철도 운영기관에서는 보다 안전한 서비스를 제공하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 도시철도를 이용하는 승객의 안전을 지키고, 만약 사고가 발생한 경우에는 도시철도 운영기관 및 유관기관에서 신속하게 대처를 할 수 있도록 항상 현재 상황을 실시간으로 알 수 있어야 한다. 또한 도시철도 서비스 구간에서 운행되는 차량과 설치된 시설물들에 대한 현재 상태를 실시간으로 파악할 수 있어야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 현재 도시철도 서비스 구간 내에는 역사의 승객 승하차 상태, 열차 운행상태, 주요 시설 및 취약 지역 등에 대한 감시를 실시하기 위하여 폐쇄회로 텔레비전 시스템에 기반을 둔 화상감시설비가 구축되어 운영되고 있다. 과거에는 이러한 감시 시스템을 구축하기 위하여 아날로그 폐쇄 회로 텔레비전과 아날로그 영상 녹화기를 사용하였으나, 근래에는 아날로그 시스템의 많은 부분이 디지털화되고 있으며 기존의 영상에 의존하던 시스템은 센서와 영상의 복합적인 시스템으로 변화하고 있다. 또한 과거에는 감시시스템이 대부분 이벤트가 발생한 후 사후 검증용으로 많이 사용되었으나, 컴퓨터 기술과 통신 기술의 발전과 더불어 디지털화된 데이터는 다양한 분석기법을 통하여 사고를 미리 예방하기 위한 지능형 시스템의 도입을 가능하게 하였으며, 감시

* 책임저자, 정회원, 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단, 선임연구원

E-mail : tkahn@krti.re.kr

TEL : (031)460-5714 FAX : (031)460-5749

** 한국철도기술연구원, 선임연구원

*** 한국철도기술연구원, 책임연구원

**** 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단장, 수석연구원

기능 뿐만 아니라 안전 정책 수립, 경영 정책 수립 등에 필요한 기초 데이터를 제공할 수 있는 기능까지 수행할 수 있게 되었다.

기존의 폐쇄회로 텔레비전 시스템에 기반을 둔 감시체계를 능동적이고 지능적인 감시체계로 변화시키기 위해서는 현재 도시철도 서비스 구간에 대한 특징에 맞는 최적화된 시스템에 대한 연구가 필요하다. 도시철도 서비스 구간은 그 특성상 감시 대상 범위가 넓고 여러 군데로 흩어져 있어 한정된 인력과 장비로 모든 공간을 모니터링하기가 쉽지 않다. 따라서 이러한 문제점을 해결하고 현재 사용되고 있는 영상기반의 수동적인 모니터링 시스템을 능동적인 시스템으로 변환하기 위하여 지능형 감시시스템의 적용이 필요하다. 지능형 감시 시스템은 이벤트 발생시 현재 상황을 정확하게 판단하여 운영자에게 통보할 수 있어야 하며, 경우에 따라서는 적절한 조치를 취할 수 있도록 타 시스템과 연계되어 동작할 수 있도록 하여야 한다[1,2].

본 논문에서는 현재 도시철도 운영기관에서 운영하고 있는 감시체계에 대한 내용을 분석하고, 이러한 감시체계를 지능형 감시체계로 변경할 수 있도록, 도시철도 지능형 감시시스템에 대한 개념을 정의하고, 주요 구성도와 기능에 대하여 기술한다. 도시철도 지능형 감시시스템에 대한 개념 설계 결과는 향후 이 시스템의 기본설계와 제작에 이용될 수 있도록 하여, 도시철도 서비스 구간에서의 승객 안전 확보, 시설물 보호, 쾌적한 환경유지 등의 목적을 달성할 수 있는 최적화된 시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 도시철도 감시시스템 현황

현재 국내 대부분의 도시철도 운영기관은 주로 폐쇄회로 텔레비전에 기반을 둔 화상감시설비를 보유하고 있으며, 이러한 화상감시설비는 카메라, 화상전송설비 및 저장장치 등으로 구성되어 있다. 화상감시설비는 열차운전확인 및 승객의 이동, 승객의 승하차 감시의 목적과 함께 대합실, 승강장, 승객밀집지역 등에 대한 상황을 감시하기 위한 목적으로 필요한 곳에 카메라를 설치하여 영상으로 관찰할 수 있는 설비이다[3,4]. 카메라는 대부분 안전사고 우려지역으로서 각 역의 승강장, 대합실, 화장실, 승객편의시설용 엘리베이터, 에스컬레이터 등에 설치되며, 일반역, 관리역, 종합사령실에서 이를 실시간으로 원격 감시할 수 있도록 구성되어 있다. 그림 1은 현재 도시철도 운영기관에서 사용되고 있는 대표적인 화상감시설비에 대한 구성도를 나타낸 것이다. 종합사령실에서는 영상을 제어 감시하기 위하여 수신부, 조정탁, 모니터부, 제어부 등으로 구성되어 있는 화상감시설비를 보유하고 있으며, 호선에 있는 전체역을 감시할 수 있으며, 승강장에 열차가 진입하는 신호를 이용하여 승강장의 영상을 자동으로 표출할 수 있도록 구성되어 있다. 표 1은 종합사령실의 화상감시설비에 대한 구성품을 나타낸 것이다.

표 1. 종합사령실 화상감시설비 구성품

구분	구성품	구분	구성품
수신부	- 영상다중 광수신기	제어부	- 영상원격제어기 - 영상 매트릭스 스위치 - 제어용컴퓨터
조정탁	- 영상원격 조정기 - VCR - 모니터		
모니터부	- 모니터		

관리역에서는 각 역사에서 전송되어 온 영상정보를 통합관리하기 위하여 보통 9-10개의 일반역을 통합하여 관리할 수 있는 기능을 수행한다. 관리역에는 종합사령실보다는 적은 개수의 모니터를 이용하여 관할역 내의 상황을 감시하며, 승강장에 열차가 진입할 때 궤도회로조건과 연동하여 해당 화면을

자동으로 표시할 수 있도록 구성되어 있다. 사건이 발생한 경우에는 해당화면을 수동으로 관찰할 수 있는 기능도 가지고 있다. 일반역에서는 역사내에 설치된 각 카메라로부터 전송되는 영상을 통합관리하며, 종합사령실과 관리역과 마찬가지로 궤도회로조건에 따라 열차가 역사내에 진입하는 것을 판단하며 열차가 진입하는 경우 역무관리실에 설치된 모니터로 이를 관찰할 수 있도록 구성되어 있으며, 필요시에는 수동으로 제어가 가능하도록 되어있다.

3. 도시철도 지능형 종합감시시스템

3.1 도시철도 지능형 종합감시시스템 개념

도시철도는 짧은 시간 내에 많은 사람들이 모이는 공공장소로서 대규모의 승객을 한꺼번에 운송하는 대형 수송시스템이다. 또한 도시철도는 하나의 라인으로 이루어져 있고, 라인을 따라 수십 개의 역사가 있는 구조로 감시 대상이 넓으며, 그 범위가 산재되어 있다. 또한 도시철도는 짧은 시간 내에 대규모의 승객을 운송하는 시스템으로 비상시 초기 대응이 늦는 경우 자칫 심각한 재해로 이어질 수 있으므로 감시체계가 효율적으로 이루어질 수 있도록 하여야 한다. 도시철도 지능형 종합감시시스템은 사고를 예방하고, 사고시에 신속한 상황 파악 및 대처를 통하여 피해를 최소화할 수 있는 능동적인 감시체계를

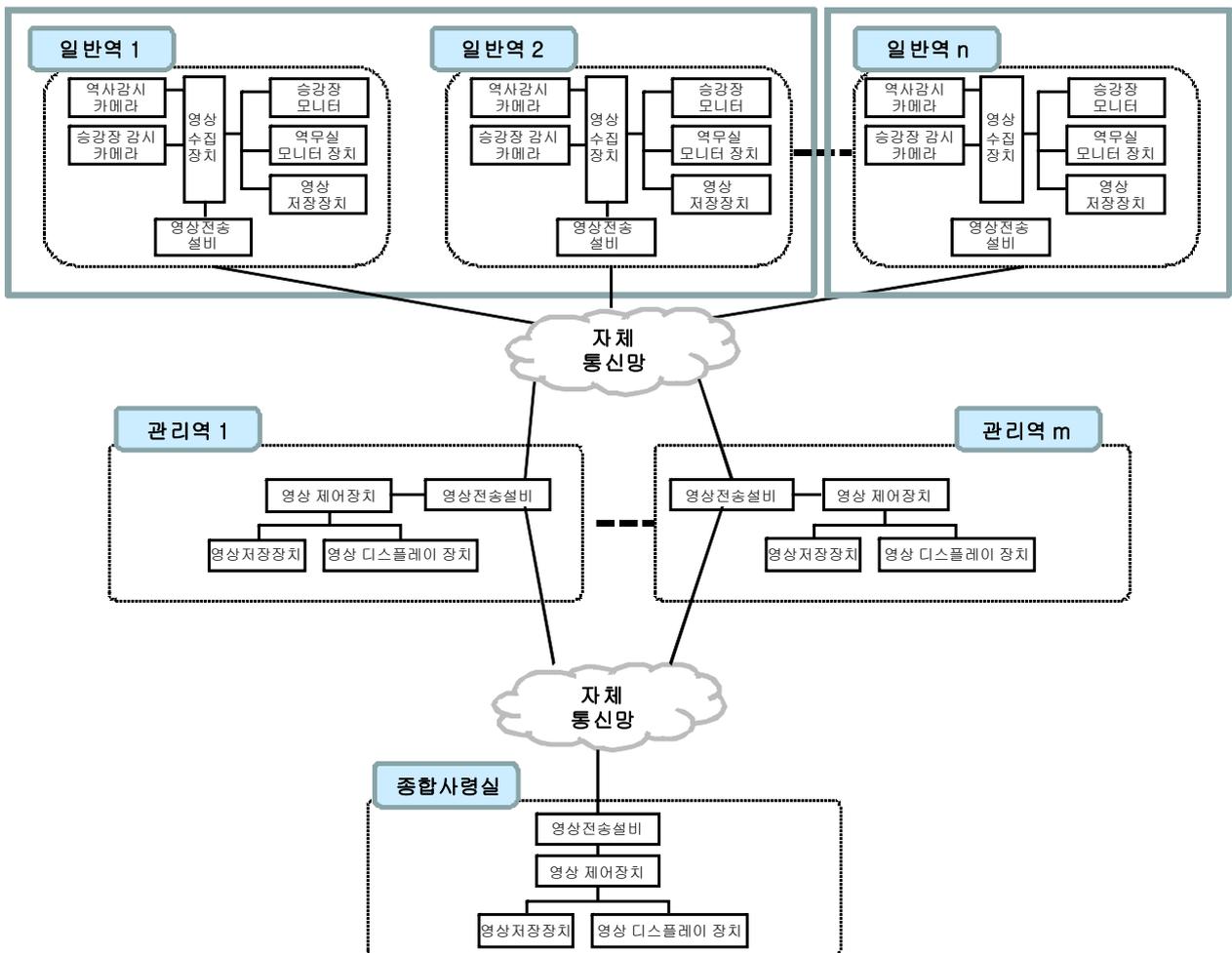


그림 1. 도시철도 화상감시설비 구성도

구축할 수 있는 시스템을 의미한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여, 지속적으로 증가하고 있는 카메라와 센서들의 데이터에 대한 효율적인 처리방안이 필요하다. 카메라의 개수가 증가함에 따라 정보를 통합하여 처리하기 해서는 통신 용량의 한계 등의 문제로 인하여 기존 시스템을 그대로 사용하기가 어렵다. 또한 기반 시설인 통신망의 용량을 증대하는 것은 상당히 어려운 문제이다. 그러므로 모든 영상을 한꺼번에 처리하기 위한 통합처리시스템 보다는 각 기능을 모듈화하여 지능화된 카메라를 도입할 수 있도록 하여야 한다. 대규모 영상데이터 처리기능을 분산함으로써 기존에 설치된 통신시스템에 많은 부담을 주지 않고 효율적인 감시기능을 구현할 수 있다. 또한 기존에 영상정보의 모니터링에만 의존하던 수동적인 감시시스템을 영상데이터와 센서데이터를 접목하여 상황인지를 할 수 있도록 지능화함으로써 능동적인 감시체계를 가질 수 있도록 하여야 한다. 마지막으로 발전된 무선통신기술을 감시시스템에 적용함으로써 긴급 상황시 현장상황을 무선통신으로 직접 전송할 수 있도록 함으로써 보다 정확한 현장상황을 실시간으로 확인할 수 있도록 한다.

3.2 도시철도 지능형 종합감시시스템 구성도

그림 2는 도시철도 지능형 종합감시시스템에 대한 개념적인 구성도를 나타낸 것이다. 그림에서 나타낸 바와 같이 지능형카메라, 네트워크 카메라 또는 기존의 아날로그 카메라로부터 입력된 영상정보와 연기, 온도, 음향센서, 공기질 센서, 유해가스 센서 등의 센서 정보 등을 이용하여 상호연관성 등을 통하여 종합판단을 수행한다. 종합 판단된 결과는 실시간 경보처리 시스템과 연결되어 주어진 조건의 사건이 발생한 경우 해당 경보를 발생하고 관련된 정보를 모니터 장치에 표시할 수 있도록 한다. 또한 관련 내용은 기록용 저장 장치에 저장되고, 향후 해당 사항을 쉽게 검색할 수 있도록 한다. 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 영상분석알고리즘, 센서 네트워크 기술, 해당 사건에 대한 분석 평가 알고리즘 등의 기본 기술과 현장에 최적화된 기능을 수행할 수 있도록 적용 기술의 개발이 필요하다. 도시철도 지능형 감시시스템은 도시철도 서비스 구간에서 목적에 맞는 다양한 기능을 수행할 수 있도록 구축하여야 하며, 이러한 기능은 서로의 중복 기능을 최소화하면서 연계성을 극대화 할 수 있도록 구성할 수 있는 기능의 분류가 중요하다.

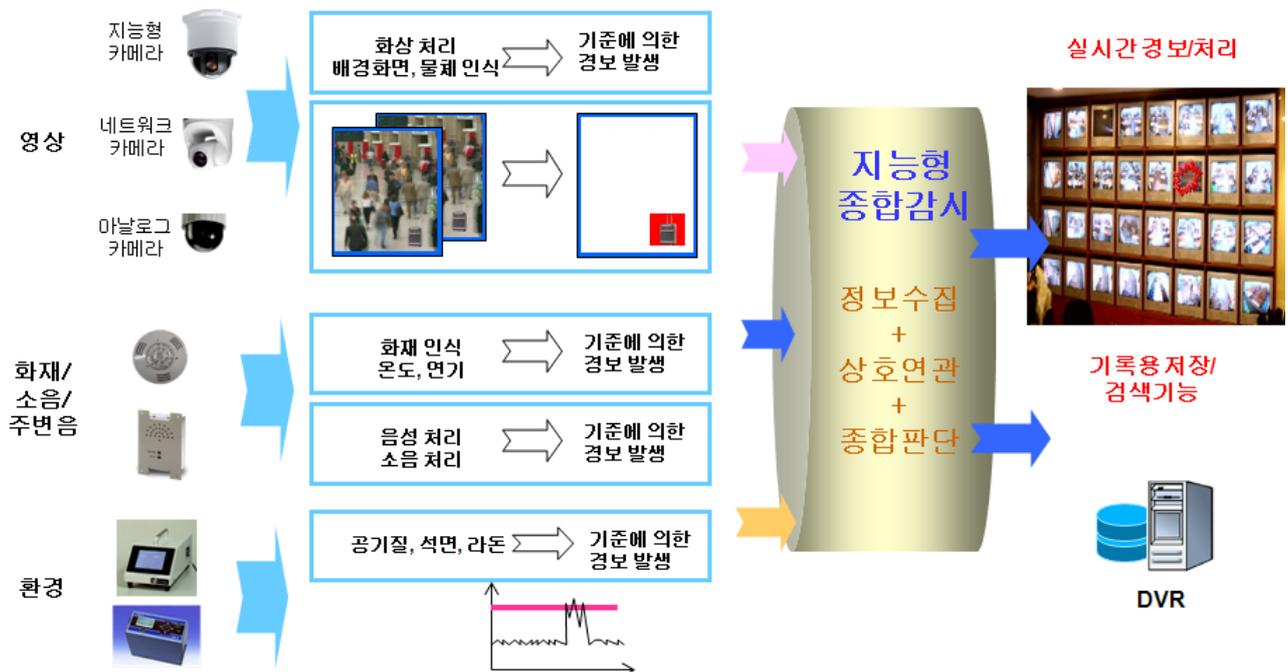


그림 2. 도시철도 지능형 감시시스템 구성도

3.3 도시철도 지능형 종합감시시스템 주요기능

표 2는 도시철도 지능형 종합감시시스템의 주요기능분류에 대한 내용을 나타낸 것이다. 시스템의 주요 기능은 상시안전보호시스템, 안전감시시스템, 환경감시시스템, 운영보조시스템, 기록관리시스템의 5개의 대분류로 나누어진다. 상시안전보호시스템은 승객 및 시설물의 상태를 지속적으로 감시할 수 있는 시스템으로 기존에 수행하고 있는 수동적인 모니터링 시스템과 함께 시설물의 구조 변화 등에 대한 능동적인 감시 기능을 수행하는 시스템이다. 안전감시시스템은 기존의 수동적인 시스템이 수행하지 못하는 이벤트 감지 기능을 가지고 있으며, 위험물 방치 검지, 승객 선로 추락 검지, 화재 검지, 제한지역 내의 침입 검지, 우범지역 내의 상황 검지 등 승객 및 시설물을 보호하기 위한 안전관련 검지 기능을 포함하고 있다. 환경감시시스템은 역사내의 미세먼지나 악취 등에 대한 공기질 상태 검지, 이산화탄소, 일산화탄소 농도 등에 대한 유해가스 검지, 무인 기계실 내의 환경감지, 역사내의 비정상적인 소음 감지 등의 기능을 포함하고 있어, 승객이 항상 쾌적한 환경에서 도시철도 서비스를 받을 수 있도록 한다. 운영보조시스템은 도시철도 운영자가 운영계획 또는 안전계획 수립에 필요한 각종 통계정보를 얻을 수 있도록 지정된 통로 또는 지역의 승객 유동량 또는 승객의 혼잡도 등을 자동으로 파악하여 제공할 수 있도록 한다. 기록관리 시스템은 각 역사 또는 다른 도시철도 서비스 구간에서 발생하는 각종 영상 정보 또는 센서정보를 효율적으로 관리할 수 있도록 하여 향후 사고 원인 분석 및 통계정보를 추출할 수 있도록 필요한 기능을 제공한다.

표 2. 도시철도 지능형 종합감시시스템 주요 기능 분류

대분류	소분류	내용
상시안전보호시스템	상시승객현황정보시스템	이용승객수, 이용 현황 자동분석
	역사구조물건전성감시시스템	구조물 물리적 위험감지 시설물현황/상태 및 파손 자동감지
안전감시시스템	테러감시시스템	테러분자 인식, 방치된 위험물체 인식
	승강장승객추락검지시스템	승강장에 추락하는 승객 탐지
	화재감시시스템	화재탐지 및 영상 감시시스템과의 연동
	제한지역 감시시스템	터널 등 출입금지 지역 감시
	우범지역 감시시스템	차량기지, 역구내 우범지역감시
환경감시시스템	공기질 감시 시스템	미세먼지, 악취 검지
	유해가스검지 시스템	이산화탄소, 이산화질소, 일산화탄소 검지
	유해 환경물질 검지 시스템	라돈, 석면 등 감시
	무인기계실 환경 감시시스템	변전실, 기계실에 대한 온도/습도/침수 등 감지
	소음 감시	소음레벨 감시
운영보조시스템	승객이동 경로 검지 시스템	이동경로, 이동형태 분석, 통계자료 제공
	승객유동량에 따른 자동게이트 조정 시스템	이용 승객 수에 따른 입출구 게이트 조정
	승객유동량 통계 정보 시스템	역구내/승강장 이용승객수, 혼잡도 자동 분석
기록관리 시스템	영상저장장치 검색 시스템	사고원인 분석을 효과적으로 하기 위한 기능제공

4. 결론

도시철도는 특성상 감시범위가 넓은 지역에 산재되어 있고, 한꺼번에 많은 승객을 수송하는 대량 교통수단이다. 도시철도 서비스 구간에서 사용되는 감시시스템의 대상 범위가 늘어나고 감시 기능에 대한 요구가 증가함에 따라 감시카메라 및 센서 등 감시관련 정보가 지속적으로 증가하고 있어 기존의 수동적인 감시체계로는 더 이상 종합적인 감시체계 구축이 어려워지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 종합적이고 지능화된 감시체계의 도입이 요구되고 있으며, 이러한 지능화된 시스템을 도입함으로써 보다 능동적인 감시체계를 구축할 수 있다.

본 논문에서는 현재 도시철도 운영기관에서 사용되고 있는 영상기반의 수동적인 감시체계에 대한 내용을 분석하고, 이러한 감시체계를 지능적이고 능동적인 감시체계로 변환하기 위하여 필요한 지능형 종합 감시시스템의 개념설계에 대한 내용을 기술하였다. 도시철도 지능형 종합감시시스템은 영상 뿐만 아니라 센서 등의 다양한 정보를 종합적으로 분석하여 현재 상황을 자동으로 판단하여 운영자에게 전달함으로써 운영자가 보다 신속하게 현재 상황을 판단하고 그에 따른 신속한 조치를 수행할 수 있도록 할 수 있다. 본 논문에서 제안된 도시철도 지능형 종합감시시스템의 개념 설계에 대한 내용은 기본설계 및 제작에 반영되어 도시철도 서비스 구간에서의 승객 안전확보, 시설물 보호, 쾌적한 환경유지 등의 목적을 달성할 수 있는 최적화된 시스템을 구축할 수 있도록 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 도시철도표준화2단계연구개발사업의 연구비지원(07도시철도표준화A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 안태기, 신정렬, 이우동, 김문현 (2007), “도시철도 지능형 종합 감시시스템을 위한 상황인식기술 적용방안 연구”, 대한전기학회정보및 제어학술대회 논문집, pp. 399-340
2. 안태기, 신정렬, 이우동, 김문현 (2007), “센서네트워크 기반 도시철도 지능형 감시시스템 구축방안 연구”, 한국철도학회 추계학술대회 논문집
3. 성광일 (2005), “도시철도기술자료집(9) 통신”, 서울특별시지하철건설본부
4. 서울특별시지하철건설본부, “서울지하철 7호선 건설공사 통신설비 설계 및 시공사례”