

# 도시철도 지능형 종합감시시스템의 효율적 구성방안

## An Efficient Configuration of the Intelligent Surveillance System for Urban Transit

안태기†    신정렬\*    한석윤\*\*    이원재\*\*\*    윤병주\*\*\*    김형민\*\*\*\*  
An,Tae-Ki    Shin,Jeong-Ryol    Han,Seok-Youn    Lee,Won-Jae    Yun,Byeong-Ju    Kim,Hyeong-Min

### ABSTRACT

Most surveillance systems of urban transit are based on CCTV(Closed Circuit Television). However, there is limitation that the passive monitoring system using CCTV in urban transit surveillance system to monitor massive environment applies thousands of cameras and it depends on operator's instinctive judgement whether it happens an accident or disaster. Urban transit operation corporations try to introduce the intelligent technology to overcome these problems as mentioned above. The intelligent system can be organized various ways and made configuration for purpose and function.

**In this paper, we describe the configuration problems of the existing surveillance system and propose the proper intelligent system configuration for urban transit. We expect that the proposed configurations are very helpful to introduce the intelligent technology for urban transit surveillance system.**

### 1. 서 론

현재 도시철도 감시시스템은 대부분 수동적인 폐쇄회로 텔레비전(CCTV; Closed Circuit Television)시스템에 기반을 두고 있다. 폐쇄회로 텔레비전 기반의 감시시스템이 최근 일련의 사건 사고를 해결하기 위한 감시데이터 제공자로 활용됨으로서 그 중요도가 점점 높아지고 있다. 하지만 현재와 같은 수동적인 감시시스템은 거의 사후 처리용으로 사용되는 경우가 많으며, 사전예방 및 사고확산 방지를 위한 기능을 수행하는 데는 한계를 가지고 있다. 특히 도시철도분야와 같이 수천대의 카메라가 동시에 운영되는 환경에서는 이러한 기능을 실시간으로 감시한다는 것은 거의 불가능하다. 또한 모니터를 지켜보는 감시시스템 운영자의 집중력은 20분을 넘지 못한다는 것이 연구결과를 통해 널리 알려져 있다. 그리하여 과거 도시철도 환경에서의 감시시스템은 아날로그 영상과 센서 경보를 통해 운영자의 직관적인 판단에 의해 각종 사고와 문제를 파악함으로써 효율적으로 감시할 수 없었으며 사고에 대해 즉각적으로 대응하기가 어려웠다.

하지만 감시시스템분야의 기술이 발전함에 따라 과거의 수동적인 방식에서 탈피하여 점차 시스템 자체 판단에 의해 신속하게 현재 상황을 운영자에게 알려줌으로서 좀 더 효율적인 감시 운영이 가능하게 되었다. 특히 영상카메라의 이벤트 취득과 분석능력은 높은 정확도를 제공하는 수준으로 발전하였으며 이를 도시철도에 적용하기 위한 연구도 활발하게 진행 중 이다[1].

본 논문에서는 기존의 종합감시시스템에 대한 구성방안과 문제점을 살펴보고, 기존의 종합감시시스템

† 책임저자 : 정회원, 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단, 선임연구원  
E-mail : tkahn@krii.re.kr  
TEL : (031)460-5714 FAX : (031)460-5749

\* 정회원, 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단, 선임연구원

\*\* 정회원, 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단, 수석연구원

\*\*\* 정회원, (주)비츠로시스

\*\*\*\* 정회원, (주)하이트론시스템즈

의 수준을 높일 수 있는 방안과 지능형 종합감시시스템을 구축하기 위한 효율적인 구성 방안을 제안한다. 이를 위해 지능형 감시시스템을 구성함에 있어서 반드시 필요한 시스템과 시스템들 간의 연계 방안을 살펴보고 기존 감시 시스템과의 연계시 고려해야 할 사항들을 정리하였다.

## 2. 본 문

### 2.1 기존 감시시스템의 구성

기존의 도시철도 감시 시스템 구성은 크게 감시를 위한 카메라와 카메라에서 발생한 정보를 화면에 뿌려주는 멀티비전이 주를 이루는 단순한 구조이다. 이외에 화재감시를 위한 화재 수신반과 영상카메라의 정보를 분석하는 영상분석기, 카메라에서 취득된 영상을 저장하기 위한 영상저장장치, 각 시스템의 고장 상태를 체크하기 위한 고장정보수신반, 비상시 연락을 위한 비상통화장치 등으로 구성되어 있다. 기본적으로 영상을 취득하여 이를 운영자에게 보여주는 단순한 구조를 이루고 있어 수동적인 감시시스템에서 크게 발전할 수 없다. 그림 1은 일반적인 역사에 대한 기존의 감시시스템 구성도를 나타낸 것이다.

수동적인 감시시스템의 문제점은 운영자의 집중력에 크게 의존하고 있다는 것이다. 앞에서 언급한 바와 같이 운영자의 집중력 하락은 불가피하므로 감시시스템 자체만으로 사건을 미연에 방지하거나 사고의 확산을 막기가 어렵다. 또한 감시시스템 자체가 영상카메라 기반으로 동작하고 있어 영상카메라의 오작동, 고장 등이 발생했을 경우 감시시스템 자체가 유명무실하게 된다. 이를 보완하기 위해 영상 분석기와 고장 정보 수신함을 가지고 있지만 영상분석기에 모든 영상 정보가 집중되는 만큼 대규모 역사의 경우 영상에서 취득되는 데이터가 많아 영상분석기에 많은 부하가 발생하게 된다. 또한 영상분석기로 수신되는 데이터가 네트워크 문제 혹은 영상분석기 부하의 한계로 인해 수신되지 못 할 경우 영상분석기가 무용지물이 된다. 각각의 감시시스템 동작 상태를 체크하기 위해 존재하는 고장수신반의 경우, 네트워크로 인한 데이터 오류인지 혹은 장비자체의 문제인지 세부적인 상태체크가 어려운 만큼 유지보수 활용에 한계가 있다. 그리고 영상카메라를 통해 감시하기 어려운 화재의 경우 화재정보를 화재수신반에서 검침하지만 이는 영상카메라와 별도로 동작하는 만큼 영상과 서로 상호보완이 이루어지지 않아 개별적인 동작으로 머물게 된다. 만약 화재수신반에서 화재발생을 잘못 인지하는 경우가 발생한다면 이는 바로 화재 발생인지로 직결되는 바 감시시스템 자체에 큰 혼란을 줄 수 있다. 이러한 각각의 영상감시시스템 외적인 장비들을 적극적으로 활용한다고 하더라도 현재의 감시시스템은 선진국에서 운영 중인 시스템 수준과 비교했을 때 직관적인 방식에서 크게 벗어나지 못한다.[2]

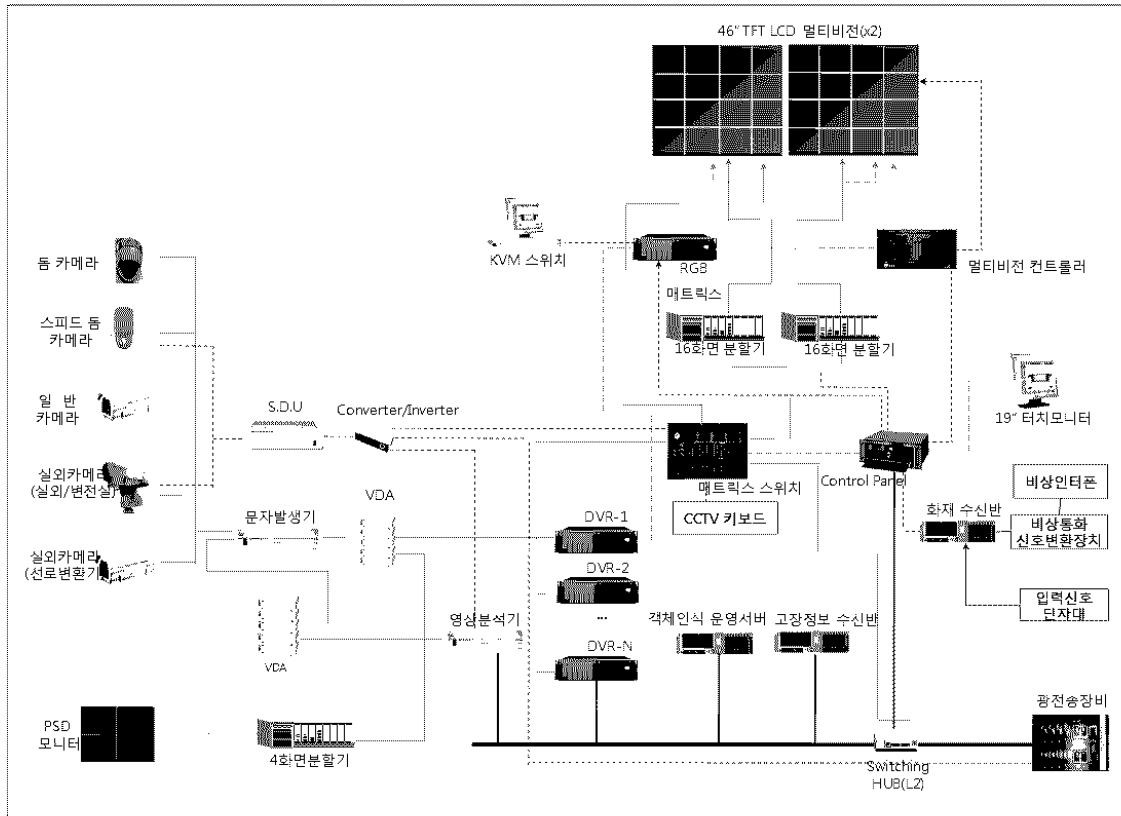


그림 1. 기존 도시철도 감시시스템 구성도

또한, 현재 감시시스템에서 감시할 수 있는 감시영역이 매우 좁다는 것 역시 큰 문제점이다. 화재의 경우 센서를 활용하고 있지만 영상을 통한 감시시스템은 1차원적으로 시각 정보를 기반으로 작동한다. 시각만으로 사고를 판별하는 것은 정확한 사건인지에 한계가 있어 시각외적인 요소로 인해 발생할 수 있는 유해가스, 접근제한지역침입 등 시각 인지외의 다른 사건들에 대해서는 인지가 어렵다. 이러한 문제점들 때문에 영상감시시스템의 한계를 보완하고 감시영역을 확대할 필요성이 대두되고 있다.

## 2.2 지능형 감시시스템의 구성

도시철도 지능형 감시시스템은 지능형 감시 카메라와 센서 네트워크, 지능형 감시 소프트웨어, 디지털 영상 저장 장치로 구성되어 있다. 그림 2는 도시철도 지능형 감시시스템에 대한 구성도를 나타낸 것이다. 지능형 감시시스템은 지능형 감시 카메라로부터 디지털 영상과 영상 분석 결과, 그리고 센서 네트워크로부터 온도, 음향, 공기질, 유해가스등의 정보를 입력받아 종합적인 상황 판단을 하도록 구성되며 디지털 영상과 영상 분석에 따른 이벤트 영상은 디지털 영상 저장 장치에 저장되어 관리된다. 기존 감시시스템의 한계인 수동적인 감시에서 벗어나기 위해 카메라 자체에서 사건을 판별할 수 있는 지능형 감시 카메라를 설치하고 시각적인 감시카메라의 단점을 보완하기 위해 각 센서 설치를 제안한다. 또한 시스템을 통합하여 고장이 발생할 경우 이를 직접적으로 인지할 수 있도록 구성하였으며 고장 발생 가능성을 줄였다. 영상저장과 더불어 통계적 데이터를 저장하여 이를 네트워크를 통해 다시 운영자에게 피드백 하는 디지털 영상 저장 장치를 제안한다. 각 시스템에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

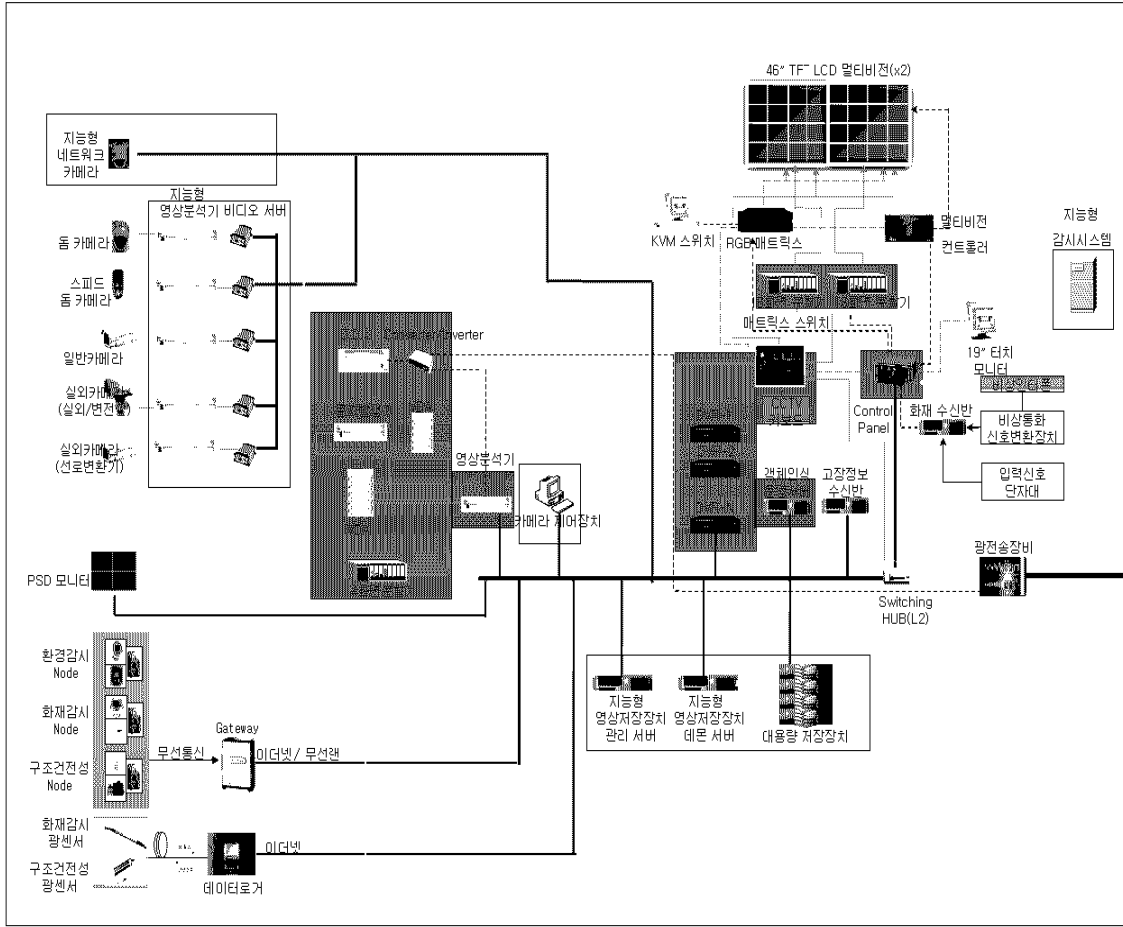


그림 2. 도시철도 지능형 감시 시스템 구성도

### 2.2.1 지능형 감시 카메라

감시 카메라의 종류는 표현되는 영상 데이터의 타입에 따라 아날로그 영상과 디지털 영상으로 구분된다. 현재까지도 많은 도시철도 종합감시시스템은 폐쇄회로 시스템 기반의 아날로그 시스템으로 구성되어 있다. 이는 영상 데이터 분석을 수동적으로 직접 수행해야 하는 단점이 있다. 따라서 최근에는 이러한 문제점과 비효율적 분석 방법을 탈피하기 위해 영상 디지털화를 통해 데이터를 소프트웨어로 분석 가능하도록 구현하고 있으며 디지털 영상을 분석하기 위한 영상 분석 알고리즘을 탑재한 다양한 분석 시스템이 구현되고 있다. 지능형 감시 카메라는 디지털 영상을 분석하여 각종 이벤트를 도출해내고 그 이벤트를 영상과 함께 외부 장치로 전달하는 기능을 갖는다.

기존에 설치되어 있는 아날로그 카메라를 모두 지능형 감시 카메라로 교체하기에는 많은 시간과 비용이 소요되므로 기존의 아날로그 카메라를 지능형 감시 카메라와 같은 기능으로 개선하기 위해서는 아날로그 영상을 디지털로 변환하여 영상을 분석하는 지능형 영상 분석기와 분석된 영상에 대한 이벤트와 디지털 영상을 네트워크 전송이 가능한 형태로 압축하는 비디오 서버를 연계하여야 한다. 또한 각 영상 카메라에 비디오서버를 부착함으로써 기존의 영상 분석기에 걸리던 부하를 최소화 할 수 있으며, 운영자에게 의존적이었던 기존의 수동 시스템에서 시스템이 사용자에게 필요한 정보를 알려주는 능동적인 시스템으로 바꿀 수 있다.

### 2.2.2 센서 네트워크

도시철도 감시를 위해 사용하는 센서는 기존의 화재센서를 포함하여 환경 감시 센서, 구조 건전성 감시 센서 등으로 구성된다. 각각의 감시 센서 노드는 센서의 용도와 필요성에 따라 각각의 영역에 설치되

며 각 센서 노드에서 얻어지는 데이터를 통합하기 위한 장치가 필요하다. 이는 시각적으로 감시하는 영상카메라의 한계를 보완하여 후각적, 촉각적 감시를 통한 전방위적 감시를 수행한다. 이러한 데이터를 취합하여 네트워크로 전송하려면 센서 노드 게이트웨이가 설치되어야 하며, 센서 노드 게이트웨이는 각 센서 노드들의 데이터를 취합하여 지능형 감시 소프트웨어에 전송하게 된다. 또한 역사 구조 건전성을 판별하는 광센서와 역사 전반의 화재 감시를 위한 광센서는 일반 센서 노드와 별개로 연속적인 데이터 통합을 위해 데이터로거를 거쳐야 하며, 데이터로거를 통해 취합된 데이터는 네트워크를 통해 지능형 감시 소프트웨어에 전송 된다.

### 2.2.3 지능형 감시 소프트웨어

지능형 감시 소프트웨어는 지능형 감시 카메라와 센서 네트워크로부터 디지털 영상 데이터와 영상 감지 이벤트 그리고 센서 측정 데이터들을 네트워크를 통해 전달받아 종합적인 데이터 분석을 하게 되며 분석 결과에 따라 경보를 발생한다. 직관적인 영상감시시스템에서 벗어나기 위해 이를 즉각적으로 운영자에게 알린다. 또한 기존에 하드웨어로 구성되어있던 시스템 구성을 소프트웨어적으로 바꿈으로서 시스템 구성의 복잡도를 낮출 수 있다. 이는 시스템 구성의 단순화를 통한 비용절감과 더불어 시스템 고장발생시 즉각적으로 사태를 파악할 수 있게 된다. 뿐만 아니라 소프트웨어의 특성상 시스템 기능을 사용자 요구사항에 맞추어 지속적으로 업그레이드 가능하므로 시스템 수명을 연장할 수 있으며 기타 영상카메라와 센서의 발전 방향에 따라 능동적으로 맞춰 나갈 수 있다.

### 2.2.4 디지털 영상 저장 장치

기존 시스템은 DVR 방식을 통해 영상 데이터를 저장한다. 이는 영상만을 저장하여 사건이 발생한 순간의 기타외적인 요소를 저장하지 못한다. 본 논문에서는 영상 저장장치의 영상뿐만 아니라 센서 로그 등을 저장하도록 하여 사건이 발생한 순간 혹은 사건 발생 전후의 영상 외의 기타 센서 값들을 저장한다. 디지털 영상 저장장치의 또 다른 중요한 특징은 영상 관리 서버와 영상 저장 데몬을 분리하여 과거 시스템에서 영상 저장 장치에 집중되던 네트워크 부하를 분산하여 처리한다는 것이다. 그리고 영상을 운영자에게 단순 제공하던 기능에서 탈피하여 영상을 직접 운영자가 관리할 수 있도록 한다.

## 3. 결 론

현재 도시철도 감시 시스템은 폐쇄회로 카메라를 통한 감시에 집중되어 있다. 따라서 수동적인 감시만을 수행하여 감시시스템의 감지 능력보다 운영자의 집중력에 의존하는 경향이 크다. 또한 영상만으로 판별하기 어려운 사건에 대해서는 감지 능력이 하락하게 된다. 본 논문에서는 영상 자체의 감지 능력을 향상시킬 수 있는 지능형 카메라의 설치를 제안한다. 영상 분석능력을 가진 지능형 카메라는 영상 취득 후 전송이라는 단순 동작방법에서 벗어나 영상을 분석하는 중간단계가 존재한다. 따라서 모니터링하는 운영자에게 사건이 발생할 경우 사건의 종류와 위법자를 직접적으로 알려줄 수 있게 된다. 이는 운영자의 감시 능력을 1차적으로 향상시킬 수 있다. 뿐만 아니라 시각외적 요소로 판별해야하는 사건의 감지 능력향상을 위해 센서 네트워크를 통한 감시방법을 제안하였으며, 이를 통해 운영자의 감시 능력을 2차적으로 향상시킬 수 있다.

점차 증가하는 도시철도 시설 확충으로 이용객 편의가 증가되고 이용객의 안전 감시에 대한 중요성 또한 높아지고 있다. 본 논문에서는 기존 감시 시스템의 한계와 문제점을 지적하고 지능화된 감시시스템을 제안함으로써 본 시스템 적용시 영상 감시 능력이 매우 향상될 것으로 기대된다.

#### 4. 감사의 글

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

#### 참고문헌

1. 안태기, 신정렬, 이우동, 한석윤(2008), "도시철도 지능형 종합감시시스템 개념설계", 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 2008-06, pp.149
2. 장일식, 박종화, 김주선, 김형민, 박구만 (2008) "도시철도 지능형 카메라에 요구되는 성능 및 관련 기술 연구", 한국철도학회.
3. 윤병주, 송재원, 이원재, 안태기, 신정렬 (2008), "도시철도 영상감시시스템의 효율적운영방안에 관한 연구", 한국철도학회.
4. 정상국 외(2008), "차지상간 통합전송시스템의 무선 대역폭 및 시스템에 관한 연구", 한국철도학회 추계학술대회 논문집, 2008-11, pp.1145
5. 송규연 외(2008), "IP방식의 종합감시시스템을 위한 분산 소프트웨어 연구", 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 2008-06, pp.111