

도시철도의 능동적 감시체계를 위한 기능 분석

안태기^{*,**}, 신정렬^{*}, 이우동^{*}, 한석윤^{*}, 김문현^{**}
한국철도기술연구원^{*}, 성균관대학교^{**}

Function Analysis for the active surveillance system of urban transit

Tae-Ki An^{*,**}, Jeong-Ryul Shin^{*}, Woo-Dong Lee^{*}, Seok-Yoon Han^{*}, Moon-hyun Kim^{**}
Korea Railroad Research Institute^{*}, Sungkyunkwan University^{**}

Abstract - Most of the urban transit operation company in Korea have a passive surveillance system to monitor the status of the passengers and facilities in the urban transit service area. The surveillance system is based on CCTV, closed circuit television, and several sensors, such as a fire sensor. However, this system has some limitations to prevent and cope with the emergency quickly. So the urban transit operation companies have plans to be change their surveillance system to be active. The active surveillance system has an intelligent function to detect the event predefined by managers automatically. To construct the active surveillance system, there are a standard concept design and a function analysis. In this paper, we propose the classification of the functions of the active surveillance system for urban transit. We divide the functions into five parts, ordinary monitoring, safety monitoring, environment monitoring, administration support, and record management. And we describe the systems related to the every functions to clarify the classified functions.

1. 서 론

도시철도는 많은 사람이 이용하는 공공장소이며, 도시 내에서 한꺼번에 가장 많은 사람을 수용할 수 있는 대형 수송수단으로 항상 대형 인명사고에 대한 대비가 철저하게 이루어져야 한다. 특히 도시철도 중 중앙전철은 대부분 지하로 건설되어 있어 사고 발생 시 신속한 대처를 하지 못하는 경우 자칫 커다란 대형 인명 사고로 이어질 수 있다. 그러므로 운영자 및 관계자는 도시철도 내에서 일어나고 있는 현재 상황을 항상 모니터링 하여 긴급 상황 발생 시 신속한 대응을 할 수 있도록 하여야 한다. 현재 각 도시철도 시스템을 운영하고 있는 각 운영기관에서는 도시철도 구간 내에서 일어나는 여러 가지 상황을 감시하기 위하여 필요한 곳에 영상카메라 또는 센서를 설치하여 역무실 또는 종합사령실에서 현장을 관찰할 수 있도록 하고 있다. 이러한 시스템을 통하여 도시철도 구간의 중요한 구역에 대한 감시가 가능하며, 일반적으로 자동으로 감시영역을 순차적으로 바꾸어 표시해주거나, 현재 관심있는 구역을 선택하여 표시할 수 있는 시스템을 사용하고 있다. 현재의 감시시스템은 현장에서 일어나는 사건을 실시간으로 관찰할 수 있도록 구성되어 있으나, 인력 및 시설의 한계에 의하여 현장에서 정해진 긴급 상황이 발생하더라도, 화재 등 일부 기능을 제외하고는 사실상 현재 상황을 자동으로 알 수 있는 구조는 아니다. 그러므로 현재 구성된 시스템으로는 대부분 사건이 발생한 후 사건을 확인하기 위한 검증용으로 많이 사용되고 있다. 그러나 컴퓨터 기술과 통신 기술의 발전에 의하여 다양한 분석 및 평가기법을 통하여 사고를 미리 예방하기 위한 지능형 시스템의 도입을 가능하게 하였으며, 감시 기능 뿐만 아니라 안전 정책 수립, 경영 정책 수립 등에 필요한 기초 데이터를 제공할 수 있는 기능까지 수행할 수 있게 되었다. 기존의 수동적인 감시체계를 능동적이고 지능적인 감시체계로 변화시키기 위해서는 현재 도시철도 구간의 특징에 맞는 최적화된 시스템에 대한 연구가 필요하다. 도시철도 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 수동적인 모니터링 시스템을 능동적인 시스템으로 변환하기 위하여 지능형 감시시스템의 적용이 필요하다. 지능형 감시 시스템은 이벤트 발생 시 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].

현재 도시철도 모니터링 시스템을 새롭게 구축하거나 개량하고 있는 도시철도 운영기관들은 지능형 모니터링 시스템에 대한 내용을 반영하고자 많은 노력을 기울이고 있다. 지능형 모니터링 체계를 구축하기 위해서는 도시철도 지능형 감시시스템에 대한 개념을 정의하고, 주요한 기

능에 대하여 체계를 확립함으로써 전체적인 시스템에 대한 구축방향을 설정할 필요가 있다. 하지만 현재 도시철도의 지능형 감시분야는 도입 초기 단계로써 표준화된 개념 및 구조가 없으며, 기능에 대한 정의 또한 없다. 도시철도 구간에 능동적인 감시체계를 구축하기 위해서는 이러한 표준화된 개념 및 구조, 기능정의가 반드시 필요하다.

본 논문에서는 도시철도의 능동적 감시체계를 구축하기 위해 필요한 주요 기능을 분류하고, 이러한 기능들에 대한 세부 사항을 제시하였다. 제시된 기능들은 향후 능동적이고 지능적인 도시철도 감시체계를 구축하고자 하는 경우 참고할 수 있을 것이다.

2. 본 론

2.1 도시철도 감시체계

기존의 도시철도 감시체계는 폐쇄회로텔레비전 기반의 영상감시체계와 화재센서 등의 센서를 이용한 센서감시체계 등으로 이루어져 있으며, 이러한 감시체계는 각각 독립적으로 운영되고 있다[3,4]. 이러한 시스템은 어떠한 긴급 상황이 발생하는 경우 현재 상황을 자동으로 판단할 수 있는 시스템이 포함되어 있지 않으며, 일부 경보시스템은 간단한 경보를 발생하는 수준에 그치는 수동적인 감시체계를 가지고 있다. 수동적인 감시체계는 인력 및 설비의 한계에 의하여 감시의 범위가 제한되고, 현실적으로 실시간으로 현재 상황을 모두 감시할 수 없는 실정이다. 그러므로 현재 각 도시철도 운영기관에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 지능화된 시스템을 도입하여 감시체계를 현재의 수동적인 감시체계에서 능동적인 감시체계로 변경하기 위한 다양한 시도를 하고 있다. 국토해양부의 안전개선 사업의 일환으로 화재 발생시 화재센서와 해당지역에 설치된 영상카메라와 연동하기 위한 사업 등을 추진하고 있으며, 서울메트로 등에서는 객체 인식을 응용한 지능적인 시스템 구축사업을 추진하고 있다. 도시철도 서비스 구간 내에서 일어나는 각종 사건을 자동으로 감지하여 필요한 곳에 전송하여 현재 상황에 신속하게 대처할 수 있도록 하는 능동적인 감시를 수행하기 위해서는 여러 가지 지능적인 기술의 도입이 필요하며, 이러한 감시체계에 대한 개념과 기능의 정립이 필요하다. 능동적인 감시체계는 영상카메라, 음향센서, 각종 감지센서 등 데이터 입력부분과 이러한 데이터를 이용하여 각종 판단을 수행하는 상황판단부분, 상황판단에 따라 현재 상황을 사용자에게 적절하게 표시해주는 상황표시부분으로 이루어질 수 있다. 그 이외에 해당정보를 전달하기 위한 데이터 전달 부분, 데이터를 저장하기 위한 데이터 저장 부분 등도 이러한 감시체계를 구축하는 데는 필요한 부분이다. 능동적인 감시체계를 구축하기 위해서는 지능화된 시스템이 필요하며, 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. 도시철도의 효율적인 감시체계를 구축하기 위해서는 도시철도 서비스 구간 내에서 장소와 목적별로 필요한 기능을 수행할 수 있도록 구축하여야 하며, 이러한 기능은 서로의 중복 기능을 최소화하면서 연계성을 극대화 할 수 있도록 구성할 수 있는 기능의 분류가 중요하다.

2.2 능동적 감시체계를 위한 기능분석

능동적인 도시철도 감시체계를 위해 필요한 주요 기능은 표 1에서 나타난 바와 같이 상시감시기능, 안전감시기능, 환경감시기능, 운영보조기능, 기록관리기능의 5개의 분류로 나눌 수 있다. 상시감시기능은 기존 폐쇄회로 텔레비전 및 각종 센서를 사용하여 승객 및 시설물의 상태를 지속적으로 감시할 수 있는 기능을 포함하고 있으며, 화재 발생, 구조물의 지속적인 데이터 등을 이용한 시설물의 구조변화 등에 대한 능동적인 감시를 수행하는 기능이다. 안전감시기능은 기존의 수동적인 시스템이 수행하지 못하는 이벤트 감지 기능을 가지고 있으며, 방치된 물건 검

<표 1> 능동적 도시철도 감시체계를 위한 주요기능분류

분류	세부시스템	내용
상시감시기능	상시승객현황 정보시스템	승객 현황 감시
	상시시설물현황 정보시스템	구조물 물리적 위험감시 시설물현황/상태 및 파손 감시
안전감시기능	테러감시시스템	방치된 위험물체 인식
	승강장승객추락감시시스템	승강장에 추락하는 승객 탐지
	화재감시시스템	화재탐지 및 영상 감시시스템과의 연동
	제한지역 감시시스템	터널 등 출입금지 지역 감시
환경감시기능	우범지역 감시시스템	차량기지, 역구내 우범지역 감시
	공기질 감시 시스템	미세먼지 감시
	유해가스감시 시스템	이산화탄소, 이산화질소, 일산화탄소 감시
	유해 환경물질 감시 시스템	라돈, 석면 등 감시
	무인기계실 환경 감시시스템	변전실, 기계실에 대한 온도/습도/침수 등 감시
운영보조기능	소음 감시	소음레벨 감시
	승객유동량 감시 시스템	이동 승객 수, 이동경로, 이동형태 분석, 통계자료 제공
기록관리기능	승객혼잡도 정보 시스템	역구내/승강장 이용 승객수, 혼잡도 자동분석
	영상저장장치 검색 시스템	사고원인 분석을 효과적으로 하기 위한 기능제공

지, 승객 선로 추락 감시, 화재 감시, 제한지역내의 침입 감시, 우범지역 내의 상황 감시 등 승객 및 시설물을 보호하기 위한 안전관련 감시 기능을 포함하고 있다. 환경감시기능은 역사내의 미세먼지 등에 대한 공기질 상태 감시, 이산화탄소, 일산화탄소 농도 등에 대한 유해가스 감시, 무인기계실의 환경감시, 역사내의 비정상적인 소음 감지 등의 기능을 포함하고 있어, 승객이 항상 쾌적한 환경에서 도시철도 서비스를 받을 수 있도록 한다. 운영보조기능은 도시철도 운영자가 운영계획 또는 안전계획 수립에 필요한 각종 통계정보를 얻을 수 있도록 지정한 통로 또는 지역의 승객 유동량 또는 승객의 혼잡도 등을 자동으로 파악하여 제공할 수 있도록 한다. 기록관리기능은 각 역사 또는 각종 영상 정보 또는 센서정보를 효율적으로 관리할 수 있도록 하여 향후 사고 원인 분석 및 통계정보를 추출할 수 있도록 필요한 기능을 제공한다.

2.2.1 상시감시기능

상시감시기능은 역사 내 또는 무인 기계실 등 주요한 위치에 설치된 영상카메라 및 센서정보를 지정하여 관찰할 수 있는 기능과 순차적으로 자동으로 관찰할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 이러한 기능은 기존 도시철도 운영기관에서 운영하고 있는 수동적인 감시체계로써 능동적인 감시체계에서 기본적으로 필요한 기능이다. 또한 상시감시기능은 일정한 평가기준에 의하여 구조물의 안전성을 감시하고, 시설물의 파손 등을 자동으로 감지할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 또한 승객들의 안전을 감시하기 위하여 에스컬레이터, 엘리베이터, 화장실 앞 및 승강장에 설치된 영상카메라를 이용하여 현재 상황을 직접 확인할 수 있다.

2.2.2 안전감시기능

안전감시기능은 도시철도 감시기능 중 가장 중요한 기능 중 하나이며, 테러감시, 승강장 추락감시, 화재 감시 등의 기능을 포함하고 있다. 이러한 기능은 영상카메라를 포함하여 다양한 센서들과의 연동을 통하여 보다 정확한 상황을 판단할 수 있는 기능이 필요하다. 예를 들면 우범지역 내의 감시기능은 폭력 등을 자동으로 감지할 수 있는 기능을 포함하고 있어야 하며, 터널 등 제한지역 내에 침입하는 침입자를 자동으로 감지할 수 있는 기능 등을 포함하여야 한다. 안전감시기능을 수행하는 세부 시스템들은 승객 및 시설물을 보호해야 한다는 사회적 인식이 높아질수록 보다 많은 기능들이 추가될 것이다.

2.2.3 환경감시기능

환경감시기능은 최근에 도시철도 서비스 구간 내의 환경 문제가 대두되고, 승객들이 보다 쾌적한 서비스 환경을 요구하고 있어 매우 중요한 기능이 되고 있다. 이러한 기능은 개별적으로 연구가 많이 진행되고 있

으며, 공기질 감시, 유해가스 감시, 유해환경물질 감시 등 환경적인 내용을 많이 포함하고 있다. 환경감시기능 중 유해가스 감시의 경우는 안전감시기능에도 포함될 수 있는 중요한 기능으로서 향후 환경감시기능 분야 또한 안전감시기능 분야와 마찬가지로 다양한 세부시스템의 추가가 이루어질 것으로 예상된다.

2.2.4 운영보조기능

운영보조기능은 주로 승강장 등 지정된 장소의 현재 승객 혼잡도 또는 지정된 구역을 통과하는 승객의 유동량 등을 측정하는 기능으로 이러한 기능은 역사 설계 또는 개선 계획, 안전관리계획 등을 수립할 때 기초자료로 사용할 수 있다. 또한 게이트 시스템과 연동하여 승객의 유동량에 따른 자동게이트 조정 시스템 등 기존 시스템과의 연계를 통하여 보다 향상된 기능을 수행할 수 있다. 기존의 감시체계는 승객 안전 및 시설물의 보호에 중점을 두고 있으나, 지능화되고 능동적인 감시체계로 변환하면서 영상데이터 등 기존의 데이터로부터 새로운 정보를 추출함으로써 운영계획 수립 등에 기초자료를 제공할 수 있는 기능을 포함할 수 있다.

2.2.5 기록관리기능

기록관리기능은 영상데이터 및 센서데이터 등 대용량 데이터를 저장하고 효과적으로 검색하는 기능이다. 대용량의 데이터를 효과적으로 관리하기 위해서는 데이터의 압축기술 등이 필요하며 적은 용량으로 원본 데이터의 품질을 최대한 유지할 수 있는 효과적인 데이터 저장 방법이 필요하다. 또한 저장된 데이터에서 필요한 데이터를 빠르고 정확하게 검색하기 위해서는 데이터에 대한 분석 기술이 필요하다. 이러한 분석기술을 통하여 찾고자 하는 데이터와 연관된 데이터를 효과적으로 추출할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 도시철도의 감시체계를 기존의 수동적인 감시체계에서 능동적인 감시체계로 변환하기 위하여 필요한 기능을 분석하고, 주요기능에 대한 분류 방안과 이러한 기능들에 대한 세부 사항을 제시하였다. 도시철도의 능동적인 감시체계를 구축하기 위한 기능은 크게 5개의 대분류 기능으로 나누고, 그에 따른 세부 분류 기능으로 나누었다. 제시된 기능들은 향후 능동적이고 지능적인 도시철도 감시체계를 구축하고자 하는 경우 참고할 수 있을 것이다.

감사의 글

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

[참 고 문 헌]

[1] 안대기, 신정렬, 이우동, 김문현, “도시철도 지능형 종합 감시시스템을 위한 상황인식기술 적용방안 연구”, 대한전기학회정보및 제어학술대회 논문집, pp. 399-340, 2007

[2] 안대기, 신정렬, 이우동, 김문현, “센서네트워크 기반 도시철도 지능형 감시시스템 구축방안 연구”, 한국철도학회 추계학술대회 논문집, 2007

[3] 성광일, “도시철도기술자료집(9) 통신”, 서울특별시지하철건설본부, 2005

[4] 서울특별시지하철건설본부, “서울지하철 7호선 건설공사 통신설비 설계 및 시공사례”