도시철도 지능형 감시시스템에 대한 국외기술 동향 분석

Recent Trends in the Intelligent Surveillance Technologies

안태기*　　신정열**

An, Tae Ki　　Shin, Jeong Ryol

ABSTRACT

An urban transit is representative public transportation which lots of people take everyday. Especially, the station of urban transit is one of the very important public civil infrastructures. From the teachings of subway fire disaster occurred at Daegu on 2003, a certain incident might create large numbers of deaths or injuries and a lot of damages to the subway station without having an accurate grasp of emergency situation and doing proper action on the situation. Therefore, the passive surveillance system, which means the present CCTV based system, needs to be changed into the active one. The active surveillance system is the CCTV based system with intelligent softwares which affords to prevent a certain incident or trouble and its aggravation. In this paper, the state of the art of the representative companies developing intelligent softwares and its application sites of Australia and Hong Kong are briefly introduced. Finally, with the consideration of its recent trends, some technical contents for the intelligent surveillance system of domestic urban transit are briefly described.

1. 서　론

도시철도는 매일 수많은 도시민들이 이용하는 대표적인 대중교통수단이며, 특히 도시철도 역사는 중요 다중공공시설물 중 하나이다. 2003년 대구지하철 방화사건에서 보듯이 사고 및 재난 등 긴급상황 발생시 정확한 상황 파악 및 신속한 대처가 이루어지지 못할시 엄청난 인명 및 재산 피해가 야기될 수도 있다. 그러나, 현재까지도 도시철도 종합감시시스템은 폐쇄회로 텔레비전 시스템기반의 아날로그 시스템에 의한 수동적인 감시체계를 가지고 있으며, 감시 인력의 제한 속에 감시 대상 범위가 광범위하여 실제적인 감시의 한계를 가지고 있다[1,2,3]. 그러므로, 현재의 단순한 수동적인 CCTV 감시체계에서 최신의 IT기술을 도입한 새로운 개념의 지능적인 능동 감시체계로의 전환이 필요하다. 지능적인 능동감시체계란 기존 영상기반의 감시시스템에 지능형 소프트웨어를 접목하여 사고예방 또는 사고 발생시 정확한 상황을 인지하도록 하여 신속한 대처를 할 수 있도록 하여 사고의 확산방지를 수행할 수 있는 감시체계를 말한다. 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 현재 상황을 자동으로 판단할 수 있도록 하는 다양한 분석기법과 인공지능 알고리즘이 도입되어야 한다. 특히 감시시스템에서 영상부분은 사람의 시각에 해당하는 중요한 부분으로서 영상을 분석하고 상황을 판단할 수 있는 지능형 소프트웨어는

* 책임저자, 정회원, 한국철도기술연구원, 도시교통기술개발센터, 선임연구원
E-mail : tkahn@krri.re.kr
TEL : (031)460-5714　FAX : (031)460-5749
** 한국철도기술연구원, 선임연구원

지능형 감시시스템을 구축하기 위해 필요한 핵심기술이다.

본 논문에서는 다양한 상황을 설정하고 영상분석을 통하여 이러한 상황의 발생 여부를 자동으로 판단할 수 있는 지능형 소프트웨어와 관련하여 국외의 대표적인 개발수준과 사례를 살펴보고, 이를 통하여 국내 도시철도 지능형 종합감시시스템 개발 시 고려하여야 할 사항을 정리하였다. 국외의 지능형 소프트웨어의 기술 분석 결과는 향후 관련 시스템 설계 및 개발 시 반영되어 지능형 종합감시시스템의 기술 범위와 기능 설정에 많은 도움이 될 것이다.

2. 국외 지능형 소프트웨어 기술 수준

2.1 iOmniScient

대표적인 국외 지능형 감시 소프트웨어 기술을 보유하고 있는 iOmniScient사에서는 인간의 두뇌 수준을 견주어 지능형 영상 소프트웨어를 IQ Series로 명명하여 개발하였다. 즉, IQ-100, IQ-110, IQ-115, IQ-140, IQ-180, IQ-Infinity까지 개발되어진 상태이며, IQ Series 알고리즘을 영상/이미지 DSP(Digital Signal Processor)에 탑재하여 하드웨어에 내장될 수 있도록 한 IQ-Implant도 개발한 상태이다. 표 1은 IQ-Series에 대한 주요 기능을 정리한 내용이다. 표에서 보는 바와 같이 낮은 IQ를 보유하고 있는 시스템은 현재 주변상황이 비교적 혼잡하지 않은 상태에서 상황을 판단하는 기능을 수행하고 있으며, IQ가 높아짐에 따라 보다 혼잡한 상황에서 다양한 기능을 수행하고 있다.

표 1. IQ-Series의 주요 기능

구 분	기 능
IQ-100	-침입자 감지 -텅빈 화면상에서의 버려진 물건 -방황자와 뛰는자 감지
IQ-110	-카운팅 -방향별 카운팅 -방향 경고
IQ-115	-행동 분석 -미끄러짐과 떨어짐 -넘어진 사람
IQ-120	-혼잡도와 카운팅 -대기행렬 관리 -영상 보기 클릭
IQ-140	-군중속 소매치기 -군중속 버려진 물건 감지 -군중속 낙서 등 공공시설물 파괴 -교통체증속 주차위반
IQ-180	-낮은 영상 명암에서의 보이지 않는 물건 감지
IQ-Infinity	-IQ-100~IQ140까지의 모든 기능 포함 -영상관리기능(IQ-VMS) -감시시스템 건전도상태 체크 기능

또한 지능형 소프트웨어 문제점 중 하나인 오경보를 최소화할 수 있도록 NAMS(Nuisance Alarm Minimization System) 기능을 개발하여 사용하고 있으며, Jump-to-Event 기능을 도입하여 과거의 어느 이벤트이건 쉽게 찾아갈 수 있도록 하였다. Object Differentiation 기능을 도입하여 사람과 자동차, 물건과 화물 카트, 영차와 공차 등을 구분할 수 있으며, 하나의 카메라로 원근감을 파악할 수 있는 기능뿐만 아니라, 카메라 영상의 상태를 파악하여 카메라 고장 또는 카메라의 가려짐 등 부적절한 상태의 카메라에 대한 경고음을 주는 기능과 저장영상으로부터 매우 빠른 이벤트 검색기능을 가지고 있다.

2.2 OV(ObjectVideo)

ObjectVideo는 지능형 소프트웨어 분야에서 세계에서 가장 많은 점유율을 차지하고 있는 기업 중 하나로서 다양한 기능의 지능형 소프트웨어를 개발하였다. 성공적인 탐지와 오경보 제거를 할 수 있는 핵심 알고리즘을 보유한 자동화된 물체 탐지 및 분류와 추적기능, 보안 규정을 따라 사용자 정의 규칙을 쉽게 만들기 위한 마법사구동 인터페이스, 저장된 영상에서 매우 빠른 이벤트 기반 검색 기능, 규칙을 위반한 물체를 따라가게 자동적으로 PTZ camera를 조정하는 카메라 물체 추적기능, 자동적으로 여러 고정된 위치를 파악하고 그에 맞는 규칙을 활성화하는 다중 카메라 뷰/위치 세팅기능, 카메라 위치/디자인/시스템 환경설정을 돕는 강력한 어플리케이션 통합도구 기능, 통합도구와 프로그래밍 코드 실례를 포함한 Software Development Kits를 가지고 있다. 그림 1과 2는 실제적인 ObjectVideo의 규칙생성방법과 경계지역 설정에 의한 실제 구현화면을 나타낸 것이다. ObjectVideo는 사용자가 여러 가지 상황을 사용자 인터페이스 화면을 통하여 비교적 쉽게 정의할 수 있도록 하였으며, 각 객체에 대한 많은 데이터베이스를 이용하여 특히 사람과 차량 객체 인식에 많은 노력을 기울였다. 표 2에 ObjectVideo사 지능형 소프트웨어의 특징을 나타내었다. 표 2에서 보는 바와 같이 설정된 이벤트 탐지 구간에 지정된 객체가 주어진 행동을 수행한 경우 해당 상황에 대한 경고를 발생하는 구조를 가지고 있다. 즉 일정 크기의 객체가 트립와이어(tripwire)를 이용하여 정해진 구역에 들어오는 행위, 나가는 행위 등을 지정함에 따라 해당 경우가 발생하면 경고를 발생하는 구조를 가지고 있다. ObjectVideo는 객체에 기반을 두고 있으므로, 주변 잡음에 비교적 강한 구조를 가지고 있으나, 주어진 객체가 다양한 모양으로 변형되는 경우 객체 인식에 한계를 가질 수 있다.

그림 1 사용자 정의 규칙 생성 마법사 기능

그림 2 경계지역 경고 (tripwire)

표 2. ObjectVideo의 주요 기능

구 분	내 용
물체 분류	-사람과 차량 그리고 다른 물체를 모든 이벤트에서 구별
트립와이어 이벤트 탐지	-특정 물체가 카메라 뷰에 (트립와이어)을 넘어서 특정한 방향으로 움직이는 것을 탐지. -트립와이어는 단방향 .
다중 트립와이어	-두 개의 가상 트립와이어 사이에 조합된 규칙을 가능하게 함. -다중 트립와이어는 교통흐름(차량 또는 사람), 지정된 속도를 탐지 할 수 있음.
"Enters" 이벤트 탐지	-특정한 물체가 카메라뷰내의 관심 있는 지역 안 어떤 방향으로든 들어오는 것을 탐지.
"Exits" 이벤트 탐지	-특정한 물체가 카메라뷰내의 관심 있는 지역 안 어떤 방향으로든 나가는 것을 탐지
"Appears" 이벤트 탐지	-이전에 카메라뷰에 나타나지 않았던 특정 물체가 관심지역에 나타남을 탐지
"Disappears"이벤트 탐지	-관심지역에서 실제로 나가지 않았으면서 카메라뷰에서 » 사라진 특정 물체를 탐지
"Inside of"이벤트 탐지	-카메라뷰에서 지정된 관심지역 안에서 특정물체가 움직일 때 탐지
Leave Behind이벤트 탐지	-지정된 관심지역이나 전체 카메라뷰에 물체가 남겨지거나 놓여졌을 때 탐지
Take Away 이벤트 탐지	-지정된 관심지역이나 전체 카메라뷰에서 물체가 제거되었을 때 탐지
전체 변화 이벤트 탐지	-카메라뷰가 상당히 변하는 이벤트를 탐지.
물체 크기 필터	-실제 경고를 발생하기에는 너무 작거나 너무 큰 물체를 걸러냄.
물체 크기 변화 필터	-실제 경고를 발생할 수 있는 관심 있는 물체가 되기에는 크기가 너무 빨리 변하는 물체를 걸러냄.
돌출/ 조수 필터	-실제 물체가 되기에는 비디오 프레임사이에서 너무 빨리 다른 방향으로 움직이며 모양이 바뀌는 물체를 걸러냄
다중 뷰	-주어진 카메라에 여러 개의 뷰와 규칙세트를 저장하는 능력.
카운팅 & 카운팅	-사용자는 기존의 보안구동 규칙 또는 카운팅 이벤트나 정해진 점유인원을 위한 새로운 규칙을 만들어 쉽게 카운팅
야간 경고 향상	-가시성을 향상하기 위해 야간 경고에 주간의 장면을 덮어 씌우게 함
향상된 확장성	-한 개의 서버로 300개의 센서를 지원

3. 국외 지능형 소프트웨어 적용 사례

3.1 호주 국립해양박물관

호주 시드니 Darling Harbour에 위치하고 있는 국립해양박물관은 실내전시실 및 옥외전시물로 구성되어 있는데 현재 약 60개의 카메라가 설치되어 있으며, 그 중 45-50개의 카메라 영상에 대하여 지능형 소프트웨어가 적용되어 있는 상태이다. 감시적용 대상 범위는 박물관 전시품 도난, 전시품에 대한 낙서, 건물 벽 낙서, 침입감지 등이며 시간별 스케쥴러에 의하여 상황에 따라 감시기능 변경되는 시스템이 적용되고 있다. 현재는 지능형 감시시스템과 기존 CCTV감시가 병행 운영되고 있으며, 향후 정부예산이 확보 되면 전면적으로 실시 예정으로 있다. 또한, 옥외 전시물 및 관람객 유동량 조사 등에 대한 지능형 소프트웨어 적용에 대해서도 검토 중이며, 현재 화재, 연기에 대하여 센서를 설치하여 감시하고 있으며, 폭탄테러 등의 비상발생시 대처절차를 구축·운영 중에 있다.

3.2 호주 Rouse Hill 쇼핑센터 및 재난복구센터

Rouse Hill 쇼핑센터의 경우 CCTV 감시시스템과 지능형 영상 감시시스템을 동시에 운영중에 있으며 주로 쇼핑센터 방문고객의 유동량 계산 및 통계자료 작성을 위한 데이터 수집용으로 사용 중에 있다. 또한, 쇼핑고객 중 미끄러지거나 넘어지는 고객에 대한 조기 발견용으로 사용되고 있다.

호주 재난복구센터는 재난이나 재해 발생시 그로 인하여 주요 시설물이나 공공건물이 파괴되거나 손상되어 사용할 수 없는 경우 관련 데이터의 백업과 함께 비상 사무실을 제공하는 중요한 건물이다. 동 센터에는 외부에서의 침입감지시스템이 적용되어 있으며, 방문자 및 방문차량 카운팅, 낙서 등 시설물 파손행위, 버려진 물건 및 없어진 물건 감지, 카메라 건전도 상태 체크시스템이 운영중에 있다.

3.3 홍콩 국제공항 MTR 및 DRL MTR

홍콩 지하철 운영기관인 MTR에서는 현재 단계별로 차량감시시스템 및 차지상간 무선송수신시스템을 구축·운영 중에 있다. 1단계(2003년)로 홍콩 Airport Express 노선의 HK역 ~ Kowloon역 구간 2km를 시범적으로 구축한 이후, 2단계(2004년~2005년)로 디즈니랜드 라인(DRL)의 Sunny Bay역 ~ Disneyland 역 구간 3.5km 구축하여 운영 중에 있다. 2006년부터 현재까지 3단계로 첵랍콕 국제공항 터미널 내 2km 구간을 구축 중에 있는 상태이다. 차량 내에 차량당 1개 혹은 2개의 CCTV를 설치하여 운영 중이며 차량내 영상 정보를 지상으로 무선 전송하고 있다. 현재 3단계로 구축 중인 지능형 감시시스템에 대한 MTR 요구사항에는 혼잡도 감지, 보안 및 위험구역 침입 감지, 버려진 물건, 무임 승차 감지 등이 포함되어 있다.

4. 지능형 소프트웨어 분석을 통한 종합감시시스템 개발 방향

이상과 같이 지능형 소프트웨어의 국외 기술수준과 사례를 분석한 결과 다음과 같은 사항을 알 수 있다. 지능형 소프트웨어는 설치되는 형태에 따라 다양한 적용 형태를 가지고 있다. 지능형 소프트웨어를 서버에 설치하는 방법, 별도의 하드웨어 처리기에 설치하는 방법, 카메라에 내장하는 방법 등의 형태를 가질 수 있다. IOmniscient 경우에는 과거에는 서버에 설치하는 방법에 대해서만 고려하였으나, 카메라가 점점 디지털화 되고 지능화 되는 추세에 의하여 별도의 하드웨어 처리기에 설치하는 방법 또한 가능하도록 하드웨어 설계제조업체와 연구개발을 추진하여, 일부 제품을 생산할 수 있는 기술 수준을 확보하고 있다. ObjectVideo 경우에는 기본 개념을 서버에 두지 않고 별도의 하드웨어 처리기를 통하여 별도의 하드웨어에서 영상분석 및 상황판단을 할 수 있도록 함으로써 기존의 서버에 부하를 줄여주는 역할을 하였다. 그러나, IOmniscient 및 ObjectVideo 에서는 이러한 소프트웨어를 카메라에 내장함으로써 일정부분의 기능을 수행하는 지능형 카메라를 설계 제작할 수 있도록 지원하고 있다. 향후 지능형 소프트웨어의 설치형태는 당분간 현재 아날로그 카메라의 영상을 처리할 수 있는 서버용 소프트웨어, 통신선로의 용량을 줄이기 위하여 각 아날로그 카메라용 비디오제어기용 소프트웨어, 지능형 카메라에 탑재하기 위한 지능형 카메라용 소프트웨어 등 다양한 형태를 가지게 될 것이다. 또한 지능형 소프트웨어의 기술은 향후 보다 복잡한 환경에서 주어진 상황을 판단할 수 있는 구조로 발전할 것

으로 예상되며, 사람의 인식 능력보다 우수한 인식률을 가질 수 있도록 지속적인 기술개발을 실시할 것으로 예상된다. 호주 및 홍콩의 사례를 보면 현재 지능형 감시의 범위가 확대되고 있으며, 장소 및 기능에 대한 범위의 확대가 지속적으로 요구되고 있다. 현재 홍콩과 호주의 사례에서 나타나는 바와 같이 홍콩에서는 지하철 객실내에 폐쇄회로 텔레비전을 위한 카메라가 지속적으로 확대 설치되고 있으며, 호주에서는 박물관, 쇼핑센터, 재난복구센터 등 다양한 장소에 대하여 이러한 시스템의 도입이 확대되고 있는 추세이다. 또한 기능적으로 기존의 수동적인 감시개념이 급격하게 지능화된 소프트웨어를 도입한 능동적인 감시체계로 변화하고 있으며, 지능화 정도도 기존의 단순한 침입감지 수준이 아닌 인간의 행동 패턴 분석에 의한 보다 복잡한 상황을 판단하기를 원하고, 또한 그 이용범위 또한 운영계획, 경영계획 등 운영에 관련된 다양한 통계자료로 이용할 수 있도록 다양한 정보의 추출을 원하고 있다. 이러한 분석결과를 바탕으로 향후 도시철도 종합 지능형 감시시스템을 구축하기 위해서는 현재 시스템과의 호환성을 고려하여 다양한 형태의 하드웨어에 탑재할 수 있도록 지능형 소프트웨어의 성능 및 하드웨어 요구사항을 고려하여야 하며, 지속적으로 증가하는 요구사항을 고려하기 위하여 기능별로 모듈화하여 기술개발 수준의 향상에 따라 향상된 기능을 쉽게 적용할 수 있도록 하여야 한다. 또한 감시기능의 확대에 따른 설비의 용량 문제 등을 고려하여야 하며, 입력되는 정보를 이용하여 통계 정보와 같은 보다 많은 정보를 추출할 수 있도록 기능 구현을 하여야 할 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 도시철도 지능형 감시시스템의 코어라 할 수 있는 지능형 소프트웨어와 관련하여 국외의 대표 개발사인 iOmniScient사와 ObjectVideo사의 기술 수준을 살펴보았고, 이들의 호주 및 홍콩 여러 분야에 적용된 사례를 간략히 소개하였다. 이를 통하여, 국내 도시철도 역사 지능형 종합 감시시스템 개발시 반영하여야 할 사항을 정리하였다.

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. 안태기 (2007), “영상기반 도시철도 모니터링 시스템 구축방안 연구”, 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템부문회 추계학술대회 논문집
4. iOmniScient, "Intelligent Video Analytics Products V6.1.07," 2007