

도시철도 환경에 적합한 지능형 감시카메라 시나리오의 연구

A Study of Scenario in Intelligent Surveillance Camera for Urban Transit.

장일식†* 정철준* 김형민* 안태기** 박구만***
Chang, Il-Sik Jeong, Cheol-Jun Kim, Hyung-Min An, Tae-Ki Park, Goo-Man

ABSTRACT

In this paper, we introduced design of intelligent surveillance camera system and typical event processing scenario for urban transit. To analyze video, we studied events that frequently occur in surveillance camera system. Scenario is designed for estimation in the case of seven representative situations(designated area invasion, an object left alone, removed object in designated area, object tracking, loitering and congestion measurement) in urban transit.

Our system is optimized for low hardware complexity, real time processing and scenario dependent solution.

1. 서 론

산업 사회가 급속도로 발전함에 따라 전 세계적으로 전쟁, 테러, 강력범죄가 증가하고 있다. 이러한 위험 요소들은 인명 피해 및 자원에 대한 파괴로 이어지는 주된 원인이 된다. 최근 강력 범죄의 잦은 발생으로 사회적으로 불안감이 조장되고 있으며 이러한 이유로 더 나은 안전, 보안 시스템 분야를 점검하는 계기가 되었다. 보안 시스템에 대표적인 장비라고 할 수 있는 CCTV 카메라 시스템은 각 지역 자체적으로 공공장소 등과 같이 유동인구가 많은 지역에 확대 설치할 계획을 세우고 있다. 이것은 감시의 목적뿐만 아니라 보안 기술의 중요성에 대한 인식이 점차 높아짐에 따라 최소 인력으로 최대한의 감시 효과를 가질 수 있는 지능형 영상 보안 기술의 확대 보급을 요구하고 있다. 그 중에서도 도시철도 환경은 유동인구가 많아 예측 불허한 상황들이 빈번하게 발생하는 공공장소이다. 이러한 도시철도 환경에서 다양한 상황을 바탕으로 각종 범죄에 대처하여 위험요소를 최소화 할 수 있는 지능형 감시 카메라 시스템 및 시나리오의 사전 설계가 반드시 필요하다.

기존의 CCTV 카메라 시스템은 제한된 지역에서의 모니터링이나 센서 이벤트를 통한 감시의 목적으로 사용하였다. 반면에 본 논문에서 연구한 지능형 감시 카메라 시스템은 모니터링 기능을 바탕으로 상황별 시나리오 알고리즘을 이용하여 이벤트에 대한 판단, 처리를 유저가 확인할 수 있다. 알고리즘은 지능형 감시 카메라 소프트웨어와 상응하며 지능형 카메라에 내장(embedded)화 시켜서 구성되는 것이다. 시나리오 설계는 다양한 환경에서 발생할 수 있는 상황에 대해 미리 분석하고 이벤트 발생 시 처리 과정에 대한 정보를 담고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 도시철도 환경에 적합한 지능형 감시 카메라 시스템 구성

† 책임저자 : 정회원, (주)하이트론시스템즈, 지능형시스템팀, 선임연구원

E-mail : @hitron.co.kr

TEL : (02)3410-9111 FAX : (02)451-6296

* (주)하이트론시스템즈, 지능형시스템팀

** 철도기술연구원, 도시철도표준화연구단, 선임연구원

*** 서울산업대학교, 매체공학과, 교수

정보 및 구성을 위한 요구사항에 대해 분석하였다. 또한 지능형 감시 카메라 시스템에는 시나리오 알고리즘을 탑재하여 영상 분석이 가능하도록 설계 방안을 연구하였으며 긴급 상황에 신속히 대처할 수 있는 주요 상황별 시나리오에 대해 논한다. 시나리오는 도시철도 환경에서 발생할 수 있는 대표적인 사례를 미리 예측하고자 제한지역 침입감지, 방치된 물체감지, 없어진 물체 감지, 감지된 물체 추적, 배회자 감시, 혼잡도 측정의 6가지 상황으로 분류하여 설계하였다. 결론에서는 최적화 된 솔루션의 제공에 대한 가능여부를 검토하였다.

2. 본 문

2.1 지능형 감시 카메라 시스템의 설계 요구사항

도시철도 환경에 적합한 지능형 감시 카메라의 개발을 위해서는 기존 역사에 설치되어 있는 아날로그 카메라들과 영상 신호 포맷을 비롯한 인터페이스 부분이 호환되어야 한다. 이처럼 환경과 조건에 따라 시스템 설계 요구사항이 발생하게 되고 요구사항에 대한 분석을 실행해야 한다.

표 1. 지능형 감시 카메라 시스템의 설계 요구사항

번호	요구사항
1	감시 카메라로부터 입력되는 영상이 비디오 포맷의 구애받지 않아야 한다.
2	설치 지역에 따라 시스템이 적응적이어야 한다.
3	종합 사령실에서 쉽게 접근하여 모니터링을 할 수 있어야 하며, 제어가 가능해야 한다.
4	사용자가 UI 접근 및 조정이 간편하도록 시스템이 직관적이어야 한다.
5	시스템은 유지 보수 및 관리가 용이하여야 한다.
6	인증 및 권한 설정이 가능해야 하며, 사용자 관리가 용이해야 한다.
7	운영 시스템에 접근하는 사용자의 정보를 인식할 수 있어야 한다.
8	잘못된 이벤트를 인식하여 오류 알람을 발생하는 경우가 생기지 않아야 한다.
9	기능별 모듈 집적화가 가능해야 하며, 다른 기능을 추가할 때 쉽게 추가할 수 있어야 한다.
10	바람에 흔들리는 나뭇잎 등 무의미한 배경동작과 유효 동적객체를 구분할 수 있어야 한다.

표 1은 지능형 감시 카메라 시스템 설계 시 고려해야 할 요구사항에 대해 정리한 것이다. 기존에 설치된 아날로그 카메라에 대해서도 호환이 되어야 하고 추후 네트워크 시스템이 연동이 될 경우 비디오 영상 포맷은 독립적으로 동작해야 한다. 또한 역사 내 선로, 에스컬레이터, 게이트 등과 같은 다양한 설치 지역에서도 시스템이 적응적이어야 하며 종합 사령실에서 관리자에 의해 연동된 여러 역사들의 모니터링 및 제어가 가능해야 한다. 특히 이벤트 발생 시 종합사령실에서 빠르게 판단하여 대처할 수 있도록 해야 하기 때문에 더욱 중요한 사안이다. 또한 본 시스템의 관리 대상이 쉽게 UI를 접근하고 조정할 수 있도록 시스템이 직관적이어야 한다. 재학습할 필요 없이 주요 기능과 사용방법에 대해 쉽게 익힐 수 있어야 시스템의 유지 보수 관리가 용이하기 때문이다.

관리 시스템의 접근에 대한 제한도 있어야 한다. 누구나 관리자 모드로 접근하는 시스템은 전반적인 관리 및 유지 보수가 힘들며 시스템 프로그램에 대한 보안의 문제도 야기될 수 있다. 추가적으로 운영 시스템에 접근하는 사용자의 정보에 대해 실시간으로 기록을 하여 시스템 관리자가 그 데이터를 열람하여 관리할 수 있어야 한다.

운영의 문제에 있어서 공공장소에서의 시스템 오작동은 시민들의 불안감 조장 및 관리자들의 인력 낭비에 대한 문제로 이어질 수 있다. 따라서 시스템이 이벤트가 아닌 주변 환경에 민감하게 반응하여 오류 알람을 발생시키는 일이 없도록 해야 한다. 이를 위해 알고리즘 면에서는 바람에 흔들리는 나뭇잎 등 무의미한 배경 동작과 유효 객체의 동작 구분이 가능해야하며 기능별 모듈 집적화를 통해 기능 설정, 해제 및 추가가 용이해야 한다.

2.2 지능형 감시 카메라 시스템의 구성

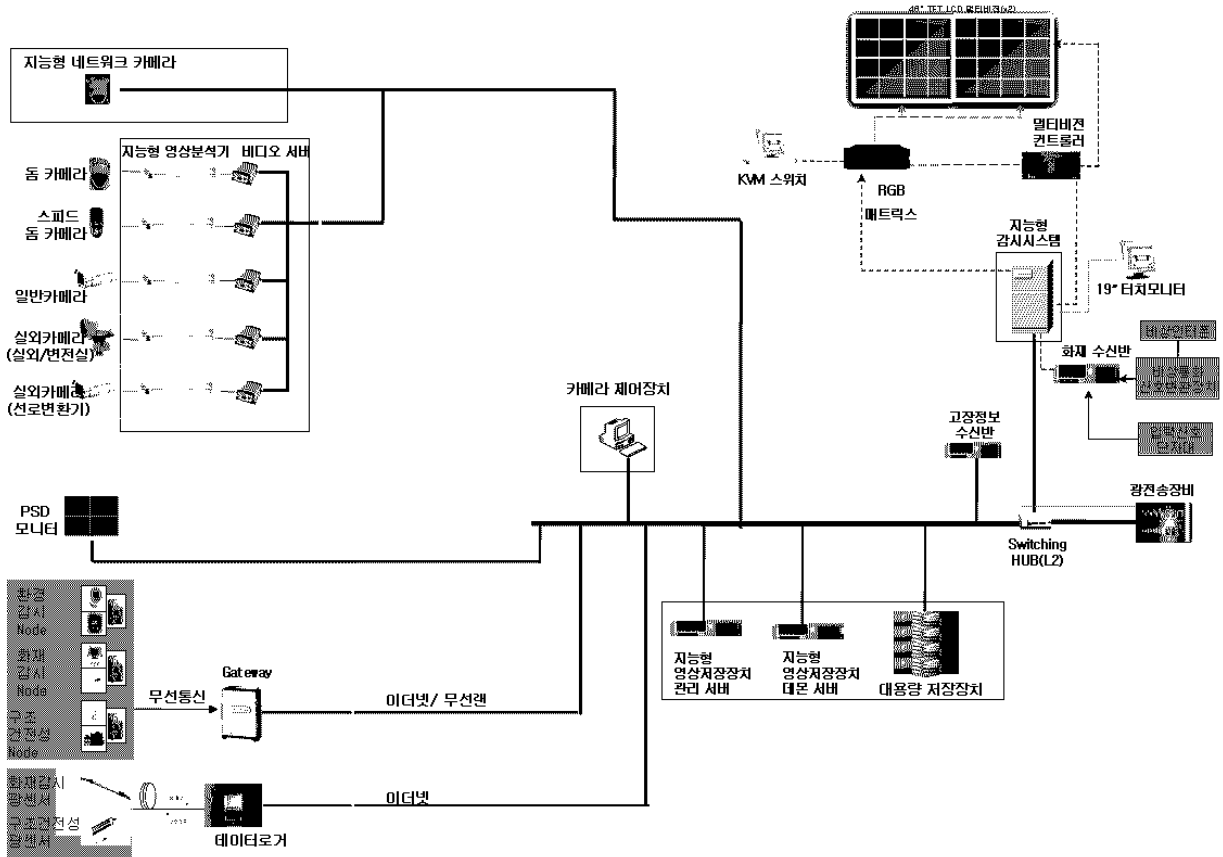


그림 1. 지능형 감시 카메라 시스템의 구성도

그림 1은 2.1절에서 논한 요구사항의 내용 분석을 반영하여 도시철도 환경에 적합한 시스템을 사전 구성한 것이다. 지능형 감시 카메라를 이용하는 것은 기존의 시스템을 완전히 대체하거나 신설 역사에 설치할 수 있다. 물론 요구사항의 내용처럼 기존의 시스템과의 호환도 고려하여 인터페이스 해야 한다. 기존 아날로그 카메라를 지능형 감시 카메라 시스템으로 사용하기 위해서는 각 라인 단에 지능형 영상 분석기 및 비디오 서버를 연결하여 사용해야 한다. 이러한 경우에는 전체 라인에 영상 분석기와 비디오 서버가 추가되기 때문에 전체 구성도가 복잡해지고 유지 보수할 부분의 많아질 수 있다. 하지만 본 논문에서 제안한 영상 분석 모듈을 탑재한 지능형 감시 카메라 시스템을 사용할 경우 카메라 자체적으로 모든 처리가 가능하기 때문에 연결이 간편해진다. 이 시스템은 발생할 수 있는 시나리오의 예측, 처리뿐만 아니라 영상분석 기능을 수행할 수 있다. 그림 1에서 지능형 감시 카메라와 기존 설치된 아날로그 카메라와의 인터페이스를 확인할 수 있으며 종합 사령실에서의 멀티비전 모니터링 및 설치되어 있는 화재 수신반과의 인터페이스도 확인할 수 있다. 또한 경보를 담당하는 센서 노드와의 인터페이스도 확인할 수 있다.

2.3 지능형 감시 카메라 시스템의 시나리오

2.2절에서 사전 구성한 시스템을 이용하여 시나리오에 대해 예측하고 처리하는 과정에 대해 알아볼 수 있다. 앞에서 언급한 것처럼 도시철도 환경에서 적용할만한 대표적인 시나리오 6가지에 대해 연구, 분석하였다. 다음 절은 6가지 항목에 대해 연구한 내용을 나열하여 정리한 것이다.

2.3.1 제한지역 침입감지

- ① 요구 사항 : 지정 지역 및 제한지역의 침입을 감지해야 한다.
- ② 필요 모듈

표 2. 제한지역 침입감지 시나리오의 필요 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	이동 물체가 영역 내로 진입하거나 영역을 설정할 수 있어야 함.
감지시간 설정	물체가 진입, 감지하는 시간으로부터 지정된 시간을 설정할 수 있어야 함.
경계선 통과	움직이는 물체가 영역 내의 지정된 선을 넘어갈 때를 감지할 수 있어야 함.

③ 생성정보 및 CMS 전달 정보:

- ▶ 카메라 정보 : 채널, ID, Title등
- ▶ 이벤트 정보 : ID
- ▶ 물체 정보 및 화면상 위치 : 위치:x, y, 방향:dx, dy, speed, 크기:width, height, 분류:classification

④ 상황 감시

운영자가 제한지역의 감시영역을 설정한 후, 제한 지역에 침입자가 발생하면 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 객체 정보 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS운영자에게 유/무선을 통해 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

2.3.2 방치된 물체감지

① 요구 사항 : 지정 지역에서의 방치된 물체를 감지 할 수 있어야 한다.

② 필요 모듈

표 3. 방치된 물체감지 시나리오의 필요 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	방치 물체의 감시코자 하는 영역을 설정할 수 있어야 함.
감지시간 설정	물체가 진입, 감지하는 시간을 설정할 수 있어야 함.
버려짐	물체를 지정된 영역 내에서 일정한 시간 이상 버려진 채로 있을 때 감지.
배회(option)	지정된 영역 내에서 물체가 일정 시간 머문 경우를 감지할 수 있음.

③ 생성정보 및 CMS 전달 정보:

- ▶ 카메라 정보 : 채널, ID, Title등
- ▶ 이벤트 정보 : ID
- ▶ 물체 정보 및 화면상 위치

④ 상황 감시

배회자 감시 이벤트와 연계하여 운영자가 감시영역을 설정한 후, 감시영역에 방치 물체가 발생하면 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 객체 정보 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS운영자에게 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

2.3.3 없어진 물체감지

① 요구 사항 : 지정 지역에서의 없어진 물체를 감지 할 수 있어야 한다.

② 필요 모듈

표 4. 없어진 물체감지 시나리오의 필요 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	없어진 물체의 감시코자 하는 영역을 설정할 수 있어야 함.
제거됨	지정된 영역 내에서 기존에 존재하는 물체가 제거된 경우를 감지해야 함.

③ 생성정보 및 CMS 전달 정보:

- ▶ 카메라 정보 : 채널, ID, Title등
- ▶ 이벤트 정보 : ID
- ▶ 물체 정보 및 화면상 위치

④ 상황 감시

운영자가 감시영역을 설정한 후, 설정 영역에 없어진 물체가 발생하면 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 물체 정보 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS운영자에게 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

2.3.4 감지된 물체 추적

- ① 요구 사항 : 감지된 물체의 추적 정책(자동 추적, 우선 추적, 선택추적)에 따라 추적할 수 있어야 한다.
- ② 필요 모듈

표 5. 감지된 물체 추적 시나리오의 필요 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	이동 물체가 영역 내로 진입을 감지하기위한 영역을 설정할 수 있어야 함.
감지시간 설정	물체가 진입, 감지하는 시간으로부터 지정된 시간을 설정할 수 있어야 함.
경계선 통과	움직이는 물체가 영역 내 지정된 선을 넘어간 때를 감지할 수 있어야 함.
물체 추적	감지된 물체를 추적함. (자동 추적, 우선 추적, 선택 추적)

③ 생성정보 및 CMS 전달 정보:

- ▶ 카메라 정보 : 채널
- ▶ 이벤트 정보 : ID
- ▶ 물체 정보 및 화면상 위치

④ 상황 감시

▶ 우선 추적 : 제한 지역에 많은 사람을 감시하는 중 우선추적(큰 사람 혹은 속도가 현저하게 빠르거나 느린 사람) 이벤트가 발생하면 카메라 정보, 이벤트 종류, 객체 정보 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS운영자에게 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

▶ 물체 자동 추적 : 제한 지역에 처음 출현하는 사람을 감시하며 물체 자동 추적 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 종류, 객체 정보 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS운영자에게 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

▶ 선택 추적 : 제한 지역에 운영자의 선택에 의해 해당 인물을 감시하며 선택 추적 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 객체 정보 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS운영자에게 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

2.3.5 배회자 감지

- ① 요구 사항 : 지정 지역에서의 배회자를 감지할 수 있어야 한다.
- ② 필요 모듈

표 6. 배회자 감지 시나리오의 필요 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	이동 물체가 영역 내로 진입을 감지하기위한 영역을 설정할 수 있어야 함.
이동물체 나타남	움직이는 물체가 영역 내 진입 또는 새로 나타날 때 감지할 수 있어야 함.
이동물체 사라짐	움직이던 물체가 영역 내에서 나가거나 사라질 때 감지할 수 있어야 함.
배회	지정된 영역 내에서 물체가 일정시간 머문 경우를 감지할 수 있습니다.

③ 생성정보 및 CMS 전달 정보:

- ▶ 카메라 정보: 채널, ID, Title등
- ▶ 이벤트 정보 : ID
- ▶ 물체 정보 및 화면상 위치

④ 상황 감시

운영자가 설정한 감시영역에 일정 시간동안의 배회자로 인식될 경우, 이벤트가 발생하며 카메라 정

보, 이벤트 정보, 객체 정보 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS운영자에게 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

2.3.6 혼잡도 측정

- ① 요구 사항 : 지정 영역에서의 혼잡도를 분석할 수 있어야 함.
- ② 필요 모듈

표 7. 혼잡도 측정 시나리오의 필요 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	이동 물체가 영역 내 진입을 감지하기위한 영역을 설정할 수 있어야 함.
감시물체크기 설정	혼잡도를 측정하고자 하는 물체의 최소/최대 크기를 설정함.
혼잡도 측정	지정된 영역 내에서 일정크기 물체의 혼잡도를 측정함.

③ 생성정보 및 CMS 전달 정보:

- ▶ 카메라 정보 : 채널, ID, Title등
- ▶ 이벤트 정보 : ID
- ▶ 물체 정보
- ▶ 혼잡도

④ 상황 감시

운영자가 설정한 감시영역에 경고 혼잡도보다 큰 혼잡도가 되면 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 혼잡도 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS운영자에게 통보되며, DVR 운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄우거나 CMS에서 현재의 특정 지역의 혼잡도를 요구하면 해당 카메라의 혼잡도를 CMS에 전달한다.

3. 결 론

본 논문에서는 지능형 감시 카메라 시스템에 대한 구성도를 나타내었고, 지능형 감시 카메라에 탑재된 DSP칩을 활용하여 도시철도 환경에 적합한 예상 가능한 시나리오 처리방안에 대해 소개하였다. DSP칩이 내장된 지능형 감시 카메라를 사용하면 시스템의 빠른 프로세싱 능력과 소형화를 기대할 수 있고, 기존의 시스템을 이용하지 않는 신설 역사에 설치를 하면 연결이 간단하다는 것을 알 수 있었다. 본 시스템의 예상 가능한 시나리오는 제한지역 침입감지, 방치된 물체감지, 없어진 물체 감지, 감지된 물체 추적, 배회자 감시, 혼잡도 측정 상황으로 설계하였으며 각 시나리오의 요구사항 및 필요 모듈, 데이터 정보, 상황감시의 부분으로 정립하였다. 결과적으로 본 논문에서 소개한 감시 카메라 시스템은 소형화, 빠른 프로세싱 능력 및 시나리오에 따른 최적화 된 솔루션의 제공 가능여부를 검토하였다. 향후에는 본 연구를 바탕으로 하여 기능별 추가정립 및 실제 시스템 설계 및 구현을 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 도시철도표준화 2단계 연구개발사업의 연구비지원(07도시철도표준화A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 장일식, 박종화, 김주선, 김형민, 박구만, “도시철도 지능형 카메라에 요구되는 성능 및 관련기술 연구”, 한국철도학회 2008 추계학술대회논문집, pp.1151-1156, 2008년 11월.
2. 한석윤, 정종덕, 이우동, 홍용기, “도시철도표준화2단계 연구 개발사업 추진전략”, 한국철도학회 2007 추계학술대회논문집, pp.725-729, 2007년 11월.
3. 오세찬, 박성혁, 여민우, “도시철도시스템에서 화상처리기술 역사적용 방안,” 한국철도학회 2005 추계학술대회논문집, pp.1-6, 2005년 11월.