

대규모 종합감시시스템 환경에서의 비디오의 특징분석 기반 감시 알고리즘 선택 기법

박광영*, 박구만**

A Surveillance Algorithm Selection Method Based on Video Features for Large-scale Integrated Surveillance Systems

Kwang-Young Park*, Goo-Man Park**

요 약

본 논문에서는 대규모 종합감시시스템 환경에서 비디오의 특징을 분석하여 비디오가 촬영되는 환경에 적합한 지능형 영상분석 알고리즘 선택 기준을 제안하였다. 대규모 종합감시시스템 환경의 예로 도시철도 감시시스템을 사용하였다. 본 시스템에 설치된 카메라에 입력되는 비디오의 특징을 위치와 용도 및 상황별로 분석하였다. 분석을 기반으로 하여 적합한 비디오 감시 알고리즘을 선택하는 기준을 제시하였으며 상황 처리 시나리오를 제시하였다.

Key words : Integrated Surveillance System, Video Analytics, Event processing scenario

ABSTRACT

In this paper we proposed an algorithm selection method based on the features of video inputs which are acquired from the large scale integrated surveillance system. The example of integrated surveillance system is the metro railway system. Automated surveillance system at large area saves the human resource and minimizes the non-observing spots. We have analyzed the input video under this system in order to apply adequate video analytics algorithms in each installing places and for each situation. Based on the analysis, we suggested event processing scenarios and video analytic algorithm selection.

1. 서 론

사회 안전과 범죄 예방을 위한 기술이 크게 발전함에 따라 대규모 종합 감시시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 이 시스템은 넓은 지역에서 발생할 수 있는 사건들에 대해 상호 연관성을 파악하여 대처할 수 있기 때문에 위험한 상황을 더 효과적으로 예방할 수 있다.

이와 더불어 하드웨어 장비에 대한 발전도 대규모 종합 감시시스템에 대한 수요를 증가시키는 요인으로 볼 수 있다. 보안장비들의 성능은 더 좋아지고 가격이 낮아지면서 고해상도, 대용량 저장에 대한 부담이 낮아지고 있다. 또한 네트워크 기반의 시스템이 대중화 되면서 고속처리에 대한 부분과 지역적인 환경에 대한 한계성도 극복하게 되었다. 대규모 종합 감시시스템에 대한 연구개발에서도 관리자의 효율적인

감시를 위해서 자동화된 시스템을 갖추는 추세이다. 본 논문에서는 이러한 대규모 자동화 시스템 중에서도 도시철도 환경에 적합한 종합감시시스템에 관해서 제안하고[1], 이러한 환경에서 입력되는 영상의 특징들을 분석하여 지능형 영상 분석 알고리즘의 선택 기준을 제안하였다. 따라서 각 카메라에 입력되는 영상의 성질에 대해서 분석하였으며 이를 바탕으로 장소별 또는 역할별 바람직한 처리 시나리오 및 지능형 분석 알고리즘 선택 방안 또는 기준을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안한 지능형 종합 감시시스템에 대한 소개를 하고, 3장에서는 장소별 영상의 특징에 대해서 분석하였다. 4장에서는 이를 바탕으로 장소 및 상황에 따른 영상감시 알고리즘을 제안하였다. 끝으로 5장에서는 결론 및 향후 계획을 나타내었다.

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

*주저자 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사과정 수료, (주)하이트론시스템즈 정보통신사업본부 사업총괄팀장, 박광영 1004pky@hanmail.net

**교신저자 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 교수, 박구만 gmpark@seoultech.ac.kr

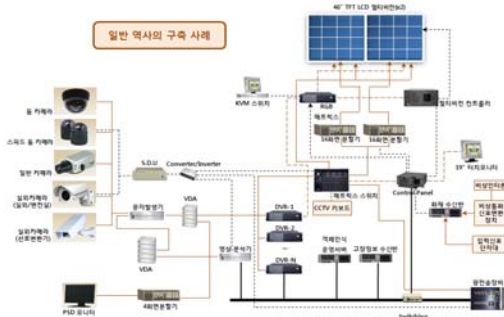
접수일자: 2012년 3월 13일, 수정완료일자: 2012년 5월 14일, 최종 게재확정일자: 2012년 6월 25일

2. 대규모 지능형 종합감시시스템의 구축

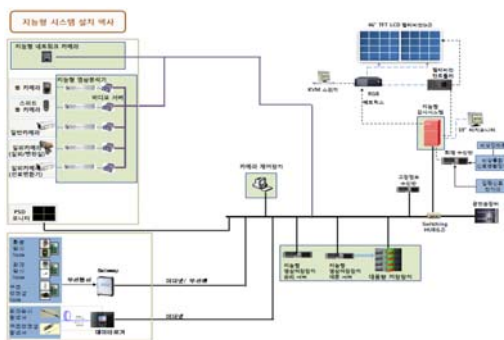
대규모 지능형 종합감시시스템은 광범위한 영역을 효과적으로 감시할 수 있는 시스템이다. 본 논문에서 제안한 시스템의 특징은 도시철도 환경 내에서 관리자가 지속적으로 감시하여 문제점 또는 경보 발생에 대한 상황을 인지하는 것이 아니라 자동화된 지능적인 감시 알고리즘을 활용하여 관리자가 다른 업무를 할 수 있도록 효율적으로 상황에 대처하는 것을 의미한다.

대규모 지능형 종합감시시스템의 구성은 크게 두 가지로 설명할 수 있는데 하나는 알고리즘이 탑재된 지능형 네트워크 카메라를 이용하는 방법과 다른 하나는 일반 카메라를 지능형화 하기 위해 영상 분석기와 비디오 서버를 연동하는 방법이다.

지능형 네트워크 카메라는 분석 보드에서 자동적으로 영상을 해석할 수 있도록 지원하며 인터넷을 통해 영상 및 카메라 제어가 가능하다. 추가적인 장비도 불필요하기 때문에 설치가 간편하다는 특징이 있다. 두 번째 방법은 영상 분석기와 비디오 서버를 연동하는 방법이다. 기존 역사에 설치되어 있는 카메라의 인프라를 효율적으로 활용하기 위한 방법으로 입력 영상에 대해 자동적인 영상 분석이 가능하다. 그림1은 현재 역사의 감시시스템과 대규모 지능형 종합감시시스템을 구축한 역사를 나타낸 것이다.



(a) 현 역사의 종합감시시스템



(b) 제안한 대규모 지능형 종합감시시스템

그림 1. 종합 감시 시스템의 구성

그림 1(a)는 현 역사의 종합감시시스템이며 운영자의 집중력이 크게 의존하는 문제점을 가지고 있는데 감시시스템만으로는 이벤트 발생에 따른 사고 방지가 어렵다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 영상 분석기와 고장 정보를 관리하는 시스템을 도입하였으나 대용량 데이터 관리 및 구성에 대한 복잡성으로 일부 문제를 가진다.

이러한 문제점을 보완하고 종합적인 상황 판단이 가능하도록 구성된 대규모 종합감시시스템이 그림1(b)이다. 일반 카메라 출력단과 영상 분석기, 비디오 서버를 연동하여 지능형화 하여 사용할 수 있게 설계한 것이다.

대규모 지능형 종합감시시스템은 기존 시스템을 활용하기 때문에 비용적인 면에서의 부담을 줄일 수 있으며 설치 및 관리가 편리하고 대규모 영상 데이터에 관리도 효율적이다. 자동적인 영상 분석 기능을 통해 관리자의 역할을 도와 주어 시나리오에 대한 대응을 신속하게 할 수 있다. 이를 위해서는 영상의 특징들을 분석하여 장소와 상황에 적합한 지능형 영상분석 알고리즘을 탑재해야 한다.

3. 장소별 영상 특징 분석

3.1 도시철도 환경의 특성

도시철도 환경은 장소에 따라 대합실, 개찰구, 승강장, 계단, 승객통로, 철로 등으로 분류할 수 있다. 이러한 장소들은 감시영역, 카메라의 위치, 장애물 유·무, 보행자의 진행방향, 혼잡정도 등에 따라 발생할 수 있는 이벤트가 다르고 이것들을 검출하는 방법도 달라야 한다. 대합실이나 개찰구의 경우는 감시 영역 내에 보행자의 수가 많고, 개찰구를 통과할 때는 보행자들이 중첩되거나 개찰구에 의해서 가려지는 영향이 있고, 보행자들의 진행방향이 개찰구를 기준으로 진출입 방향이라는 특징이 있다. 계단이나 승객통로는 보행자들의 혼잡도가 높기 때문에 이동 중에 넘어지거나 부딪치는 사고가 발생할 수 있다. 승강장의 경우 선로에 사람이 추락하는 이벤트가 발생하거나 승강장 내의 기동이나 자판기, 안내 광고판으로 인해 가려짐이나 감시시스템에 오류로 작용할 수 있다. 이러한 도시철도 환경의 특성을 분석하는 것은 지능형 감시시스템의 최적화를 위해 필요하다.

3.2 도시철도 영상 분석

실제 도시철도 역사내의 영상을 사용하여 대합실, 개찰구, 승강장, 계단, 승객통로, 철로로 장소를 분류하고 각 장소별 감시영상의 특징과 지능형 감시시스템이 적용되었을 때 예상되는 문제점과 발생오류를 분석하였다.

3.2.1 대합실/개찰구



그림 1. 대합실영상

그림1은 도시철도의 대합실을 보여주고 있다. ① 영역은 교통카드 충전과 티켓 발매기가 있어서 다수의 승객들이 모여 있는 구역으로 볼 수 있다. ① 영역내의 승객들은 중첩된 상태의 그룹으로 있기 때문에 추적이나 혼잡도를 계산하는데 어려움이 있다. ② 영역은 점포가 있어서 움직임 정보가 많으나 관심영역에서 배제시킬 수 있어야 한다.



그림 2. 개찰구 영상 1

그림2는 개찰구 영상이다. ① 영역은 개찰구가 위치하고 있어서 승객들의 승강장 출입을 판단하기 좋은 영역이다. 하지만 현재의 카메라위치에서는 봄비는 상황의 승객들이 개찰구를 통과할 때 승객들의 중첩이 발생하므로 정확한 승객들의 출입을 판단하거나 출입인원을 추정하기 어렵다. 하지만 개찰구의 출구와 입구가 좌우로 구분되어있기 때문에 영역을 구분한다면 좀 더 효과적일 수 있다.



그림 3. 개찰구 영상 2

그림 3은 그림 2와 같은 개찰구지만 영상내에 열차진출입과 광고 영상판이 있는 ①영역을 포함하고 있다. ① 영역은 열차진출입을 영상으로 보여주고 영상광고를 포함하고 있기 때문에 예측 불가능한 지속적인 변화가 있다. 따라서 관심영역에서 배제시켜야 한다.

3.2.2 승강장



그림 4. 승강장 영상 1

그림4는 승강장을 보여주고 있다. ① 영역은 열차진출입과 영상광고가 나오는 안내판이 있기 때문에 지속적인 변화가 있다. ② 영역은 스크린도어로 인해 가까이 서있는 승객들의 모습이 반사되어 영상내에 승객수를 파악하거나 인식하는데 오류로 작용할 수 있다. ③ 영역은 기둥으로 인해서 뒤에 가려진 승객들을 확인할 수가 없기 때문에 승강장내의 승객수를 추정하는데 어려움이 있다.



그림 5. 승강장 영상 2

그림5는 승강장을 보여주고 있다. 이 영상은 감시범위가 직선으로 길게 되어 있어서 감시범위 끝부분에는 카메라에 근접한 위치보다 상대적으로 객체의 크기가 작게 나타나는 원근왜곡이 발생한다. 그래서 감시영역내의 승객의 중첩이 많이 발생하게 되고 승객수나 혼잡도 인식이 어렵다. ① 영역은 스크린도어로 인해 가까이 서있는 승객들의 모습이 반사되어 영상내에 승객수를 파악하거나 인식하는데 오류로 작용할 수 있다.

3.2.3 계단 및 승객통로



그림 6. 계단 영상

그림6은 우측의 ① 영역의 출구로 연결된 계단이 있어서 승하차 인원이 많은 범위이다. 계단이 위치하고 있기 때문에 다른 지점보다 승강장의 통행로가 ② 영역처럼 좁아서 승객들의 중첩이 많이 발생하게 되어 혼잡도나 승객수 추정에 어려움이 따른다.



그림 7. 에스컬레이터 영상

그림7에서 보는 바와 같이 에스컬레이터는 계단과 다르게 올라가는 길과 내려가는 길이 다르기 때문에 승강장의 진출입 승객들을 구별하거나 통행하는 승객수 계산에 이용이 가능하다. 하지만 역방향으로 들어가는 승객을 검출할 수 있어야 한다. 옆의 계단을 이용하는 승객들도 계산할 수 있어야 한다.



그림 8. 지하철 계단 영상

그림8은 계단을 보여주고 있다. 계단에서는 많은 승객들의 이동으로 중첩되는 객체가 많기 때문에 정확한 혼잡도를 측정이 어렵고, 계단에서의 넘어짐과 같은 이상행동의 검출

이 가능해야 한다.

3.2.4 철로



그림 9. 철로 영상

그림9의 철로에서는 무단으로 가로지르는 행위를 검출할 수 있어야 하고 이상 물체 등이 버려진 상태를 검출해야 한다.

4. 장소와 상황에 따른 지능형 알고리즘 적용

도시철도 환경에서 지능형 감시 시스템의 시나리오는 그림 10과 같이 크게 5단계로 나눌 수 있다. 1단계는 배경을 제거하기 위한 물체 감지, 2단계는 정확한 물체를 찾기 위한 물체 필터링, 3단계는 설정된 이벤트에 맞는 물체 행동 분석, 4단계는 물체 종류를 분류하고, 5단계는 설정된 조건에 부합하는 이벤트를 인식하고 CMS에 이벤트를 알려주는 기능이다.

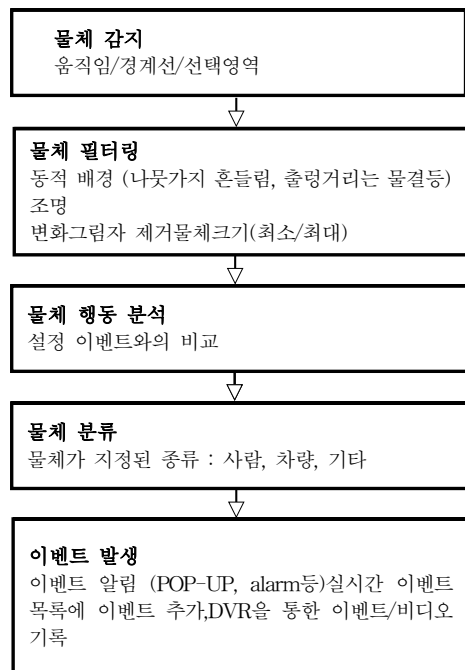


그림 10. 시스템 시나리오

4.1 위치 및 환경에 따른 요구사항

지능형 감시 카메라에서 해결해야 하는 문제점 중에서 외부 환경에 의한 문제점으로는 갑작스런 조명 변화, 그림자, 유리에 비친 물체, 화재, 날씨변화 등이 있다[3]. 상황에 따른 문제점으로는 승객 추락, 서성거림, 물건 방치, 물건도난, 침입, 쓰레기 투기, 전광판 안내 표시와 광고 화면의 반복적인 변화 등이 있다. 지능형 카메라는 이러한 문제점을 해결 할 수 있는 영상 분석 기술을 적용해야 한다. 표1에 환경 및 상황별 현상을 나타내었다.

표 1. 환경 및 상황별 현상

번호	환경에 의한 현상	번호	상황에 따른 현상
1	갑작스런 조명 변화	9	승객 추락
2	그림자	10	감시 지역 서성거림
3	유리에 비친 물체	11	물건 방치
4	물결, 모니터 flicker, 나뭇가지 흔들림	12	물건도난
5	넘어짐	13	감시 지역 내 침입
6	화재	14	쓰레기 투기
7	날씨	15	전광판 안내 표시
8	역사 내/외 진동	16	혼잡도

지능형 카메라가 설치될 위치로는 역출입구 및 계단, 지하 보행통로, 개찰구, 승강장, 차량기지 등이다. 이러한 위치에 설치되어 있는 카메라는 영상 정보를 실시간으로 분석, 감지하여 목표물 또는 물체를 탐지, 추적, 식별하고 행동유형을 분석하여 위험 상황을 사전에 중앙관제시스템에 알려 능동적인 상황대처가 가능하게 해야 한다. 표2에 설치 위치별 발생할 수 있는 현상들을 나타내었다.

표 2. 설치위치별 발생 가능한 현상

설치 위치	발생할 수 있는 현상
역사 출입구	1, 2, 3, 5, 9, 11
계단 및 에스컬레이터	5, 9, 16
지하 보행통로	2, 3, 5, 8, 10, 11, 12
개찰구	1, 2, 3, 5, 6, 16
승강장	1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16
차량기지	2, 4, 6, 7, 10, 13, 14
차량 내부	2, 3, 6, 8, 11

도시 철도 환경에서 많이 적용될 수 있는 대표적인 시나리오 중에서 감지된 물체 추적 및 배회 감지에 대한 시나리오를 다음과 같이 제안하였다[4].

4.2 감지된 물체 추적 및 배회 감지

요구 사항은 감지된 물체의 추적 정책(자동 추적, 우선 추적, 선택추적)에 따라 추적할 수 있어야 하고 추적된 결과로 배회를 감지 할 수 있어야 한다. 도시 철도 환경에선 기지창, 승강장, 승객 통로, 개찰구, 계단, 우범지역에서의 감지된 물체 추적 및 배회 감지를 적용 할 수 있다. 필요 모듈은 표 3에 나타내었다. 감지된 물체 추적에는 여러 가지 방법이 있다. 생성정보 및 CMS 전달 정보는 카메라 정보 및 이벤트 정보 그리고 추가적인 정보로 물체 정보 및 화면상 위치 정보, 물체의 종류 등을 들 수 있다. 상황 감시는 3가지로 분류 한다. 첫 번째 우선 추적은 제한 지역에 많은 사람을 감시하는 중 우선추적(큰 사람 혹은 속도가 현저하게 빠르거나 느린 사람), 두 번째 물체 자동 추적은 제한 지역에 처음 출현하는 사람을 감시하며 마지막으로 선택 추적은 제한 지역에 운영자의 선택에 의해 해당 인물을 감시하며 추적 궤적이 지정된 영역에서 서성거릴 경우 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 객체 정보 등의 정보를 CMS에 보낸다.

표 3. 감지된 물체 추적 및 배회 감지 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	이동 물체가 영역 내로 진입하는 것을 감지하기 위한 영역을 설정할 수 있어야 함
감지시간 설정	물체가 검출되어 감지되는 시간폭을 설정할 수 있어야 함
경계선 통과	움직이는 물체가 영역 내의 지정된 선을 넘어갈 때를 감지할 수 있어야 함
물체 추적	감지된 물체를 추적함 (자동추적, 우선추적, 선택추적)
배회	지정된 영역 내에서 물체가 일정시간 서성거릴 경우를 감지할 수 있음

그림 11은 제안한 시스템 시나리오의 전체 감시 구성도를 나타낸다.

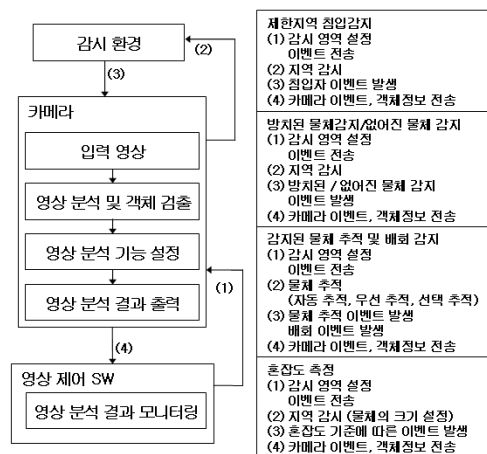


그림 11. 시스템 시나리오의 감시 구성도

5. 결론

본 논문에서는 대규모 지능형 종합감시 시스템에서 지능형 알고리즘을 적용하기 위한 영상의 분석과 그에 따른 상황 처리 시나리오와 바람직한 영상 분석 알고리즘의 기준들을 제안하였다.

도시철도 환경으로는 기지창, 승강장, 승객 통로, 개찰구, 계단, 우범 지역 등의 장소로 생각 할 수 있다. 예상 가능한 시나리오는 제한지역 침입감지, 방치된/없어진 물체 감지, 감지된 물체 추적 및 배회자 감시, 혼잡도 측정 등의 상황으로 분류하였으며 각 시나리오의 요구사항 및 필요 모듈, 전달 데이터 정보 및 상황감시에 대한 부분으로 구분하였다. 이러한 분석과 상황대처 시나리오를 실제 탑재하는 카메라와 CMS에 적용할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 전지혜, 안태기, 박광영, 박구만, “지능형 영상 분석 소프트웨어를 탑재한 종합 감시 시스템 현장 구축에 관한 사례 연구”, 한국인터넷방송통신학회논문지, 제11권, 제6호, pp.255~260, 2011년. 12월.
- [2] Kwang-Young Park, Goo-Man Park, “Analysis of Urban Transit Environment for Video Analytics and Processing Scenarios,” International Journal of Security and Its Applications, Vol.6, No.2, pp.427-430, April, 2012.
- [3] 장일식, 박종화, 김주선, 김형민, 박구만, “도시철도 지능형 카메라에 요구되는 성능 및 관련기술 연구”, 한국철도학회 2008 추계학술대회논문집, pp.1151-1156, 2008년 11월.
- [4] 장일식, 정철준, 김형민, 안태기, 박구만, “도시철도 환경에 적합한 지능형 감시카메라 시나리오의 연구”, 한국철도학회 2009년 춘계학술대회논문집, pp.866-871, 2009년5월.
- [5] B. Ugur Toreyin, Yigithan Dedeoglu, Ugur Gudukbay and A. Enins Cetin, “Computer Vision based Method for Real-time Fire and Flame Detection,” Pattern Recognition Letters, vol. 27, pp. 49-58, 2006.
- [6] Chun-Hung Shen, Chen, H.H., “Robust Focus Measure for Low-Contrast Images,” Consumer Electronics, 2006., ICCE '06, pp.69-70, Jan. 2006.
- [7] Marana, A.N., Da Fontoura Costa, L., Lotufo, R.A., Velastin, S.A., “Estimating Crowd Density with Minkowski Fractal Dimension,” Proc of International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, pp.3521-3524, 1999.
- [8] Wei Li, “Crowd Density Estimation : An Improved Approach”, IEEE 10th International Conference on Signal Processing, pp.1213- 1216, 2010.
- [10] Yilmaz, A., Javed, O., and Shah, M. (2006), “Object tracking: A survey”, ACM Computing Surveys, 38, 4, Article 13, 45 pages

저자

박 광 영 (Park, Kwang-Young)



- 2011년 8월 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사과정 수료
 - 2000년 2월 서강대학교 경제대학원 석사
 - 1996년 12월~현재 (주)하이트론씨스 템즈 정보통신사업본부 사업총괄팀장
- <관심분야> : 멀티미디어 통신, 영상인식, IT정책, CCTV

박 구 만 (Park, Goo-Man)



- 1991년 2월 : 연세대학교대학원 전자공학과 박사
 - 1986년 2월 : 연세대학교대학원 전자공학과 석사
 - 1984년 2월 : 한국항공대학교 공학사
 - 1999년 8월~현재 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 교수
 - 1996년 9월~1999년 7월 : 호남대학교 전자공학과 조교수
 - 1991년 3월~1996년 9월 : 삼성전자 신호처리연구소 선임연구원
 - 2006년 1월~2007년 8월 : Georgia Institute of Technology Dept.of Electrical and Computer Engineering, 방문교수
- <관심분야> : 멀티미디어 통신, IT정책, 컴퓨터비전