

지능형종합감시시스템을 위한 지능형카메라 기술

박구만* · 장일식**

1. 서 론

컴퓨터 비전 분야에서 객체 검출 및 추적 시스템은 입력되는 영상을 분석하여 움직이는 객체를 검출하고, 검출된 객체의 움직임에 따라 카메라가 자동으로 동작하게 하는 시스템을 말한다. 최근 공공장소에서의 테러 감시 및 용의자 추적, 이동 경로 분석을 위한 지능화된 시스템에 대한 요구가 높아지는 추세에 있다. 현재 대부분의 보안/감시 시스템은 사람에 의한 직접 감시가 가지는 피로감과 인력 부족 등의 한계 때문에, 효과적인 감시를 위해 지능형 영상시스템으로의 전환이 요구되고 있다.

본고에서는 국내외에서 활발히 개발되고 있는 지능형 종합감시시스템의 개념을 소개하고 이 시스템에서 핵심적인 역할을 하는 지능형감시 카메라에 요구되는 기능과 상황에 따른 동작 시나리오 등에 대해서 소개한다. 카메라 기능의 구체적 소개를 위해 도시철도의 지능형종합감시시스템[1]을 예로 들었다.

2. 종합감시시스템의 구성

자동으로 영상을 관찰하고, 발생 가능성이 높은 위험을 검출하여 담당자에게 실시간으로 통보하는 능동적인 영상 분석 기술들은 여러 다양한 환경과 감시 목표에 따라 난이도나 계산량의 차이를 보인다. 지능형 시스템의 구축을 위한 방법으로는 크게 3가지가 있다[2]. 첫째는 별도의 서버를 두고 여러 곳의 영상을 수집한 후 영상을 소프트웨어로 분석하는 방법이다. 두 번째는 카메라가 포착한 영상을 분석하기 위해 DVR(Digital Video Recorder)에 지능형 기능을 추가하는 것이다. 세 번째는 카메라 자체 또는 인코더 장비에 지능형 기능을 추가하는 것이다. 본고에서는 세 번째의 지능형 영상감시 기능이 내장된 감시 카메라를 중심으로 지능형 종합감시시스템의 예를 보이고 카메라에 요구되는 기능 등에 대해서 소개하였다. 그림 1은 일반적인 지능형 종합감시 시스템과 여기에 연결된 감시 카메라들을 보여준다.

그림 2는 도시철도에서의 지능형종합감시시스템을 보여주고 있다. 이 시스템은 객차 및 역사 내 화재와 같은 위험 상황을 감시하는 센서 네트워크와 연동하도록 구성되어 있다. 카메라에서 입력되는 영상과 센서로부터의 감지 신호를 모두 분석한 후 발생하는 이벤트에 대해 통합 관리 시스템(중앙 관제 시스템)이 적절한 상황 대처를 한

* 교신저자(Corresponding Author): 박구만, 주소: 서울 노원구 공릉길138(139-743), 전화: (02)970-6430, FAX: (02)974-6123, E-mail: gmpark@snust.ac.kr

* 서울과학기술대학교 매체공학과 교수

** 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 석사과정
(E-mail: ischang@hitron.co.kr)

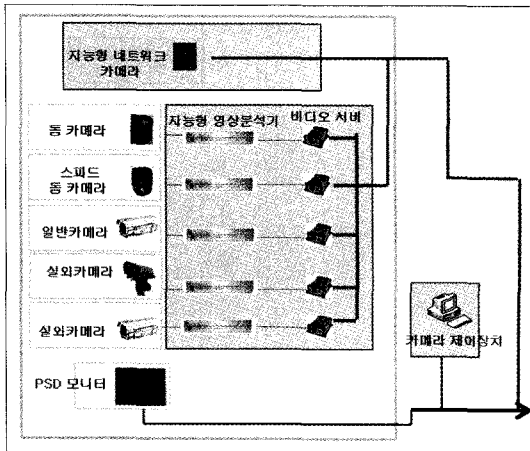


그림 2. 지능형 종합감시시스템의 개요

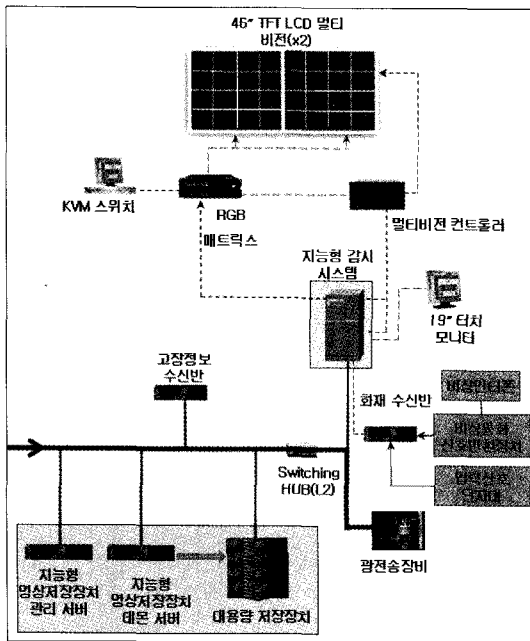


그림 1. 지능형 종합감시시스템 구성도

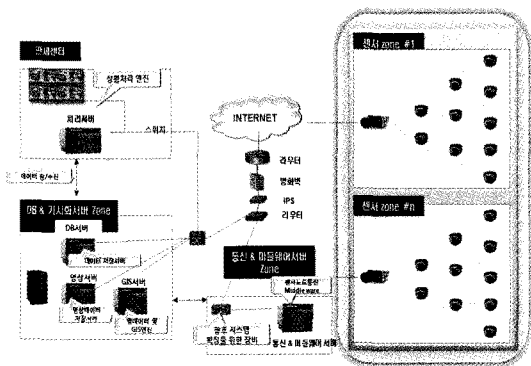


그림 3. 대규모 지능형 협업 무인감시 시스템 구성도

다. 각 부분들의 표준 체계 구축 및 표준 인터페이스가 필요하며, 감시 목적, 대상 및 지역에 맞게 적절히 고려하여 전체시스템이 구성되어야 한다.

그림 3은 카메라들 사이에서 뿐만 아니라 센서와의 협업이 가능한 대규모 지능형 협업 무인 감시 시스템을 보여주고 있다. 이 시스템은 광범위한 도시 지역에 다중복합 센서기반의 자율성장 및 사건인지 기능을 가진 지능형 협업 센서 노드

들로 구성되고 무선 메쉬(Mesh) 망으로 연결되어 있다. 사건발생시 센서노드들은 자율적으로 사건 발생을 인지하고 판단하여 감시요원에게 알려 줌으로써 24시간 최소의 감시 인력으로 실시간 감시 및 대응을 하는 시스템을 목표로 하고 있다. 개발 목표로서 실시간 사건 발생 인지율 100% 및 오보율 5%이하를 목표로 하고, 저전력/고성능을 위한 다중 프로세스 기반의 주문형기반(on-demand) 센서 노드, DSP 기반의 다중센서 모듈 개발 및 자가 진단, 적응적 센서 파라미터 튜닝 기술, 다중 음향센서 배열을 이용한 음원(비명, 자동차 사고)의 방위각 인식 기술, 대용량 센싱 정보의 신뢰적 전송을 위한 적응적 메쉬 네트워크 통신 기술 및 자가 구성 기술, 실외 고정밀 위치인

에 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. 표 2에 설치 위치별 발생할 수 있는 문제점을 나타내었다.

표 2. 설치 위치별 발생할 수 있는 문제점

설치 위치	발생할 수 있는 문제점 (표 1 참고)
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

3.4 적용할 수 있는 지능형 기술

환경/상황 별로 발생할 수 있는 문제점들은 다양하다. 도시 철도에서 발생할 수 있는 상황 별 문제점을 정확히 정의하는 것이 필요하다. 다양한

문제점을 DSP칩으로 해결하기 위해서는 상황 별 문제점을 정확히 정의하고 이에 맞는 지능형 알고리즘을 적용함으로써 프로세서의 자원을 최대한으로 활용해야 한다. 일반적인 지능형 영상 분석 기술에는 객체 검출 기술과 객체 추적기술로 나눌 수 있다. 객체 검출 기술에는 Point Detector, Segmentation, Background Modeling, Supervised Classifier 등이 있고, 객체 추적 기술에는 Point Tracking, Kernel Tracking, Silhouette Tracking 등이 있다[3]. 검출방식 분류(Categories) 및 대표적인 구현 기술을 표 3과 표 4에 나타내었다.

이와 같은 고려사항외에도 표 3과 표 4의 기술을 도시철도에 적용하기 위해서는 역사 내/외의 환경 상황에 관한 부분을 추가로 고려해야 한다. 추가로 고려되어야 할 상황의 예는 화재 감시, 저조도의 노이즈, 역사 내/외의 진동 등이 있다.

3.5 지능형 기술의 적용

외부 환경의 영향을 최소화하기 위해서는 객체 검출과정에서 적절한 알고리즘이 선택되어야 하며, 또한, 영상을 분석, 탐지, 식별하기 위해서는 적합한 추적 기술이 적용되어야 한다. 표 5는 요구

표 3. 객체 검출 방식의 분류

검출방식 분류	대표적 적용기술
Point detectors	Moravec's detector [Moravec 1979]
	Harris detector [Harris and Stephens 1988]
	Scale Invariant Feature Transform [Lowe 2004]
	Affine Invariant Point Detector [Mikolajczyk and Schmid 2002]
Segmentation	Mean-shift [Comaniciu and Meer 1999]
	Graph-cut [Shi and Malik 2000]
	Active contours [Caselles et al. 1995]
Background Modeling	Mixture of Gaussians[Stauffer and Grimson 2000]
	Eigenbackground[Oliver et al. 2000]
	Wall flower [Toyama et al. 1999]
	Dynamic texture background [Monnet et al. 2003]
Supervised Classifiers	Support Vector Machines [Papageorgiou et al. 1998]
	Neural Networks [Rowley et al. 1998]
	Adaptive Boosting [Viola et al. 2003]

표 4. 추적방식의 분류

검출방식 분류	대표적 적용기술
Point Tracking	
Deterministic methods	MGE tracker [Salari and Sethi 1990]
	GOA tracker [Veenman et al. 2001]
Statistical methods	Kalman filter [Broida and Chellappa 1986]
	JPDFAF [Bar-Shalom and Foreman 1988]
	PMHT [Streit and Luginbuhl 1994]
Kernel Tracking	
Template and density based appearance models	Mean-shift [Comaniciu et al. 2003]
	KLT [Shi and Tomasi 1994]
	Layering [Tao et al. 2002]
Multi-view appearance models	Eigenttracking [Black and Jepson 1998]
	SVM tracker [Avidan 2001]
Silhouette Tracking	
Contour evolution	State space models [Isard and Blake 1998]
	Variational methods [Bertalmio et al. 2000]
	Heuristic methods [Ronfard 1994]
Matching shapes	Hausdorff [Huttenlocher et al. 1993]
	Hough transform [Sato and Aggarwal 2004]
	Histogram [Kang et al. 2004]

표 5. 요구사항에 대한 기술 적용

번호	요구사항	적용 기술
1	갑작스런 조명 변화	Point Tracking, Color, Gradient
2	그림자	Color 정보, 영상의 공간 정보
3	유리에 비친 물체	영상의 공간 정보
4	물결, 모니터 flicker, 나뭇가지 흔들림	Mixture of Gaussians, Virtual Masking
5	넘어짐	Human shape, Motion 정보, Orientation Histogram
6	화재	컬러 정보, 움직임 정보
7	날씨	Scattering model, different degrees of polarization(DOP)
8	역사 내/외 진동	Digital image stabilization
9	승객 추락	특정 영역 지정, Motion Detection
10	위험 구간 서성거림	Tracking 궤적
11	물건 방치	Object Feature Tracking, Scene Change
12	물건 도난	Object Feature Tracking, Scene Change
13	침입	Motion Detection
14	쓰레기 투기	물건 방치, Blob Tracking
15	전광판 안내 표시	특정 영역 Masking, Virtual Masking
16	혼잡도	Blob Tracking

사항에 대한 기술 적용이다.

4. 상황별 지능형감시카메라의 동작 시나리오

지능형 감시 카메라의 동작 시나리오는 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 물체가 사람인지 차량인지에 관한 물체 분류, 5단계는 설정된 조건에 부합하는 이벤트가 발생하면 CMS에 이벤트를 알려주는 이벤트 발생이다. 물체 감지에서 많이 사용하는 방법은 프레임 차영상을 들 수 있다. 또한 나뭇가지 흔들림이나 출렁거리는 물결 등에 강인한 가우시안 혼합 모델[4,5]에 의해 배경을 제거할 수 있다. 각각의 픽셀은 K개의 가우시안 혼합 모델로 표현된다. 그 외에도 물체 추적에는 코너의 포인트 매칭을 이용한 방법이나 칼라의 확률을 이용한 MEAN SHIFT[6], CAM SHIFT등 많은 방법 등이 사용되고 있다. 그림 5는 지능형 감시 카메라의 시스템 시나리오를 나타내고 있다. 본고에서는 실제 환경에서 많이 적용되는 대표적인 시나리오로 제한지역 침입감지, 방치된 물체감지/없어진 물체감지, 감지된 물체 추적 및 배회 감지, 혼잡도 측정 등 총 4가지에 대해 기능을 분석하였다.

4.1 제한지역 침입감지

카메라내의 지능형 객체 검출 및 추적 알고리즘은 지정 지역 및 제한지역의 침입을 감지해야 한다. 제한 지역 침입 감지는 프레임 차영상 혹은 가우시안 혼합 모델 등을 이용하여 배경을 제거한 후 제한된 영역에 대한 침입을 감지한다. 필요 모듈은 표 6에 나타내었다.

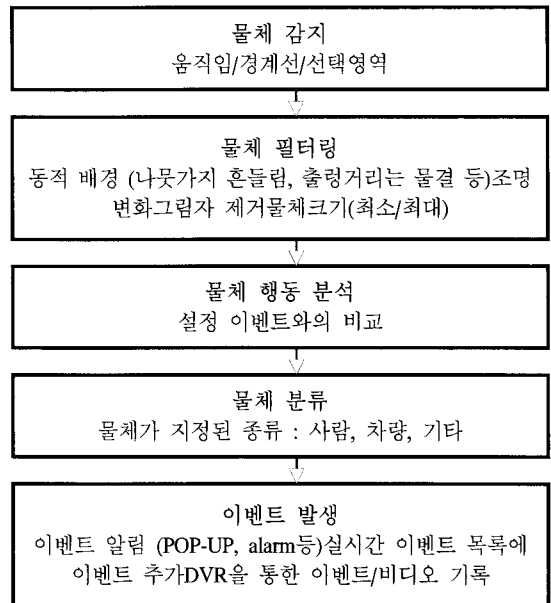


그림 5. 카메라의 동작 시나리오

CMS(Central Monitoring System)에 전달할 내용은 카메라 정보 및 이벤트 정보이다. 추가적인 정보로 객체 및 화면상 위치 정보, 객체의 종류 등을 들 수 있다. 상황 감시는 운영자가 제한지역의 감시영역을 설정한 후, 제한 지역에 침입자가 발생하면 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 객체 정보 등을 CMS에 보내며, 동시에 CMS 운영자에게 유/무선을 통해 통보되며, DVR 운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

표 6. 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.

4.2 방치된 물체감지/없어진 물체 감지

지정 지역에서 방치된/없어진 물체를 감지하기 위해 필요한 모듈을 표 7에 나타내었다. 방치된 물체 감지를 위한 방법에는 객체별로 분류를 하여 감지하는 방법과 객체를 추적하여 감지하는 방법이 있다. 배경을 찾기 위해 3개의 가우시안 모델을 이용하여 각각의 가우시안 모델의 특성을 이용하는 예를 소개한다. 첫째 가우시안 모델은 배경 이미지를 유지하는데 사용이 되며, 두번째 가우시안은 정적인 영역(버려지거나 제거된 영역, 정지되어 있는 물체의 영역)을 찾는데 사용되고, 세번째 가우시안은 빠르게 변하는 화소에 관련되어 있다. 두번째 가우시안을 이용하여 정적인 영역을 결정하고, 이 영역이 버려진 물체인지 없어진 물체인지 판단이 필요하다. 결정하는 방법에는 윤곽선 또는 히스토그램을 이용하여 방치된 물체인지 없어진 물체인지를 구별한다. 없어진 물체의 경우에는 배경 영상에 존재하는 색상 정보 또는 윤곽선이 없어지는 경우가 되며, 방치된 물체의 경우에는 배경 영상에 없었던 색상 정보 또는 윤곽선이 새로 생긴 경우이다[7-10]. 그림 6은 실험 결과 영상을 나타내고, 그림 7은 시스템 블록도를 나타낸다. 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 운영자가 감시영역을 설정한 후, 감시영역에 방치된/없어진 물체가 발생하면



그림 6. 방치된 물체, 없어진 물체 실험 결과

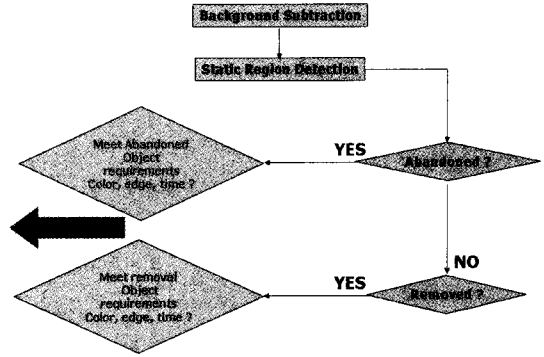


그림 7. 방치된 물체, 없어진 물체 감시 구성도

이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 객체 정보 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS 운영자에게 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

표 7. 방치된/없어진 물체감지 시나리오의 필요 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	방치 물체의 감시하고자 하는 영역을 설정할 수 있어야 함.
감시시간 설정	물체가 진입, 감지하는 시간을 설정할 수 있어야 함.
버려짐	물체를 지정된 영역 내에서 일정한 시간 이상 버려진 채로 있을 때 감지.
없어짐	지정된 영역 내에서 기존에 존재하는 물체가 제거된 경우를 감지해야 함.

4.3 감지된 객체 추적 및 배회 감지

요구 사항은 감지된 객체의 추적 정책(자동 추적, 우선 추적, 선택추적)에 따라 추적할 수 있어야 하고 추적된 결과로 배회를 감지 할 수 있어야 한다. 필요 모듈은 표 8에 나타내었다. 감지된 물체 추적에는 여러 가지 방법이 있다[11]. 본고에서는 MEAN SHIFT를 사용한 방법을 고려한다. MEAN SHIFT 알고리즘은 색 정보에 기반하여 현재 프레임에서의 추적대상의 중심 위치로 수렴

해가는 방법이다. 초기 추적대상이 되는 객체를 찾기 위해 배경을 제거한 후 MEAN SHIFT를 사용하여 물체를 추적하고 배회를 감지한다.

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 분류한다. 첫 번째 우선 추적은 제한 지역에 많은 사람을 감시하는 중 우선추적(큰 사람 혹은 속도가 현저하게 빠르거나 느린 사람), 두 번째 객체 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 보내며, 동시에 CMS운영자에게 통보되며, DVR운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄운다.

표 8. 감지된 객체 추적 / 배회 감지 시나리오의 필요 모듈

필요 모듈	기능 설명
감시영역 설정	이동 물체가 영역 내로 진입을 감지하기 위한 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)
배회	지정된 영역 내에서 물체가 일정시간 서성거릴 경우를 감지할 수 있어야 함.

4.4 혼잡도 측정

요구 사항은 지정 영역에서의 혼잡도를 분석할 수 있어야 한다. 필요 모듈은 표 9에 나타내었다.

표 9. 혼잡도 측정 시나리오의 필요 모듈

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

혼잡도 측정의 대표적인 방법으로는 텍스처(Texture)와 같은 특징에 기반을 둔 방법[12], Optical Flow 후 radar plot을 사용한 방법[13], 배경을 분리한 후 원근 왜곡을 보정하는 방법[14] 등이 있다. 왜곡 보정을 위해서 카메라 기하를 고려한 카메라 투영행렬을 이용하여 각각의 화소에 대한 상대적 밀도를 추정한다. 각 화소 위치에서 평균적인 사람 크기를 계산하기 위해 사람을 2차원 공간상에서의 타원체로 모델링한다[15]. 각 픽셀의 위치에서 이러한 타원의 행렬이 계산되고, 그 타원의 면적이 해당 픽셀 위치에서 평균적인 사람의 크기로 이용된다. 각각의 화소에 왜곡 보정 후 혼잡도를 추정할 수 있다. 생성정보 및 CMS 전달 정보는 카메라 정보 및 이벤트 정보 그리고 추가적인 정보로 물체 정보 혼잡도 등을 들 수 있다. 상황 감시는 운영자가 설정한 감시영역에 미리 정해놓은 경고 혼잡도보다 큰 혼잡도가 되면 이벤트가 발생하며 카메라 정보, 이벤트 정보, 혼잡도 등의 정보를 CMS에 보내며, 동시에 CMS 운영자에게 통보되며, DVR 운영에 따라 자동 저장 혹은 CMS POP-UP 창을 띄우거나, CMS에서 현재의 특정 지역의 혼잡도를 요구하면 해당 카메라의 혼잡도를 CMS에 전달한다. 그림 8은 카메라 시스템 감시 알고리즘의 시나리오를 나타낸다.

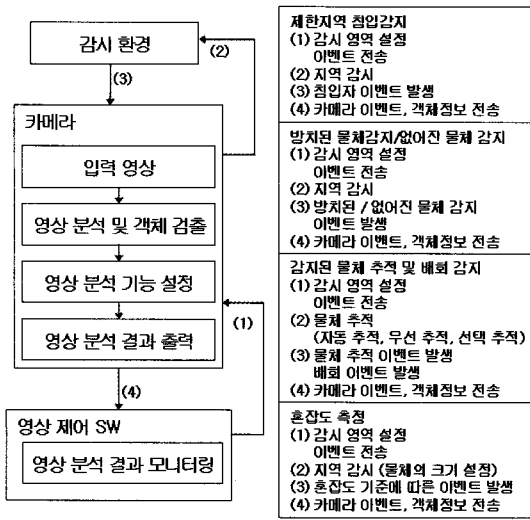


그림 8. 시스템 시나리오의 감시 구성도

5. DSP기반 지능형 카메라의 구조

지능형 카메라의 하드웨어는 standalone 형태로 구성된다. 영상을 분석하고 물체를 탐지하기 위해서는 고속의 신호 처리가 가능하며 또한 알고리즘의 성능향상에 바로 대응할 수 있는 DSP칩이 유리할 것으로 예상된다. 카메라의 제어를 위한 인터페이스가 정의되고, PTZ(Pan, Tilt and Zoon) 동작이 가능한 경우 블록도는 그림 9와 같다.

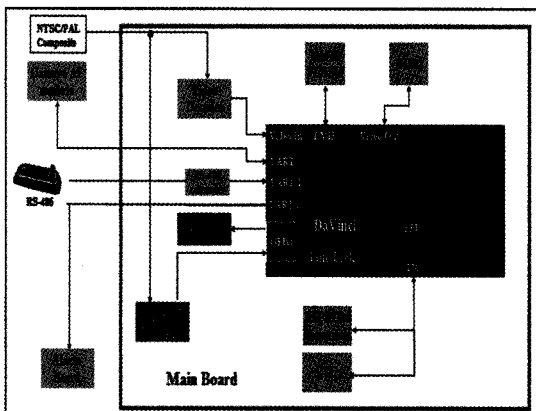


그림 9. 지능형 카메라 시스템 내부 블록도

그림 10은 TI사의 Davinci DM6446 블록도를 나타낸다[16,7]. Davinci DM6446는 내부에 독립된 2개의 프로세서를 가지고 있다. 영상 입출력을 포함한 모든 I/O는 ARM 서브시스템에서 관장하고 있으며, DSP 서브시스템에서는 디지털 신호처리를 전담하도록 설계되어 있다.

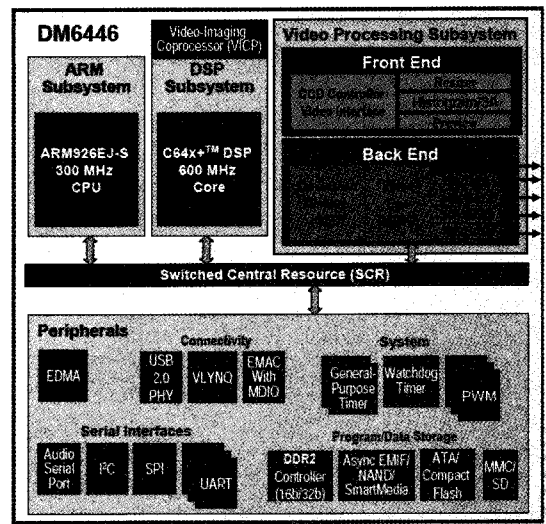


그림 10. Davinci DM6446 블록도

6. 결 론

본고에서는 지능형 종합감시시스템의 개념과 몇 가지 사례를 소개하였으며 핵심요소인 지능형 영상감시 카메라에 요구되는 특징, 구성, 상황별 요구되는 기능과 상황에 따른 동작 시나리오 등에 대해서 소개하였다. 카메라 동작의 구체적 소개를 위해 도시철도의 지능형종합감시시스템을 예로 들었다.

지능형 감시 카메라 시스템에 대한 구성도를 예시하였으며, 대표적인 상황에 대한 처리 시나리오를 소개하였다. 예상 가능한 시나리오는 제한지역 침입감지, 방치된/없어진 물체 감지, 감지된 물

체 추적 및 배회자 감시, 혼잡도 측정의 4가지 상황으로 분류하여 소개하였으며 각 시나리오의 요구사항 및 필요 모듈, 전달 데이터 정보 및 상황감시에 대한 방안을 제시하였다. 이를 통해 복잡한 환경을 감시해야 하는 도시의 중요 시설에서 각종 사고를 예방하고, 사고 및 재난 발생 시 신속한 대처를 할 수 있는 능동적인 감시체계를 제안하였다.

참 고 문 헌

- [1] 안태기, 신정열, 한석윤, 이원재, 윤병주, 김형민 “도시철도 지능형 감시시스템의 효율적인 구성 방안,” 한국철도학회 2009년도 춘계학술대회 발표논문집, pp. 466-471, 2009년 5월.
- [2] 문현찬, *CCTV 산업 동향*, 한국전자산업진흥회, pp. 20-23, 2008.
- [3] Yilmaz, A., Javed, O., and Shah, M. (2006), “Object tracking: A survey,” *ACM Computing Surveys*, 38, 4, Article 13, 45 pages
- [4] M.H. Sedky, M. Moniri, and C.C. Chibelushi (2005), “Classification of Smart Video Surveillance Systems for Commercial Applications,” in *Proc. of IEEE AVSS 2005*, pp. 638-643
- [5] C. Stauffer, W.E.L. Grimson (1999), “Adaptive background mixture models for real-time tracking,” *Proc. of CVPR*, pp. 246-252
- [6] D. Comaniciu and P. Meer, “Mean shift analysis and applications,” *Proc. IEEE Int. Conf. Computer Vision*, Vol. 2, pp. 1197-1203, Sept. 1999.
- [7] Y. Tian, R. Feris, and A. Hampapur, “Real-time detection of abandoned and removed objects in complex environments” *Proc. Int. Workshop Visual Surveillance*, pp. 2-5, Sept. 2008.
- [8] P. Spagnolo, A. Caroppo, M. Leo, T. Martiriggiano, and T. D’Orazio, “An abandoned/removed objects detection algorithm and its evaluation on PETS datasets,” *Proc. IEEE Int. Conf. Video and Signal based Surveillance*, pp. 17-22, Nov. 2006.
- [9] S. Miguel, J. C. Martinez, J. M., “Robust unattended and stolen object detection by fusing simple algorithms,” *Proc. IEEE Int. Conf. Advanced Video and Signal based Surveillance*, pp. 19-23, Sept. 2008.
- [10] S. Ferrando, G. Gera, and C. Regazzoni, “Classification of unattended and stolen objects in video-surveillance system,” *Proc. IEEE Int. Conf. Video and Signal based Surveillance*, p. 21, Nov. 2006.
- [11] A. Yilmaz, O. Javed, and M. Shah, “Object tracking: A survey,” *ACM Computing Surveys*, Vol. 38, No. 4, Article 13, Dec. 2006.
- [12] H. Rahmalan, M. Nixon, and J. Carter, “On crowd density estimation for surveillance,” *Proc. Inst. Engineering and Technology Conf. Crime and Security*, pp. 540-545, June. 2006.
- [13] S. A. Velastin and J. H. Yin, “Image processing for on-line analysis of crowds in public areas,” *IFAC/IFORS ’TS94 24-26*, Aug. 1994.
- [14] D. Kong, D. Gray, and H. Tao, “A viewpoint invariant approach for crowd counting,” *Proc. Int. Conf. Pattern Recognition*, Vol. 3, pp. 1187-1190, Sept. 2006.
- [15] T. Zhao, R. Nevatia, and F. Lv, “Segmentation and tracking of multiple humans in complex situations,” *Proc. IEEE Int. Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. 2, pp. 194-201, 2001.
- [16] TMS320C64x C64x+ DSP CPU and instruction, Texas Instruments, Dallas, Texas, 2008.
- [17] TMS320C64x+ DSP Megamodule Reference Guide, Texas Instruments, Dallas, Texas, 2007.



박 구 만

- 1984년 2월 한국항공대학교 전자공학과 공학사
- 1986년 2월 연세대학교대학원 전자공학과 석사
- 1991년 2월 연세대학교대학원 전자공학과 박사
- 1991년 3월~1996년 9월 삼성전자 신호처리연구소 선임 연구원
- 1996년 9월~1999년 7월 호남대학교 전자공학과 조교수
- 1999년 8월~현재 서울과학기술대학교 매체공학과 교수
- 2006년 1월~2007년 8월 : Georgia Institute of Technology Dept.of Electrical and Computer Engineering, Visiting Scholar
- 관심분야: 영상신호처리, 멀티미디어신호처리, 컴퓨터비전



장 일 식

- 2001년 2월 호남대학교 전자공학과 졸업
- 2001년 1월~현재 (주)하이트론씨스템즈 선임연구원
- 2009년 3월~현재 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 석사과정
- 관심분야: 영상신호처리, 멀티미디어신호처리, 컴퓨터비전