

영상 데이터를 이용한 순차적인 지능형 영상 분석 DSP 시스템의 연구

A study on Sequential Intelligent DSP System using Image Data.

장일식†
Il-Sik Chang

강인구*
In-Goo Kang

전지혜**
Ji-Hye Jeon

박구만***
Goo-Man Park

ABSTRACT

In this paper, we introduced a sequential intelligent image analysis system(SIIAS). This system is implemented using PTZ camera with intelligent analysis algorithm and TI's Davinci DM6446. Enter, abandon, removal and cross functions are included in our system. These functions can be used individually or in combination for object monitoring and tracking. Sequential intelligent function processing is more efficient than the previous one by virtue of accurate observation, wide area monitoring and low cost.

1. 서 론

다양한 사고 및 범죄에 대해 효율적으로 감시하기 위해서 관리자의 업무를 대체하고 보완할 수 있는 자동화된 시스템이 오래 전부터 연구 되어 왔다. 최근 들어 이러한 시스템은 지능적이고 자동화됨에 따라 편리성과 효율성을 갖게 되었으며 공공시설, 사무실, 학교, 가정 등과 같은 다양한 지역에 설치되고 있다. 특히, 사고 발생 시 대량 인명 피해를 발생할 수 있는 인구 밀도가 높은 공공장소 및 주요 시설물에서의 보안과 관련 하여서는 나라마다 국가적인 차원에서 큰 관심을 가지고 지원하고 있다. 국내에서도 마찬가지로 공공장소에서의 보안 시스템은 중요한 화두로 대두되고 있는데 본 논문에서는 주요 대중교통 분야인 철도 환경에서의 지능형 보안 감시 시스템에 관한 방식을 제안하였다.

철도 환경에서의 안전 문제에 대한 관심은 현재 다양하게 설치된 물리적인 보안 장비를 보아도 알 수 있다. 기본적으로 역사 내 CCTV 영상 장치를 비롯하여 승강장의 스크린도어, 화재를 감지하는 센서 네트워크 시스템, 비상 통화 장치 등 다양한 안전을 위한 보안 장비들이 존재한다. 이러한 모든 장비 및 시스템을 사람만이 상시 관리하는 데에는 한계가 있다. 특히, CCTV 영상 장치에 대한 모니터링은 화상 기록이 가능하여 사건 사고 발생 시 정황을 파악하는 데 효과적인 장비인데 자동화 되어 있거나 특별한 이벤트가 발생할 경우 저장하지 않으면 안전 보안 시스템의 의미가 축소될 수 있다.

이에 본 논문에서는 철도 환경 내에서 발생할 수 있는 위험 요소를 가진 객체를 감지하여 추적 및 신속한 대응이 가능한 CCTV 영상 장치 기반 시스템을 제안하였다. PTZ(Pan-tilt-zoom) 카메라로 입력되는 영상 데이터에 대해 연구 개발된 지능형 영상 분석 알고리즘을 서로 조합하여 적용함으로써 객체에 대한 감지 및 자동 추적 성능을 높이도록 시스템을 개발하였다. '진입(enter), 감지(cross), 방치(abandon), 제거(removal), 자동 추적(auto tracking)' 등의 상황을 지능형 영상 분석 기능을 통해 감지하여 경보를 발생하도록 설계하였다. 또한 객체의 검출과 움직임의 순차적인 행동 분석이 가능하다. 예를 들어 영상 내 객체가 들어오면 '진입' 기능이 동작하여 경보를 발생하고 연계되어 '자동 추적' 기능이 실행되거나 영상 내 일정 지역에 객체가 나타난 경우 '감지' 기능 실행 후 '자동 추적' 기능이 진행되게 된다.

† 정회원, (주)하이트론씨스템즈, 지능형시스템팀, 선임연구원
E-mail : ischang@hitron.co.kr

TEL : (02)3410-9485 FAX : (02)451-6296

* 비회원, (주)하이트론씨스템즈, 지능형시스템팀, 책임연구원

** 비회원, (주)하이트론씨스템즈, 지능형시스템팀, 주임연구원

*** 비회원, 서울산업대학교, 매체공학과, 교수

2. 본 연구의 필요성

지능형 영상 분석 기능 시스템에 대한 연구는 오래전부터 논문, 제품 등으로 활발하게 연구가 진행 중이다. 본 논문에서 제안하는 PTZ 카메라 기반의 지능형 영상 분석 DSP 시스템은 기존의 시스템에 비해 다음 두 가지의 차별화된 특징을 가지고 있다.

첫째는 이러한 지능형 영상 분석 기능을 가진 제품이 기존 시스템의 경우에는 PTZ 카메라보다 고정형 카메라에서 구현되었다는 점이다. 아날로그 고정형 카메라의 공급이 많은 것도 원인이겠지만 예전에는 PTZ 카메라의 편리성과 다수의 고정형 카메라를 대체한다는 특징 보다는 고가의 카메라 수요가 높지 않았다. 하지만 최근에는 국내외적으로 다양한 카메라 개발 업체들이 PTZ 카메라의 개발을 진행함으로써 저가형으로 가는 추세이며 성능 효율적인 면에서도 기존의 고정형 카메라와 차이를 보여주고 있어 수요가 현저하게 높아졌다. 두 번째는 지능형 기능에 대한 연계성이 높지 않다는 점이다. 각 지능형 기능이 독립적으로만 동작하면 위험 요소를 가진 주요 객체에 대한 관심도가 떨어지고 주변의 다른 객체에 대한 분석이 진행될 수 있다. 결론적으로 다양한 영역의 감시와 추적이 어렵고 불명확한 영상 분석 결과를 초래할 수 있다.

본 논문에서는 위에 언급된 문제의 대안으로 지능형 영상 분석 알고리즘을 단일 기능으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 사용자 지정 여부에 따라서 자동 추적 기능과 객체 감지 기능을 조합하여 연계 기능으로의 활용이 가능한 시스템을 연구하였다. 또한 PTZ 카메라의 프리셋 및 투어 기능과 연동하여 다양한 지역 감시가 가능하도록 설계 하였으며 고정 카메라 다수를 대체할 수 있어, 비용 절감이 가능한 시스템이다.

3. 지능형 영상 분석 기능의 연구

3.1. 제안한 지능형 영상 분석 DSP 시스템의 소개

본 논문에서 제안한 지능형 영상 분석 DSP 시스템의 하드웨어는 고성능 디지털 영상 처리에 적합하고 ARM과 DSP의 특징을 살릴 수 있는 TI DSP Davinci DM6446 기반으로 구성 하였다. 그림 1은 실제 본 논문에서 사용한 지능형 영상 분석 기능이 탑재된 개발된 제품이고 그림 2는 영상 분석 기능을 실행할 수 있도록 설계된 주 메뉴이다.



그림 1. 제안된 지능형 영상 분석 시스템



그림 2. 지능형 영상 분석 기능 메뉴

그림 1은 PTZ 카메라를 이용하여 지능형 영상 분석 DSP 시스템을 내장한 제품이다. 내부적으로 지능형 영상 분석 부분의 하드웨어가 내장되어 있어서 소형화, 경량화 구성이 가능하였다. 그림 2는 제품의 주 메뉴로서 카메라의 환경 설정 뿐 아니라 지능형 영상 분석 기능에 대해 설정이 가능하도록 설계되었다. GUI(graphic user interface) 기반이기 때문에 사용자들이 쉽게 설정할 수 있고 각 메뉴 별 정보 확인이 용이하다.

다음은 소프트웨어 부 지능형 영상 분석 기능에 대해 기술하였다. 본 논문에서 설계된 지능형 영상 분석 기능은 움직임 검출(motion), 진입(enter), 감지(cross), 방치(abandon), 제거(removal), 자동 추적(auto

tracking)이다. 표 1에서 각 기능에 대한 정의를 하였다.

표 1. 지능형 영상 분석 기능 명칭과 정의

기능 명칭	기능 정의
움직임 검출(Motion)	객체의 움직임을 검출하여 위치 및 크기 파악
진입(Enter)	관심 영역에서의 객체 진입 여부 감지
감지(Cross)	감지 선(line)과 교차하는 객체의 감지
방치(Abandon)	관심 영역에서의 일정 시간 동안 방치된 물체 감지
제거(Removal)	관심 영역에서의 일정 시간 내 제거된 물체 감지
자동 추적(Auto tracking)	객체의 움직임에 대한 자동 추적 진행

‘움직임 검출’은 영상 내 객체의 움직임을 검출하여 위치 및 크기를 파악하여 객체의 정보를 얻는 기능이다. 이 기능은 다른 기능을 수행하는 데 있어서 기본이 되는 항목이기도 하다. ‘진입’의 경우는 영상 내에서 관심 영역(ROI, region of interest)을 설정하여 객체가 관심 영역 내로 진입하는지 감지하는 기능이다. ‘감지’는 영상 내 일정한 선을 그어 교차하여 지나가는 객체를 감지한다. 객체 감지 시 객체의 이동방향을 함께 파악할 수 있다. ‘방치’와 ‘제거’는 주로 위험 요소를 감지하고 모니터링하기 위해 사용하는 기능으로 일정 시간 동안 물체가 방치되어 있거나 주요 공공시설물 등이 도난당한 경우를 감지한다. ‘자동 추적’은 영상 내 관심 객체에 대한 이동에 따라 PTZ 카메라가 자동적으로 추적을 진행하는 기능이다. 이 기능은 본 연구 개발에서 순차적인 지능형 영상 분석 기능을 수행하기 위해 앞에서 소개하는 기능들과 조합하여 동작이 된다. 단일 기능으로의 사용도 가능하지만 연계 기능으로 수행하게 되면 관심 객체에 대한 정보 획득이 유리하고 신속한 추적을 통해 행적 및 이동 경로에 대한 파악이 용이하다. 다음 절에서는 본 논문에서 제안한 시스템의 순차적인 기능 연계에 대하여 소개하고 분석한다.

3.2. 순차적인 지능형 영상 분석 기능의 분석

본 절에서는 앞에서 소개한 기능을 순차적으로 연계 처리하는 방법에 대해 소개한다. 순차적 연계를 위한 조합은 2가지 기능을 기준으로 하며 ‘선 검출 후 추적’의 처리를 기본으로 한다. ‘선 검출’은 진입, 감지, 방치, 제거를 의미하고 ‘후 추적’은 자동 추적 기능을 의미한다. 그림 3은 순차적인 지능형 영상 분석 시스템의 흐름도를 나타낸 것이다.

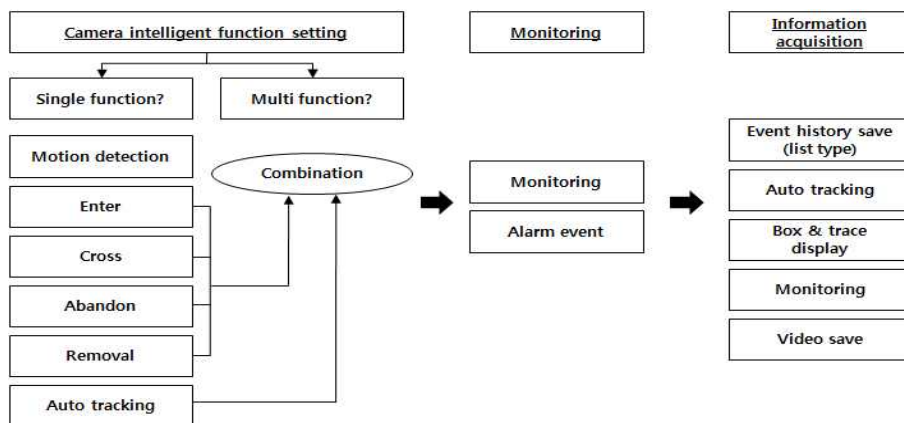


그림 3. 지능형 영상 분석 기능 순차 처리를 위한 시스템 흐름도

첫 번째 단계는 카메라의 지능형 기능 설정을 하는 것이다. 프리셋과 연동하여 각 기능을 설정할 수 있는데 ‘선 검출’ 기능 설정을 먼저 진행 한 후 자동 추적과의 연계 여부를 설정한다. 순차적인 기능에는 진입

검출 후 추적(enter + auto tracking), 감지 후 추적(cross + auto tracking), 방치 감지 후 추적(abandon + auto tracking) 그리고 제거 감지 후 추적(removal + auto tracking)과 같이 4가지 유형이 있다. 아래의 그림 4는 연계할 수 있는 각 기능의 실제 동작 모습의 영상이다.



그림 4. 연계가 가능한 지능형 영상 분석 기능 동작 사진 : (a)진입, (b)감지, (c)방치, (d)제거, (e)추적

두 번째 단계는 모니터링 단계이다. 이벤트를 설정한 후에 모니터링을 하고 있다가 위의 그림 4의 상황들처럼 각각의 관심 사각형 영역 또는 선에 의해 객체가 검출 되면 이벤트를 발생하게 된다. 이후 세 번째 단계인 정보 획득 단계로 넘어가게 되는데 발생한 이벤트에 종류를 히스토리에 저장하고 객체의 정보(위치, 방향, 움직임 분석 등)를 획득할 수 있다. 또한, 이벤트 발생 영상을 저장 및 검색과 지속적인 모니터링이 가능하다. 다음 장에서는 이러한 연계 기능을 바탕으로 실험한 결과를 나타내었다.

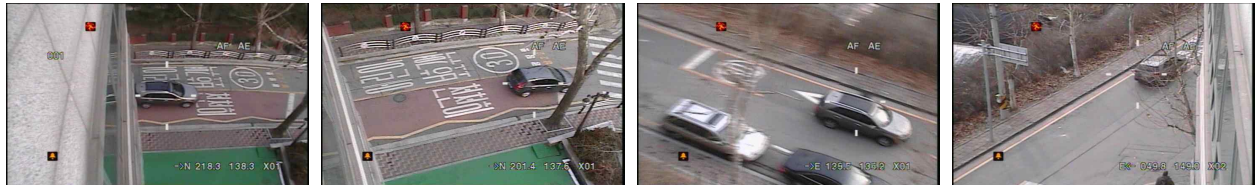
4. 실험 결과

본 논문에서는 순차적으로 처리 가능한 지능형 영상 분석 기능 DSP 시스템을 제안하였다. 4가지 유형 중 2가지 유형에 대한 실험을 진행하였으며 앞에서 설명한 바와 같이 관심 객체에 대해 선 검출 이벤트가 발생한 후 바로 자동 추적이 진행되는 방식이다. 다양한 공공장소 환경에서의 실험을 진행하여 실험 결과에 대한 다양한 데이터를 획득하여 관찰하였고, 수 회 반복적인 실험을 통해서 신뢰성 있는 검증 결과를 도출하였다. 그림 5는 감지 후 추적(cross + auto tracking)에 대한 실험을 진행한 결과 장면이다. 그림 5(a)는 관심 객체가 들어와 감지 선에 접근 한 장면이고, 감지 선과 교차하는 순간 이벤트가 발생한 것이 그림 5(b)이다. 그림 5(c)와 그림 5(d)는 감지된 관심 객체가 지속적으로 추적되고 있는 모습이다. 실험 결과 실내 환경에서 사람을 추적하는 데 높은 성공률을 보였으며, 두 지능형 영상 분석 기능과의 호환이 잘 되어 속도나 환경적인 면에서 문제점을 발생하지 않고 동작하는 것을 확인할 수 있었다.

그림 6은 진입 후 추적(cross + auto tracking)에 대한 실험을 진행한 결과 장면으로 관심 객체를 자동차로 설정하였다. 그림 5의 감지 후 추적과 마찬가지로 영상 내 관심 객체인 자동차가 진입하게 되면 이벤트가 발생하고 바로 추적 기능이 실행되어 차를 추적하게 된다. 실험 결과, 그림 5의 관심 객체인 사람의 속도와 비교하여서 현저하게 빠른 자동차 객체를 추적하는 데에도 정상적으로 시스템이 동작하는 것을 확인할 수 있었으며, 움직이는 객체에 대한 추적이 실외 환경에서도 안정적으로 동작하는 것을 확인할 수 있었다.



(a) (b) (c) (d)
 그림 5. 감지 후 추적 기능 연계 실험 영상 : (a)객체 등장, (b)감지, (c), (d)추적 장면



(a) (b) (c) (d)
 그림 6. 진입 후 추적 기능 연계 실험 영상 : (a)객체 등장 감지, (b)추적 기능 실행, (c), (d)추적 장면

5. 결론 및 향후 연구계획

본 논문은 순차적인 지능형 영상 분석 기능을 연계하여 처리가 가능한 DSP 시스템에 대해 연구하였다. 기존에는 PTZ 카메라를 이용한 지능형 영상 분석의 연계 처리에 대한 연구 개발이 미미했기 때문에 본 시스템을 제안하는데 큰 목적을 두었다. 제안한 시스템은 PTZ 카메라에 DSP 칩을 내장(embedded)하여 지능형 영상 분석 기능과 연계된 기능들이 다양한 환경에서 정상적으로 호환되고 안정적으로 동작이 되는지 실험하였다. 순차적인 영상 분석을 위해 지능형 기능 설정, 영상 모니터링, 감지된 객체 정보 획득의 3단계를 거치는 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 실험 유형은 진입 검출 후 추적, 감지 후 추적, 방치 감지 후 추적 그리고 제거 감지 후 추적이다. 실험은 4가지 유형 중 진입 검출 후 추적, 감지 후 추적에 대해 진행하였다. 실험 결과, 실내, 실외의 다양한 환경에서도 검출 후 추적이 제대로 연계되어 동작하는 것을 확인할 수 있었으며 객체를 사람, 차로 두었을 때에도 속도 및 형태, 크기에 독립적으로 시스템 동작이 안정적임을 보였다. 향후 연구계획으로는 본 시스템에 대한 신뢰성을 더 높이기 위해 다양한 철도 환경 및 공공 장소에서 실험을 진행하여 검증할 생각이며 협조가 되면 시범 설치도 진행하여 시스템을 평가할 예정이다.

감사의 글

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

참고문헌

1. Chris Stauffer and W.E.L Grimson (1999), "Adaptive background mixture models for real-time tracking", in Proceedings CVPR, Vol. 2, pp.246-252.
2. N. Ukita, "Real-time cooperative multi-target tracking by communicating active vision agents, " ICPR (International conference Pattern Recognition), pp.14-19, 2002.
3. E.Monari, S. Voth, and K. Kroschel, "An object- and task- oriented architecture for automated video surveillance in distributed sensor network", In Proc. IEEE AVSS, 339-346, 2008.
4. 김영주 (2005), "배경 분리 기반의 실시간 객체 추적을 위한 개선된 적응적 배경 혼합 모델", 한국컴퓨터 정보학회 논문지, 제 10권 6호, pp.187-193.
5. 강인구, 김주선, 장일식, 김형민, 박구만, "순차적인 정보 연계를 통한 감시 시스템 구축", 2010년 제22회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵.