

영상정보를 이용한 지능형 상황인식 시스템

안효창(단국대학교), 이용환·이준환(극동대학교)

| | |
|----|--------------------|
| 목차 | 1. 서론 |
| | 2. 영상 감시 시스템의 현황 |
| | 3. 지능형 상황인식 기술 |
| | 4. 지능형 상황인식 시스템 현황 |
| | 5. 결론 및 향후 전망 |

1. 서론

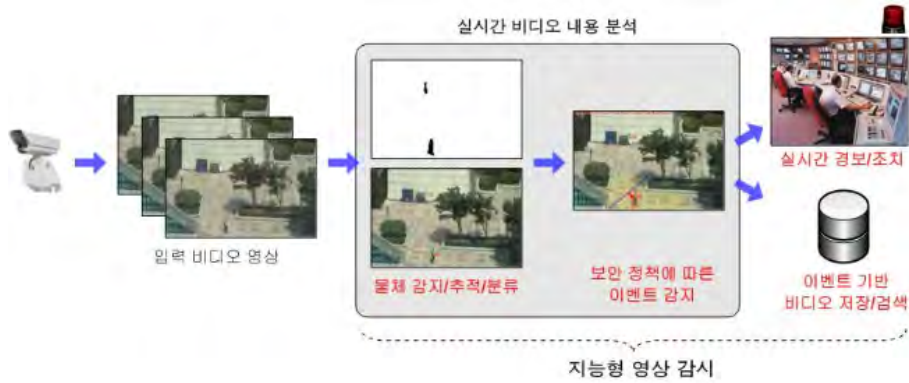
최근 범죄와 사고의 위험이 증가하고 함에 따라 개인 및 공공의 보안과 감시에 대한 관심이 급격하게 높아지고 있어 영상 감시 시스템 기술이 지속적으로 발전하고 있다. 또한 최근 일어난 각종 사건, 사고에서 CCTV(Closed Circuit Television)가 결정적인 역할을 하면서 공공기관과 민간기관에서 도입과 활용이 크게 증가하고 있다^[1].

전형적인 영상 감시 시스템은 은행, 공항, 군사 시설 및 민간 빌딩 등과 같은 보안을 필요로 다양한 지역과 상황을 감시하기 위해서 사용된다. 이러한 영상 감시 시스템은 실시간 영상 데이터 저장 및 특정 이벤트를 모니터링 하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 교통 모니터링 시스템은 교통량 측정과 혼잡이나 사고를 감지하여 즉각적인 지원을 수행할 수 있으며, 공공지역에 대한 감시 시스템은 주거지 또는 주차장과 같은 지역에서의 범

죄들을 줄이는 역할을 하고 있다. 영상 감시 시스템을 통한 상황 분석은 전문 운영자를 다수 확보하고 항시 감시해야하는 직접적인 감시에 의존할 수밖에 없다^[3]. 직접적인 감시를 통한 장시간의 감시는 운영자의 피로가 가중되어 집중도를 저하시켜 모든 상황을 감시하기에 현실적으로 어려우며, 운영자에 따른 주관적인 판단에 의존하게 된다^[4]. 따라서 이런 문제를 해결함과 동시에 과학적인 안전관리 시스템을 강화하기 위해 영상에서



(그림 1) 일반적인 영상 감시 시스템^[2]



(그림 2) 지능형 상황감시 시스템^[5] (출처: illisis IntelliVIX)

상황을 인식하고 분석할 수 있는 영상정보를 활용한 지능형 상황인식 시스템을 구축이 필요하다.

영상정보를 이용한 지능형 상황인식 기술은 카메라로부터 얻은 영상 정보를 분석하여 자동으로 사람이나 물체의 특징을 인식하고 추적할 수 있다. 분석된 정보에 따라 이상행위를 관리자에게 알려 사전에 사고를 예방할 수 있으며, 사고가 발생한 경우에도 신속하게 대응하여 피해를 줄일 수 있도록 하여 효과적이고 지능적인 감시를 수행할 수 있다.

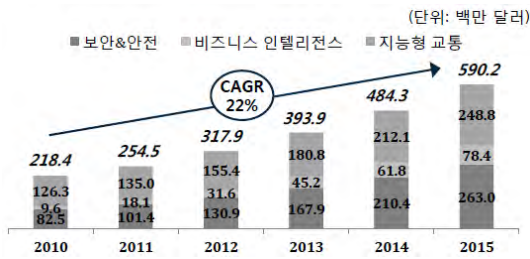
지능형 상황인식 기술은 일반적으로 크게 다섯 단계로 수행되며, 각 단계는 카메라로부터 영상을 얻는 단계, 배경을 분리하여 물체를 탐색하는 단계, 물체의 움직임을 검출하고 분류하는 단계, 분류된 물체를 추적하는 단계 및 사전에 정의된 규칙에 따라 이벤트를 탐지하는 기술로 구성된다. 특히 물체의 움직임을 검출하는 단계는 전체 시스템의 성능을 크게 좌우할 수 있는 중요한 단계이다.

2. 영상 감시 시스템의 현황

공공장소나 우범지역 같은 광범위한 지역에 영상 감시 장치를 설치하고 항시 감시 지역의 촬영

된 영상을 전송하여 운영자가 직접 관리하는 것은 예산, 공간 및 기타 복합적인 문제를 야기한다. 2012년 기준 국내 정부부처와 공공기관 및 전국 지자체에서 설치 운영 중인 공공 CCTV는 약 35만 대이며, 개인 설치 CCTV를 포함하면 국내에 총 274만 대의 CCTV가 설치된 것으로 나타나고 있다^[6]. 또한 행정안전부는 2011년에 ‘CCTV 종합 대책’을 발표하여 2015년까지 시·군·구에 ‘CCTV 통합관제센터’를 설치하여 전문 운영자를 365일 24시간 감시체제 구성을 목표로 하고 있다^[7]. 그러나 운영자가 장시간 집중하여 여러 화면을 감시하는 것은 쉽지 않다^[8]. 실제로 통합관제 센터 등에서 한 명의 전문 운영자가 3~4대의 모니터에서 40개 이상의 감시영상을 모니터링하고 있어, 비정상적인 상황을 인지하지 못하거나 인지하더라도 상황에 따른 빠른 대처가 쉽지 않다^[6]. 이러한 문제점을 보완하면서 과학적이고 효율적인 영상 감시를 수행하기 위해 영상에서 다중 물체인식 및 추적할 수 있는 기술을 바탕으로 한 지능형 상황인식으로의 진화가 필요하다.

지능형 상황인식은 단일화된 상황이 아닌 다양한 환경에서 물체를 추출하여 식별하고 추적 등의 필요한 후속조치를 수행하는 것으로 아직까지는 해당 기술이 초기 시작단계에 머무르고 있는



(그림 3) 지능형 영상분석 시장 추이 및 전망 (출처 : IMS Research(2011))

실정으로 관련 기술에 대한 활발한 연구가 필요하다. 특히 상황인식 기술은 물체의 변화가 거의 없으면 잘 작동하지만 주변 환경의 변화가 심한 환경에서는 원활한 동작을 수행하기 어려운 문제점을 가지고 있다. 뿐만 아니라 눈·비·안개·조명 등 다양한 환경에서도 상황인식을 수행할 수 있도록 성능 개선이 필요한 실정이다. 또한 지능형 상황인식 시스템을 효율적인 사용을 위해서는 지능형 상황인식 시스템의 성능을 검증할 수 있는 테스트베드 구축이 필수적이다. 이를 통해 국내 환경에 맞는 영상 데이터베이스를 구축하고 이를 해당 기업에서 활용하여 다중 물체의 식별 및 추적 등의 핵심 기술 성능을 개선할 필요가 있다.

3. 지능형 상황인식 기술

3.1 배경 차분

물체 탐색은 카메라로부터 얻은 영상에서 변화

가 있는 것을 판단하고, 물체의 움직임을 추정하는 단계이다. 영상에서 물체를 탐색하는 방법으로 많이 사용하는 기법은 두 영상간의 픽셀차이를 이용하는 차영상 기법이다. 차영상 기법에는 배경과 물체의 움직임 차를 이용하는 배경 차분 방법과 입력 영상과 배경의 차를 이용하는 장면 차분 방법이 대표적이다⁹⁾.

배경 차분은 미리 추출한 배경 영상을 저장하고 움직이는 물체가 있으면 배경 영상에서 현재 영상의 차분 값이 정해진 임계치보다 크면 움직이는 물체로 탐색하는 방법이다. 이 기법은 배경의 변화가 적은 경우에는 효과적으로 움직이는 물체를 탐색할 수 있지만, 배경의 변화가 많은 경우는 저장된 배경 정보와 현재의 영상 정보의 차이가 커져 탐색하고자하는 물체를 정확히 찾지 못 하는 오류를 나타낼 수도 있다^{10,11)}. 따라서 정확하게 움직이는 물체를 탐색하려면 배경의 변화를 지속적으로 학습해야한다.

반면 장면 차분은 이전 영상에서 현재 영상 정보를 차분하여 그 값이 임계치 이상이면 움직이는 물체로 탐색하는 기법이다. 이 방법은 배경의 변화가 없는 환경에서 움직이는 물체를 탐색하기에 적합하다. 그러나 움직임이 여러 범위에서 잠시라도 나타나거나 움직임이 잠시라도 없다면 물체를 탐색하기 어려운 단점을 가지고 있지만, 짧은 시간 동안 움직인 부분만을 검출할 수 있다.

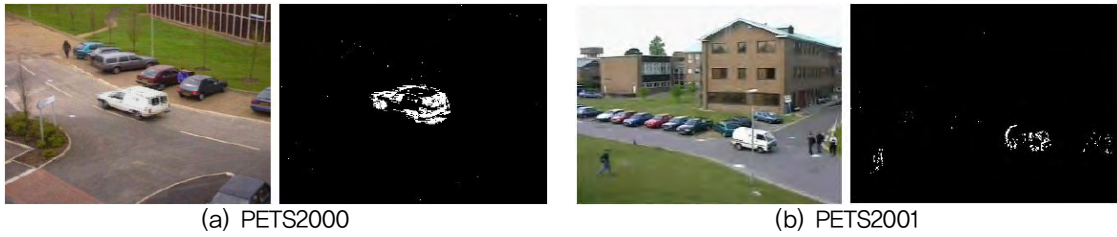
차영상 기술은 빠르게 움직이는 물체를 탐색할



(a) PETS2000

(b) PETS2001

(그림 4) 배경 차분 영상



(그림 5) 장면 차분 영상

수 있지만, 움직임 정도에 따라 민감하게 작용하여 다른 영역이 검출되기 때문에 이에 따른 결과 편차가 심하여, 물체 인식 및 추적의 성능을 크게 향상 시킬 수 있다.

3.2 물체 인식 및 추적

영상에서 추출된 물체가 인식하고자 하는 물체 인지를 구분하는 기술로 물체에서 특징점을 추출하여 인식하는 기술이 대표적인 방법으로 FAST, SIFT 및 SURF 등이 있다^[12,13]. FAST는 이미지의 모든 화소에 대하여 주변 화소를 검사하여 특징을 판별하여 빠른 연산이 가능하나 노이즈 환경에서 불안정한 특성을 보이는 단점을 가지고 있다^[14]. SIFT는 가우시안 필터를 통한 영상으로 구성된 스케일 공간을 생성하고 영상의 차를 계산하여 극값을 찾아 특징점을 추출한다. 추출된 특징점과 주변 픽셀의 변화도를 구하여 방향성분을

찾아 특징점 기술자를 생성하는 방법으로 구성된 스케일 공간의 크기, 회전 및 조명에 대한 변화에 강인한 특징점을 추출하는 방법으로 성능이 우수하다^[12,15,16]. 그러나 영상의 크기가 커질수록 계산해야 하는 데이터량이 증가하여 속도가 느린 단점을 가지고 있어 실시간 시스템에서는 부적합하다^[16]. 반면 SURF는 고차원 특징점 기술자를 이용하는 SIFT보다 작은 차원의 기술자를 구성하여 연산량을 감소시킨다^[12]. SURF의 경우도 SIFT 보다는 빠르나 역시 연산량이 많아서 실시간 시스템에는 다소 부적합하다. 따라서 다중 물체를 실시간 인식하고 추적하기 위해서는 연산량을 감소시키면서도 성능을 향상 시킬 수 있는 기술 개발이 필요하다.

물체 추적은 검출된 물체의 움직임을 추적하는 것이다. 움직이는 물체를 추적하는 방법은 추적하고자 하는 물체의 특징값 선택에 따라 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 컬러 기반 방법(Color-based



(그림 6) 물체 인식 및 추적

method)은 추적하고자하는 물체의 컬러 분포를 이용하거나 특정한 컬러를 추적하는 방법을 말한다. MeanShift와 CAMShift 알고리즘이 대표적으로 있다. 복잡하지 않은 계산과정과 간단한 구현으로 빠른 연산이 가능하므로 실시간 응용분야에 많이 사용되고 있다^[17,18]. 윤곽선 기반 방법(Boundary-based method)은 물체의 윤곽선 정보를 기반으로 추적하는 방법으로 Condensation^[19] 알고리즘이 있다. 정확성은 뛰어나지만 처리 시간이 많이 걸려 실시간에는 어려움이 있다. 형판 기반 방법(Model-based method)은 추적하고자하는 물체에 대한 형판을 미리 학습시켜 놓은 후 추적하는 방법이다^[20]. 이는 초기화와 형판을 먼저 학습시켜야 하는 단점이 있다. 따라서 탐색 윈도우를 초기에 지정하지 않고 검출된 물체의 위치와 영역 정보를 자동으로 할당하여 추적할 수 있는 기술이 필요하다.

3.3 상황 인지

물체 인식 정보 및 물체의 이동 정보를 바탕으로 운영자가 정의한 규칙을 위반하는지 여부를 판단하여 이벤트를 탐지하고, 탐지된 정보를 메타 데이터 형태로 제공 또는 다른 보안 시스템을 전송하는 것이다^[22]. 사전에 정의된 영상 데이터베이스에서 비정상적인 행위와 영상에서 추출된 물체의 행위정보를 분석하여 비정상적인 행위일 경우, 사전에 알람을 주어 위험을 방지하는 기술이 필요하다. 따라서 비정상적인 행위 및 정상적인 행위에 대한 영상 데이터베이스를 구축하고 사전에 정의된 행위 데이터에 대해서 특징을 추출하고 정합하는 기술이 필요하다.

4. 지능형 상황인식 시스템 현황

국의 기업으로는 미국의 Dous Technologies사에서 개발한 Praesidium는 사용자의 목표물에 대해 감시환경 내에 설치된 모든 카메라를 통해 지속적으로 추적하여 해당 영상을 녹화하는 전형적인 Multi-Camera Hand-off 기능을 탑재하고 있다^[7]. ObjectVideo사의 On-Board는 카메라 영상에서 움직이는 물체들에 대해 검출 및 추적을 통해 이상 행동관련 분석을 수행하는 지능형 상황인식을 수행이 가능하다. 또한 토털 솔루션에서부터 비디오 분석 칩, 지능형 엔진에 이르기까지 다양한 솔루션을 갖추고 있다^[7,23]. 호주의 지능형 상황인식 시스템을 전문적으로 생산하는 아이옵니사이언트(iOmni-Scient)는 사람 얼굴이나 물체를 인식하고 특이 상황이 발생하면 관리자에게 경보를 주는 감시 시스템 개발하였다^[7]. 이 시스템은 탐지 나이도에 따라 IQ 지수로 기술 난이도를 표시하여 정밀한 감시도 수행 가능하다. 이스라엘의 IOimage사에서 개발한 Video Analytics는 위험상황에 대해 실시간 감시/경보/추적이 가능하도록 하는 비디오 분석 엔진 및 유지관리 소프트웨어가 내장된 비디오 인코더와 카메라를 제공하는 등 다양한 응용 탐지 기능을 제공하고 있다^[24]. 일본의 NEC사에서 개발한 FA Solution은 CCTV 환경의 입력영상에서 사람들의 얼굴을 탐지하고 하여 인원, 성별, 연령대 등의 통계정보를 제공하고 시간대별로 몇 명의 고객이 출입을 했는지를 추정하여 이를 패턴화해서 예측할 수 있는 시스템이다^[25].

국내 기업으로는 일리시스사에서 개발한 IntelliVIX는 PTZ 카메라, IP 카메라 등 각종 카메라에서 들어오는 영상을 실시간 분석하여 의미 있는 이벤트만 감지하고 추적하여 실시간으로 경

보를 올려주고 녹화하는 등의 지능형 영상 분석이 가능하다⁵⁾. UDP 테크놀로지는 DSP기반 임베디드 지능형 영상 솔루션 개발에 집중해 DSP 컴퓨팅 리소스의 30% 미만을 사용하는 경량화된 지능형 영상분석 기술을 보유하고 있다. 넥스리에서 개발한 video analytics는 영상 분석 기술을 이용해서 물체 단위로 영상을 분석하여 물체의 사라짐/출현, 움직이는 방향, 개체 수 등의 감시 기능에 유용한 정보들을 추출하여 제공 가능하다²⁶⁾.

5. 결론 및 향후 전망

지능형 상황인식 시스템은 해외 기업에서 기술을 주도하고 있으며, 국내 기술은 시작 단계에 머물고 있는 실정이다. 국내외의 개인 및 공공의 보안과 감시에 대한 관심이 높아짐에 따라 상황인식 시스템의 기술의 중요성을 인식도 높아지고 있다. 또한 지능형 상황인식 기술을 둘러싼 경쟁이 본격화되어 이에 따라 영상 보안 분야의 중요한 핵심 기술로 부상할 것으로 예상된다. 또한 관리자의 개입 없이 행위를 자동적으로 파악하여 이상 행위를 인식하는 행위 기반의 현상 탐지하고, 단일 물체뿐만 아니라 다중의 물체의 행위까지도 분석하는 방향으로 진화될 것으로 보이며, 이에 더 나아가서 원거리 얼굴인식, 원거리 홍채인식 등과 같은 휴먼인식 기술 방향으로도 진화할 것으로 예상된다. 따라서 지능형 영상분석 시장이 성장하기 위해서는 기술의 정확도를 높이고 오작동을 줄이는 것이 가장 중요하며, 이와 함께 제도적인 측면에서 프라이버시 침해 문제 해결, 인증 시스템 도입 등이 요구된다.

참고 문헌

- [1] 한국전자산업진흥회, "CCTV 산업 동향", 2008.
- [2] 김유성, "객체의 특성 추정을 통한 강인한 지능형 영상 감시 시스템에 관한 연구", 홍익대학교, 2010.
- [3] F. Chang, "PTZ Camera Target Tracking in Large Complex Scenes", Intelligent Control and Automation(WCICA), pp.2914-2918, 2010.
- [4] H. Kruegle, "CCTV Surveillance: Analog and Digital Video Ractices and Technology", Elsevier, 2007.
- [5] <http://www.illisis.com/kor/kor.html>
- [6] 정지윤, 한종욱, "지능형 영상분석 이벤트 탐지 기술동향", 2012 Electronics and Telecommunications Trendss, 한국전자통신연구원, 2012.
- [7] 김원제, "CCTV 시장동향 및 전망", 전자부품연구원 전자정보센터, 2011. 7.
- [8] S. Fleck and W. Straber, "Privacy Sensitive Surveillance for Assisted Living-A Smart Camera Approach," Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments, H. Nakashima, H. Aghajan, and J.C. Augusto, Ed., Springer, 2010, pp. 985-1014.
- [9] R. Collins, A. Lipton and T. Kanade, "Introduction to the special section on video surveillance." IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22 Issue 8, pp. 745-746, 2000, 8.
- [10] 전재덕, 이미정, 김종호, 김상균, 강병두. 2010. "Eigen-background와 Clustering을 이용한 객체 검출 시스템" (An Object Detection System using Eigen-background and Clustering). 멀티미디어학회논문지, 13(1): 47-57.
- [11] R, Li, Y, Chen, and X, Zhang, 2006. "Fast Robust Eigen-Background Updating for

Foreground Detection", Proc. International Conference in Image Processing 2006, pp.1833-1836.

- [12] D. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", International Journal of Computer Vision, Vol. 60, No. 2, pp. 91-110, 2004.
- [13] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, and L. Van Gool, "Surf: Speeded up robust features", Computer Vision and Image Understanding(CVIU), Vol. 110, No. 3, pp. 346-359, 2008.
- [14] E. Rosten and T. Drummond, "Machine Learning for High-Speed Corner Detection", Computer Vision – ECCV 2006, Lecture Notes in Computer Science, Vol.3951, pp. 430-443, 2006.
- [15] R. Szeliski, "Image alignment and stitching: A tutorial", Preliminary draft, Jan. 2005.
- [16] Y. Ke and R. Sukthakar. "PCA-SIFT: A More Distinctive Representation for Local Image Descriptors", Proc. Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 511-517, 2004.
- [17] D. Comaniciu, V. Ramesh, and P. Meer, "Real-time tracking of non-rigid objects using mean shift", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 2, pp. 142-149, 2000.
- [18] Gary R. Bradski, "Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface", Intel Technology Journal Q2, 1998.
- [19] L. Davis, V. Philomin, and R. Duraiswami, "Tracking humans from a moving platform", International Conference on Pattern Recognition, Vol. 4, No. 4, pp. 171-178, 2000.
- [20] A. Mohan, C. Papageorgiou, and T. Poggio, "Example-Based Object Detection

in Images by Components", IEEE, Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 23, No. 4, pp. 349-361, 2001.

- [22] 최동환, "비정상 행동 탐지를 위한 상황인식 시스템 설계 및 구현", 가천대학교, 2013.
- [23] <http://www.objectvideo.com/>
- [24] <http://www.cctvnews.co.kr/>
- [25] 고종국, "원거리 다수얼굴 검출/추적 기반출입자 분석기술", 휴먼인식기술연구팀, 한국전통통신원, 2012.
- [26] <http://www.nexreal.com/>

저 자 약 력



안 효 창

이메일 : youcu92@dankook.ac.kr

- 2003년 상지대학교 전자계산공학과 (학사)
- 2006년 단국대학교 전자컴퓨터공학과 (석사)
- 2012년 단국대학교 전자컴퓨터공학과 (박사)
- 2013년~2014년 단국대학교 미디어콘텐츠연구원 스토리텔링연구센터 연구원
- 2014년~현재 단국대학교 응용컴퓨터공학과 연구교수
- 관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전, 임베디드시스템, 모바일 멀티미디어 통신



이 용 환

이메일 : hwany1458@empal.com

- 1993년 단국대학교 전자계산학과 (학사)
- 1995년 단국대학교 전산통계학과 (석사)
- 2007년 단국대학교 전자컴퓨터공학과 (박사)
- 1995년~2000년 (주)한국정보시스템 기술개발연구소 /선임연구원
- 2000년~2003년 (주)이칼로스 팀장
- 2003년~2007년 (주)한국e문화 기술이사
- 2007년~2009년 성균관대학교 박사후연구원
- 2009년~2013년 단국대학교 응용컴퓨터공학과 연구 교수
- 2014년~현재 극동대학교 스마트모바일학과 연구교수
- 관심분야: 멀티미디어 검색, 모바일 멀티미디어 통신, 증강현실



이 준 환

이메일 : rainbow@kdu.ac.kr

- 1994년 단국대학교 전자공학과 (학사)
- 1996년 단국대학교 전자공학과 (석사)
- 2001년 단국대학교 전자공학과 (박사)
- 2001년~현재 극동대학교 스마트모바일학과 교수
- 관심분야: 음성 처리 시스템, 멀티미디어 응용, 스마트 미디어, 모바일 앱