

지능형 비디오 감시를 위한 능동적 객체 추적 시스템

박 호 식*

Active Object Tracking System for Intelligent Video Surveillance

Ho-Sik Park*

요 약 지능형 영상 감시 시스템은 감시카메라의 영상정보를 디지털화 하여 시스템이 스스로 사물의 위치 및 패턴을 분석하고 위험 상황이 발생할 경우 경보 및 출입 차단 시스템을 작동하여 보안담당자에게 즉각 현황을 알려 사람의 관리로 인해 발생하는 취약점을 대체, 보완 할 수 있게 해준다. 그러나 원거리 화면에서 작은 객체를 확대하기 위해서는 객체 위치에 따른 정확한 확대 배율과 중심좌표 이동이 이루어져야 한다. 그래서 본 논문에서는 유동적 배경에서 객체 이동에 따른 Pan, Tilt 좌표와 확대 배율을 연산하여 객체가 근거리 혹은 원거리 어디에 있든 일정한 크기의 객체를 추적할 수 있도록 하고자 하였다. 실험결과 카메라의 정확한 PTZ 제어를 위하여 무게 중심을 검출하여 제어한 결과, 거리에 따라 최소 94%~100%의 정확한 제어가 가능하여 객체의 주요 영역을 인식 및 추적할 수 있었다.

Abstract It is helpful to use Intelligent Video Surveillance to replace and supplement the demerit which can possibly occur due to the mistake that can be made by human management. To accomplish this, it is essential that the system should digitalize image information from surveillance camera so that the system, itself, can be able to locate a object and to analyze the pattern of the object. Also, it is imperative that the system should have ability to operate a alarm and a entrance blocking system and to notify a situation to a security manager. Zooming a small object form a screen, however, requires a exact zooming ratio of the object and a shift of centric coordinate. In this paper, It is able to locate and observe closely a object from flexible background, regardless of the distance, by calculating a zooming ratio according to object moment, pan coordinate, and tilt coordinate.

Keywords : Video Surveillance, Object Tracking, Pan-Tilt-Zoom, Mean-Shift

지능형 영상 감시 시스템은 감시카메라의 영상정보를 디지털화 하여 시스템이 스스로 사물의 위치 및 패턴을 분석하고 위험 상황이 발생할 경우 경보 및 출입 차단 시스템을 작동하거나 보안담당자에게 즉각 현황을 알려 사람의 관리로 인해 발생하는 취약점을 대체, 보완 할 수 있게 해준다[1,2]. 그러나 고정 카메라를 사용할 경우 감시 감독의 범위가 넓어지게 되면 많은 수의 카메라를 사용해야 하기 때문에 비용이나 효율성의 측면에서 단점이 있다. 이러한 측면을

고려하였을 때 상하좌우 회전과 확대가 가능한 PTZ 카메라를 채용함으로써 카메라 주변의 모든 영역 및 원거리, 근거리에 대한 감시감독을 가능하도록 하게하여 고정 카메라가 가지는 단점을 해결할 수 있다. 그러나 원거리 화면에서 작은 객체를 확대하기 위해서는 객체 위치에 따른 정확한 확대 배율과 중심좌표 이동이 이루어져야 한다. 그래서 본 논문에서는 유동적 배경에서 객체 추적 중 객체를 자세히 보기 위해 Pan, Tilt좌표와 객체 이동에 따른 확대 배율을

* Corresponding Author: Digital electronic Professor of Osan University (hspark@osan.ac.kr)

Received : April 04, 2014

Revised : May 07, 2014

Accepted : June 02, 2014

구하여 객체가 근거리 혹은 원거리 어디에 있든 일정한 크기의 객체를 추적할 수 있도록 하고자 하였다.

II. 시스템 개요 및 전처리 과정

제안된 시스템은 단일 PTZ 카메라를 이용하여 전방향 객체 추적을 하였다. 먼저 전방향의 고정된 화면에서 객체를 검출하고 추적한다. 추적 도중 차량이 주정차하게 되면 차량의 주정차 증거 영상 확보를 위하여 PTZ를 제어하여 차량의 번호판 영상을 획득하도록 하였다. 그림 2는 본 논문에서 제안하는 객체 추적 및 PTZ 제어 알고리즘에 대한 대략적인 개요도를 보여준다.

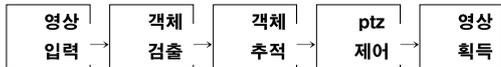


그림 1. 시스템의 개요도
Fig. 1. System Overview

III. 능동적 객체 추적 알고리즘

PTZ 카메라로부터 검지영상을 입력 받아 영상을 분석하여 다수의 객체를 검지 및 추적하는 역할을 한다. 그리고 검지된 객체의 위치를 받아 해당 위치로 카메라의 PTZ를 제어한다. 그러나 검지영상의 확대 비율에 따라 pan-tilt값이 상이하므로 다음과 같은 알고리즘에 의하여 확대 비율에 무관한 카메라 제어 알고리즘을 제안한다.

검지 화면에서 객체가 검지되면 색상 도메인 특성에 따라 그림자를 제거하고 객체 위치를 추정한다.

추정된 객체 영역의 좌표와 화면의 중심점과의 차이를 구한다.

$$\begin{aligned}
 d_x &= x_1 - center_x \\
 d_y &= y_1 - center_y
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

∴ x_1, y_1 : 관심영역의 좌표,
 $center_x, center_y$: 중심점의 좌표

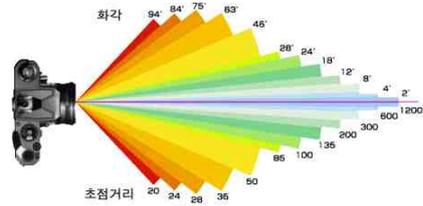


그림 2. 초점거리와 화각간의 상관관계
Fig. 2. The correlation between focal length and view angle

그리고 현재 카메라의 줌 값을 읽어 들여 초점거리(Focal Length)를 확인한다. CCD 렌즈의 크기와 초점거리를 이용하여 상하, 좌우에 대한 화각을 계산한다.

$$\begin{aligned}
 FOV_{width} &= \text{atan}((\text{CCD}_{width}/2)/\text{Focal Length}) * 2 \\
 FOV_{height} &= \text{atan}((\text{CCD}_{height}/2)/\text{Focal Length}) * 2
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

- ∴ CCD_{width} : 렌즈의 CCD너비
- CCD_{height} : 렌즈의 CCD너비
- FOV_{width} : 좌우 화각
- FOV_{height} : 상하 화각
- Focal Length : 초점거리

현재 화각에 대해 dx, dy에 대한 각도를 계산하여 카메라의 pan-tilt를 제어한다.

객체 검지 카메라가 검지 영역 전체를 감시할 경우 카메라의 줌 기능 한계 및 카메라 틸팅 속도의 한계 등으로 인해 원거리 객체에 대하여 근거리 객체에 비해 균일하고 신속한 화질을 얻기 힘들다. 원거리 객체의 경우에는 카메라의 미소한 틸팅 만으로도 1 미터 정도의 위치 차이가 난다.

그러므로 본 논문에서는 원거리 객체의 정확한 위치를 추적하기 위한 알고리즘을 제안한다.

원거리의 객체를 PTZ 카메라로 추적하기 위하여 그림 3과 같이 1차적으로 객체의 최종 확대 영상이 아닌, 부분 확대한 후 객체의 무게 중심을 찾아 그 위치로 정확한 카메라를 제어하도

록 하였다.

예를 들어 객체가 사람인 경우 얼굴이 무게 중심이 되고, 자동차인 경우 번호판이 무게중심이 될 것이다.

그림 3은 자동차의 무게 중심을 찾기 위한 것으로 좌측 영상은 밝은 차량의 경우 차량 상판을 특징지은 것으로 차량 상판 중앙 하단에 무게중심이 있는 것이고, 우측의 영상은 어두운 차량의 경우 번호판 하단 부분을 특징지은 것으로 인식된 부분의 중앙 상단에 무게중심이 있는 경우이다.

무게중심을 찾은 후에는 좀 더 세밀한 추적이 가능하였다.



그림 3. 자동차의 무게 중심 검출
Fig. 3. detect center of mass at car

IV. 실험 결과 및 고찰

본 실험에선 검지카메라에 의해 객체가 검출되고 상태 관리 알고리즘에 의해 객체가 ROI 영역 내에서 30초 이상 멈춤 상태를 유지하면 객체의 주요 영역의 확대 영상을 취득하도록 하였다. 만약 객체가 사람이라면 얼굴 영역이, 객체가 자동차라면 번호판 영역이 정확히 취득되어야 한다.

그림 4(a) 같이 검지 카메라를 기준으로 근거리 있는 객체는 약간의 중심 좌표에 오차가 있다 하더라도 객체의 주요 영역 영상 획득이 문제가 없으나, 그림 4(b) 같이 객체가 원거리

일 경우에는 아주 작은 오차에 의해서도 주요 영역 영상 획득의 어려움이 발생함으로 인해 객체에 인접하여 무게 중심을 찾아 주요 영역의 확대 영상을 취득함으로 이를 개선하였다.

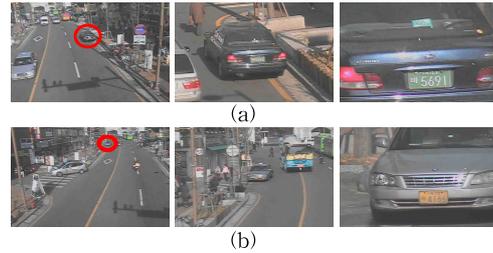


그림 4. PTZ 제어에 의한 객체에 대한 확대 영상
(a) 근거리 객체 (b) 원거리 객체

Fig. 4. Magnify image of object by PTZ control
(a) object at short distance (b) object at long distance

본 논문에서는 객체가 30~100m 사이에 각각 있을 경우 카메라 제어 실험을 하였고, 제한된 객체에 인접하여 무게 중심을 찾아 카메라를 제어 했을 경우와 비교하였다.

표 1. 무게중심 검출과 거리에 따른 PTZ 제어 결과
Table 1. The result of PTZ control by detect center of gravity and distance

| 총 실험 객체 | 30m | | 50m | | 70 m | | 100m | |
|--------------------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 50 객체 | | 50 객체 | | 50 객체 | | 50 객체 | |
| | 정확한 PTZ제어 | 성공률 | 정확한 PTZ제어 | 성공률 | 정확한 PTZ제어 | 성공률 | 정확한 PTZ제어 | 성공률 |
| PTZ 제어 | 48 | 96.0% | 48 | 96.0% | 45 | 90.0% | 42 | 84.0% |
| 무게중심 검출에 의한 PTZ 제어 | 49 | 98.0% | 50 | 100.0% | 47 | 94.0% | 47 | 94.0% |

V. 결론

최근 급증 하고 있는 CCTV카메라 보급에 따라, 사람에 의한 직접감시 및 분석의 한계가 드러나고 있고 특히, 사후처리가 아닌 실시간 대응이 요구되며 서비스 고도화 및 실시간 자율대응이 요구되는 응용 분야에서는 취약한 한계를 보

이고 있다.

본 논문에서 연구하고자 하는 시스템은 기존의 CCTV기반의 방법 및 방재 시스템이 수행하던 시설물과 출입자에 대한 수동적인 녹화 및 운용자에 의한 단순 감시기능과는 달리, 실시간으로 상황을 인지하고 자율적으로 적극 대응할 수 있는 지능형 PTZ 카메라 감시시스템으로, 카메라를 통해 획득된 영상정보를 실시간 분석하여 이동물체를 감지, 추적 및 분류하고 감지/추적/분류된 물체의 행위나 상호작용을 해석한 후 이들이 보안목표에 특이 상황 등을 발생시켰는지 판단하는 이동 객체 인식 시스템이다.

본 논문에서는 차영상을 이용하여 이동 객체를 검출하고, 검출 후에는 다중 후보를 이용한 광류 알고리즘을 이용해 적은 수의 후보를 이용해서 추적 하고, 추적된 객체의 상태를 지속적으로 관리하도록 하였다.

제안된 알고리즘의 성능을 확인하기 위하여 초당 10프레임의 352×240의 영상에서 이동 객체의 인식 실험을 하였다. 카메라의 정확한 PTZ 제어를 위하여 무게중심을 검출하여 제어한 결과, 거리에 따라 최소 94%~100%의 정확한 제어가 가능하여 객체의 주요 영역을 인식 및 추적할 수 있었다. 향후 알고리즘을 개선하여 처리 속도를 줄임으로써 좀 더 빠른 이동 객체 인식과 상황 인지 알고리즘을 추가한다면 보다 효율적인 지능형 감시 시스템을 구축할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2013학년도 오산대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행되었음.

Reference

[1] Yusuke Takahashi, Toshio Kamei, "Object Tracking System with Active Camera", NEC Res. & Develop., Vol.43

No.1, 2002, pp.45-48

[2] Hai Tao, Harpreet S. Sawhney, Rakesh Kumar, "Object Tracking with Bayesian Estimation of Dynamic Layer Representations", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.24 No.1, 2002, pp.75-89

[3] S. Kang, J. Paik, A. Koschan, B. Abidi, and A. Abidi, "Real-time video tracking using PTZ cameras," Proc. SPIE 6th Interational Conference on Quality Control by Artificial Vision, vol. 5132, pp. 103-111, 2003.

[4] P. Azzari, L. Stefano, and A. Bevilacqua, "An effective real-time mosaicing algorithm apt to detect motion through background subtraction usinf a PTZ comera," IEEE Conf. Advanced Video and Signal-Based Surveillance, pp. 511-516, 2005.

[5] Yi Yao, Bisma Abidi, and Mongi Abidi, "Fusion of Omni-directional and PTZ camera for accurate cooperative tracking," Proc. IEEE, International Conference on Video and Signal Based Surveillance, pp. 46, 2006.

저자약력

박 호 식 (Ho-Sik Park)

중심회원



1994년 2월 연세대학교
의용전자공학과 졸업 (공학사)
2001년 2월 관동대학교 대학원 전자
통신공학과 졸업 (공학석사)
2005년 2월 관동대학교 대학원 전자
통신공학과 졸업 (공학박사)
2008년 3월~현재 오산대학교 디지털전자과 교수

<관심분야> 영상처리, 임베디드시스템, 의용공학