

# 열화상과 가시광선 카메라 영상의 이동 객체 탐지에 대한 비교 연구

김충만, 문찬기, 남윤영

순천향대학교 컴퓨터공학과

e-mail : cndaks9205@naver.com, moonchanki@naver.com, ynam@sch.ac.kr

## A Comparative Study on Moving Object Detection between Visual and Thermal Cameras

Chungman Kim, Chanki Moon, Yunyoung Nam

Dept. of Computer Science and Engineering, Soonchunhyang University

### 요약

본 논문은 열화상 카메라와 가시광선 카메라를 사용하여 촬영한 영상에서 움직이는 객체에 대한 검출률을 비교한다. 각 카메라는 객체로부터 8m 떨어진 지점에 위치시켰으며, 촬영한 영상에 가우시안 필터만을 적용하여 객체를 검출하였다. 객체가 존재하는 구간에서 객체가 검출된 영상으로부터 검출률을 계산하였고, 두 개의 이동 물체로부터 얻은 영상에서 열화상 카메라와 가시광선 카메라에서 각각 98.6%와 55%의 검출률을 얻었다.

### 1. 서론

방범용 CCTV는 감시 강화를 통해 범죄의 비용을 증대시켜 범죄욕구나 기회를 통제하려는 범죄예방 프로그램으로 활용되고 있다. 부족한 경찰인력과 역량의 한계를 보완할 수 있고, 잠재적 범죄인으로 하여금 범행의지를 포기하게 함으로써 범죄를 사전에 예방할 수 있다.

최근 들어 CCTV를 사용하여 영상을 녹화하고 저장하는 감시 시스템에서 객체 검출이나 추적하는 기능이 추가된 시스템이 중요해지고 있다. 객체 검출이나 추적을 위한 알고리즘과 시스템들이 많은 연구자들에 의해 제안되고 연구되고 있지만 가시광선 대역의 카메라의 영상만으로 객체를 검출하고 추적하는 방법에는 한계가 있다.

본 논문에서는 열화상 카메라와 가시광선 카메라를 사용하여 촬영한 영상으로 각 영상의 이동 객체 검출 정확률을 비교한다.

### 2. 관련연구

[1]에서 사람들을 카운팅하는 시스템에서 가시광선 카메라는 조명의 변화 및 색상에 민감하다. 이 문제를 적외선 카메라로 극복 할 수 있으나 비용이 증가하는 문제점 때문에 저비용, 저해상도의 가시광선 카메라와 적외선 카메라의 조합을 이용하여 정확도를 높이는 시스템을 제안하였다.

[2]에서 여러 spatiogram 추적기의 출력 융합을 기반으로 추적 기능을 효율적으로 결합할 수 있는 프레임 워크를 제안하였다. 프레임 워크는 기능을 임의적으로 추적기 사이에서 분할할 뿐만 아니라 추가, 제거 또는 동적으로 기능을 더할 수 있는 유연성을 제공하였다. [3]에서는

열화상 카메라와 다른 센서와의 융합으로 응용 프로그램에서 향상된 결과를 보였다. [4]에서 단일 또는 다중 객체 추적과 큰 그룹의 움직임 패턴 분석과 비행하는 야생 동물의 마리 수 조사 등의 다양한 시각적 분석을 수행하였다.

[5]에서 적외선 이미지에 대하여 다중 해상도 프레임 워크에서 움직이는 대상의 검출 방법을 제안하였다. 다양한 조명, 분위기 온도 및 센서 위치에서 타깃의 거리 등의 다양한 조건에서 움직이는 대상을 실험으로 검증하였다.

지금까지 제안된 객체 검출 및 객체 추적관련 연구들은 객체 검출 및 추적 알고리즘에 대하여 제안하였으나 열화상 카메라로부터 얻은 영상과 비교 실험한 사례는 없었다. 본 논문에서는 가우시안 필터만을 사용하여 열화상 카메라 영상과 가시광선 카메라 영상에 대하여 개발한 알고리즘[6]을 적용하여 이동 물체 검출률을 비교한다.

### 3. 실험

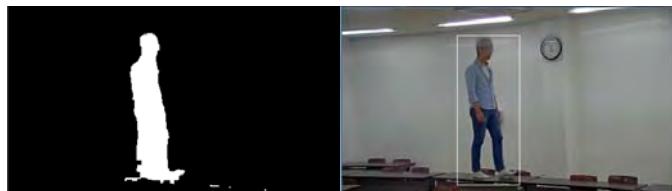
#### 3.1 실험환경

성능 비교를 위해 AXIS P5415-E PTZ Dome Network Camera[7]와 FLIR A320[8]을 사용하여 영상을 녹화하였다. FLIR A320 열화상 카메라는 온도측정범위가 -20°C ~ 350°C에서 촬영이 가능하며 160 x 120 또는 320 x 240 해상도를 제공한다. Axis p5415-e PTZ Dome Network Camera는 -135° ~ 135° 까지의 Pan 기능과 -90° ~ 0° 까지의 Tilt 기능이 가능하고 18 배 광학 줌 및 12 배 디지털 줌 기능으로 총 216 배의 줌이 가능하며 240 x 135에서 1920 x 1080 까지 5 단계의 해상도를 제공하는 카메라이다.



(a) AXIS P5415-E PTZ Dome Network Camera  
(b) FLIR A320 열화상 카메라  
그림 1 실험에 사용된 카메라

각 영상들은 이동 객체로부터 8m 떨어진 지점에 카메라를 위치시켰고 열화상 카메라는 320 x 240의 해상도로 써 10 fps으로 촬영하였다. 가시광선 카메라는 480 x 270의 해상도로 써 30 fps으로 촬영하였다. 각 영상들은 가우시안 필터만을 사용하여 객체가 존재하는 영상 구간에서 객체를 검출하는 프레임의 개수를 비교하였다.



(a) 하나의 이동 객체가 걸을 때(가시광선 영상)

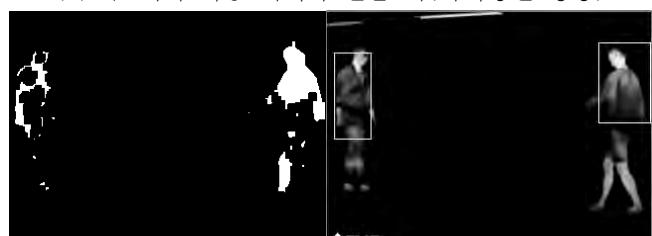


(b) 하나의 이동 객체가 걸을 때 (열화상 영상)

그림 2 걷는 하나의 이동 물체로부터 얻은 영상

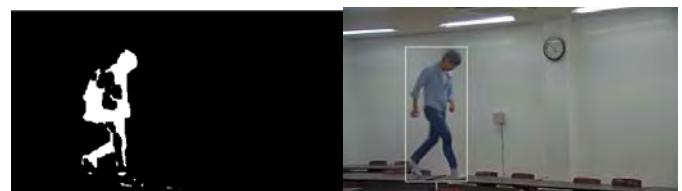


(a) 두 개의 이동 객체가 걸을 때(가시광선 영상)



(b) 두 개의 이동 객체가 걸을 때 (열화상 영상)

그림 3 걷는 두 개의 이동물체로부터 얻은 영상



(a) 하나의 이동 객체가 달릴 때(가시광선 영상)



(b) 하나의 이동 객체가 달릴 때 (열화상 영상)

그림 4 달리는 이동물체로부터 얻은 영상

그림 2는 남성 한 명이 걸을 때에 촬영한 영상이다. 그림 3은 남성 두 명이 교차해서 지나가는 영상이다. 그림 4는 남성 한 명이 달려가는 영상이다. 아래와 같은 식을 사용하여 검출률을 계산한다. 그림 2와 4에서는 하나의 객체를 검출할 때 프레임의 개수를 계산하였고 그림 3에서는 두 개의 객체를 검출할 때 프레임의 개수를 계산하였다.

$$\text{검출률} = \frac{\text{검출 프레임 개수}}{\text{총 프레임 개수}} \times 100 \quad (1)$$

### 3.2 실험 결과

표 1 각 영상에 대한 검출률의 결과

영상	카메라	검출 프레임 개수	총 프레임 개수	검출률(%)
2-(a)	가시광선	201	220	91.3
2-(b)	열화상	41	41	100
3-(a)	가시광선	222	400	55
3-(b)	열화상	74	75	98.6
4-(a)	가시광선	67	68	92.5
4-(b)	열화상	6	8	75

표 1은 열화상 카메라와 가시광선 카메라로 촬영한 영상으로 객체를 검출한 실험 결과이다. 표에서 보는 바와 같이 그림 2와 그림 3에서는 가시광선 영상보다 열화상 영상의 검출률이 각각 8.7%와 43.6% 높았다. 열화상 카메라에서는 열 영상을 얻기 때문에 객체의 움직임이 없다면 객체 검출이 힘든 가시광선 카메라보다 노이즈가 없고 높은 검출률을 보였다. 객체의 움직임이 빠른 영상인 그림 4에서는 가시광선 영상에서 열화상 영상보다 17.5% 높은 검출률을 보였다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 열화상 영상과 가시광선 영상에서의 객체 검출률에 대하여 비교 실험하였고 각 환경에 따라 검출률의 차이를 확인하였다. 열화상 영상이 가시광선 영상보다 낮은 해상도와 프레임으로 촬영되었으나 열화상 영상에서 높은 검출률을 얻었다. 열화상 카메라의 해상도와 프레임을 보완한다면 기준보다 검출률이 높아질 것으로 기대되고 노이즈가 없는 영상을 얻기 때문에 객체 검출 기능에서 가시광선 카메라의 단점을 보완할 수 있음을 확인하였다.

향후 연구로는 실내 환경만이 아닌 실외 환경에서의 영상을 비교할 계획이다.

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT 융합고급인력과정지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2015-H8601-15-1009)

#### 참고문헌

- [1] Amin, I. J., Taylor, A. J., Junejo, F., Al-Habaibeh, A., Parkin, R. M. (2008). Automated people-counting by using low-resolution infrared and visual cameras. *Measurement*, Vol.41, pp.589–599, 2008.
- [2] Conaire, C. Ó., O' Connor, N. E., Smeaton, A. (2008). Thermo-visual feature fusion for object tracking using multiple spatiogram trackers. *Machine Vision and Applications*, Vol.19, pp.483–494, 2008.
- [3] Gade, R., Moeslund, T. B. (2014). Thermal cameras and applications: A survey. *Machine vision and applications*, Vol.25, pp.245–262, 2014.
- [4] Wu, Z., Fuller, N., Theriault, D., Betke, M. (2014, June). A thermal infrared video benchmark for visual analysis. In *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, 2014 IEEE Conference on (pp. 201–208), 2014.
- [5] Tewary, S., Akula, A., Ghosh, R., Kumar, S., Sardana, H. K. (2014). Hybrid multi-resolution detection of moving targets in infrared imagery. *Infrared Physics & Technology*, Vol.67, pp.173–183, 2014.
- [6] Cho, S. H., Nam, Y., Hong, S., Cho, W. (2011). Sector based scanning and adaptive active tracking of multiple objects. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, Vol.5, pp.1166–1191, 2011.
- [7] AXIS P5415-E PTZ 돔 네트워크 카메라, <http://www.axis.com/ko/node/36495>
- [8] FLIR A320, [http://www.flirkorea.com/automation/display/?id=410\\_99](http://www.flirkorea.com/automation/display/?id=410_99)