

방향성과 경계선을 이용한 그림자 제거 방법

이준철^{0*}, 이정원^{**}, 조정현^{***}, 김승호^{**}

부천대학교인터넷과^{0*}, 경북대학교 컴퓨터공학과^{**}, 영남이공대학 컴퓨터정보기술계열^{***}
 jcleee^{0*}@bc.ac.kr, jwlee@mmlab.knu.ac.kr, petercho@ync.ac.kr, shkim@knu.ac.kr

Shadow casting method using direction and edge feature of the object region.

J.C Lee^{0*} J.W Lee^{**} J.H Cho^{***} S.H Kim^{**}

^{0*}Dept. of Internet Information Science, Bucheon college

^{**}Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

^{***}Division of Computer Information Technology, Yeungnam College of Science & Technology

요 약

본 논문에서는 감시 시스템 내에서 검출된 객체에 대해 정확한 특징벡터를 추출하기 위한 그림자 제거 (shadow casting) 방법을 제안한다. 그림자에 의해 부정확한 특징벡터를 가지게 되는 객체는 동일한 객체임에도 불구하고 서로 다른 객체로 인식하는 잘못된 결과를 가져온다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 추출된 객체의 경계선(edge)의 수직 히스토그램과 그림자의 방향성을 사용하여 그림자를 제거한다.

1. 서 론

최근 실시간 영상에서 움직이는 객체를 추출하고 추적하는 일은 감시 시스템, 패턴 인식 시스템에서 주요한 이슈가 되고 있으며, 관련된 연구가 이루어지고 있다 [1]. 특히, 연속된 영상 내에서 검출된 객체의 주요한 특징벡터를 추출하고, 경로 추적하는 것은 감시 시스템에서 이벤트 검출 (event detection) 시 중요한 특징벡터가 된다. 그러나, 추출된 객체에 그림자 영역이 포함되어 추출된 경우, 정확하지 않은 특징벡터 추출의 원인이 된다. 본 논문에서는 추출된 객체의 경계선과 그림자의 방향 정보를 이용하여 그림자를 제거한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 그림자 제거에 대한 관련 연구를 소개하고, 3장에서는 본 논문에서 제안한 경계선과 방향성을 사용한 그림자 제거 방법을 설명한다. 4, 5장에서는 실험 결과와 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

그림자에 의해 발생하는 잘못된 객체 인식과 경로 추적의 문제를 해결하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있다. 그 중에서 대표적인 방법으로는 통계적인 방법과 모델 기반(model based) 방법이 있다. 전자의 경우 노이즈(noise)의 민감도를 줄일 수 있는 장점이 있고, 후자의 경우는 좋은 결과를 얻을 수 있으나 복잡하고 시간이 많이 걸리는 단점이 있었다 [2]. 그림자 제거 시에 주로 사용하는 특성은 스펙트럼, 공간적, 시간적 특성이다. 스펙트럼 정보는 명암 (brightness), 칼라 (color) 정보를 이용하는 것을 말하며 추가적으로 영역 (region)과 프레임 (frame) 레벨의 공간적인 특성과 시간적인 특성을 함께 사용하면

보다 향상된 결과를 얻을 수 있다. 최근에는 물리적인 특성을 사용하는 그림자 제거 방법이 많이 연구되고 있다 [3, 4].

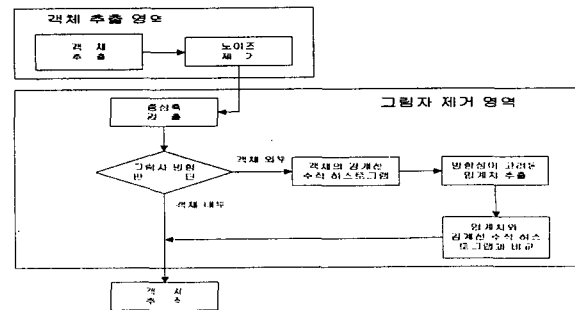


그림 1. 그림자 제거 순서도

3. 제안한 그림자 제거 방법

배경 모델링 (background modeling) 후 생성된 배경 영상과 연속된 입력영상과의 감산 연산에 의해 차감영상이 추출된다. 이 영상에 대해 노이즈를 제거한 후 각각의 객체에 대해서 그림 1의 순서와 같이 중심축을 검출 후, 그림자의 방향을 판단하여, 그림자의 존재 유무를 결정한다. 그리고 바운딩 박스 내에 존재하는 객체에 대한 경계선 추출을 위해 라플라시안 필터를 사용한다. 추출된 경계선에 대한 수직히스토그램의 분포를 사용하여 그림자 방향성 정보를 사용한 가중치를 주어 실험으로

구해진 임계치값 이하일 경우 그림자 영역이라고 판단하고, 그림자를 제거 한다.

3.1 객체의 중심축 검출

그림자 제거를 하기 위해, 그림자의 방향성을 판단하기 위한 기준인 중심축을 구한다. 이는 일반적으로 추출된 객체의 머리위치를 가리킨다. 그림 2 (a)에서 볼 수 있듯이 객체에 대해 수직 히스토그램 (vertical histogram)을 구해서, 그 중에서 가장 큰 값을 가지는 X축의 좌표 값을 중심축으로 결정한다 [5]. 그러나 그림 2 (b)와 같이 움직이는 객체의 수직 히스토그램에서 가장 큰 X축의 좌표가 항상 중심축을 나타내는 것은 아니다.

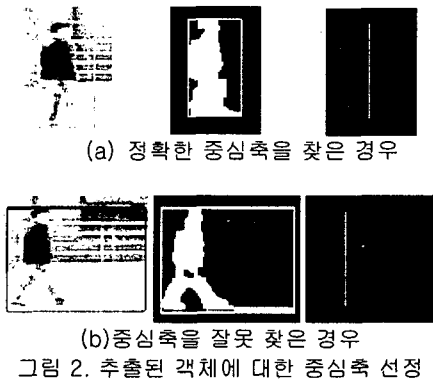
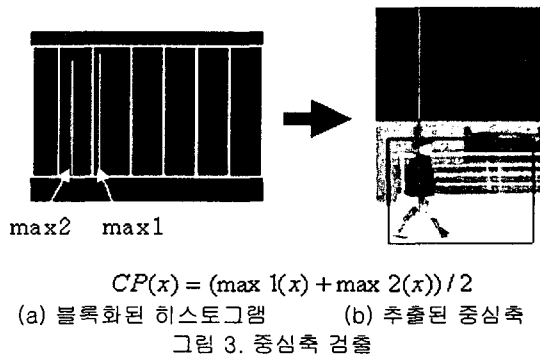


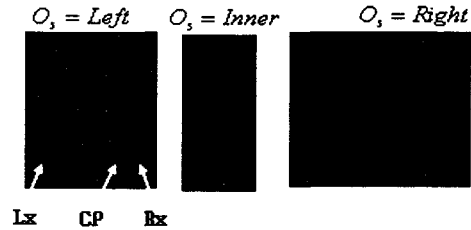
그림 2 (b)와 같이 중심축을 잘못 검출함으로써 정확하지 않은 중심점을 얻을 수 있기 때문에 그림 3 (a)와 같이 수직 히스토그램을 수평으로 임의의 개수의 블록 (block)으로 나누어 각 블록 별로 가장 큰 히스토그램의 X축의 위치를 max1, max2라 둘 때, 중심점 CP (center point)는 그림 3의 방법으로 구할 수 있다.



3.2 그림자 방향 검출

객체의 중심축을 추출한 후 그림자의 방향을 판단해서 그림자가 객체 내부에 있는지 외부에 있는지를 알아낸다.

본 논문에서는 그림자가 내부에 있을 때는 그림자 제거를 고려하지 않는다. 그림자의 방향성을 알아내기 위해 그림 4 와같이 객체의 수직 히스토그램의 우측을 Lx , 좌측을 Rx 로 둔다. 그리고 그림자의 방향을 O_s 로 나타낸다.



추출된 객체의 그림자의 방향은 그림 4에 정의된 변수들을 수식 (1)에 대입해서 구할 수 있다. 그림자가 존재할 때 다음 3.3장의 경계선의 수직 히스토그램을 사용하여 제거 가능하다.

$$O_s = \begin{cases} \text{Left, if } |Lx - CP| - |Rx - CP| > th_d \\ \text{Right, if } |Lx - CP| - |Rx - CP| < th_d \\ \text{Inner, otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

where, th_d is threshold of distance

3.3 경계선의 수직히스토그램 검출 및 그림자 제거

그림자를 제거 하기위해 객체의 경계선을 구한다. 경계선은 인접한 화소간에 밝기차이가 많이 나는 부분을 보다 강조하기 위해서 사용한다. 경계선을 보다 확연하게 구분하기 위해 라플라시안 필터(Laplacian filter)를 사용하여 객체 내에 있는 경계선을 구한 후, 임계치를 사용하여 변화가 큰 경계선을 추출하였다. 라플라시안 필터는 2차 미분 필터로써 1차 미분필터보다 윤곽선이 확실히 구분되며, 밝기값이 완만히 변하는 부분에서는 경계선이 검출이 되지 않는 특성을 가진다.

$$G(x, y) = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$Edge(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } G(x, y) > th \\ 0, & \text{if } G(x, y) \leq th \end{cases} \quad (3)$$

수식 (2)는 라플라시안 필터의 마스크를 나타내며, 바운딩 박스내의 객체에 적용하여 일차적으로 경계선을 구하고, 수식 (3)을 사용해서 추출된 경계선에서의 노이즈를 제거하고, 분명한 경계선은 더욱더 강조한다.

그림 5는 객체의 경계선의 수직히스토그램 검출 결과를 나타낸 것이다. 그림 5 (a)와 (c)는 추출된 객체의 중심축이 추출된 이진영상과 수직히스토그램이다. (b)와 (d) 동일한 객체에 대해 라플라시안 필터인 수식 (2)를 적용한 후 수식 (3)을 적용한 이진영상과 수직 히스토그램을 보여주고 있다. 그림 5 (b)와 (d)에서 알 수 있듯이 주변 화소와 명암의 크기가 적은 그림자 영역은 경계선이 거의 나타나지 않는 것을 볼 수 있다. 그러나 그림자가 아닌 객체영역은 주변 화소와 큰 차를 보이기 때문에 명확한 경계선이 존재하는 것을 볼 수 있다. 따라서 그림 5 (d)의 경계선의 수직 히스토그램에서 객체인 영역은 일정수준 이상의 값을 가지며, 그림자 영역은 낮은 값을 가지는 것을 알 수 있다.

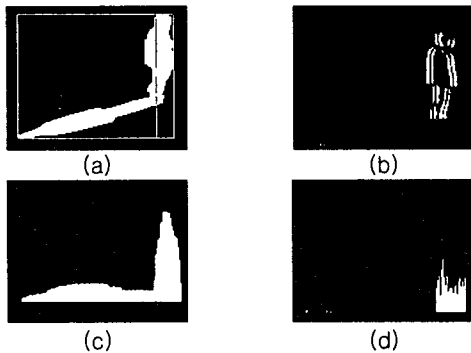


그림 5. 경계선의 수직히스토그램 검출

그림자 제거를 하기 위해 3.1, 3.2 절에서 구한 객체의 중심축과 그림자가 존재하는 방향을 이용하여 그림자를 제거한다. 객체의 중심축으로부터, 그림자가 존재하는 방향으로 경계선의 수직 히스토그램의 값이 임계치 이하 일경우 해당 영역을 그림자 영역이라고 판단하고 그림자를 제거한다. 그러나 객체의 중심축의 근거리 존재하는 영역은 객체이지만 그림자로 제거 될 수 있기 때문에 중심축에서 거리에 따라, 임계치에 가중치를 적용하여 그러한 영역을 줄여준다.

4. 실험 결과

실험은 RGB값을 가지는 연속된 영상 N 프레임을 사용하여 명암의 중심값(median value)을 사용한 배경 모델링 후, N 프레임 이후에 들어오는 연속된 영상에 대해 차감연산을 사용하여 객체를 검출 한다.

추출된 영상에 노이즈를 제거 후 추출된 각각의 객체에 대해 바운딩 박스를 씌운다. 검출된 각각의 객체의 바운딩 박스 내부 영역을, 본 논문에서 제안한 그림자 제거 방법을 적용한 후 바운딩 박스의 사이즈를 업데이트하는 방법을 사용하였다. 그림 6 (a), (b)는 연속된 영상에서 그림자 제거가 되지 않고 단순히 차영상만 사용한 경우의 객체 추적 결과를 보여준다. 그림 6 (c), (d) 동일한 프레임에서 그림자가 제거되어 올바른 객체 추적이 이루어지고 있음을 볼 수 있다.



(a) 100번째 프레임 (b) 221번째 프레임



(c) 100번째 프레임 (d) 221번째 프레임

그림 6. 그림자 제거 실험 결과

5. 결 론

본 논문에서는 차감 연산을 통해 추출된 객체가 가지는 그림자의 방향성과 경계선의 수직 히스토그램을 사용하여 그림자를 제거하는 방법을 제안하였다. 그림자를 제거함으로써 올바른 특징 벡터를 추출할 수 있었고, 정확한 객체 추적이 가능함을 보였다. 차후에는 경계선의 수직히스토그램에서 가지는 특성을 사용하여, 그룹 내에서 객체를 구분하는 방법과 이를 기반으로 한 그림자 제거 방법이 연구되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] S. McKenna, S. Jabri, Z. Duric, A. Rosenfeld and H. Wechsler, " Tracking Groups of People" , Computer Vision and Image Understanding Volume 80, Issue 1, Oct. 2000.
- [2] A. Prati and I. Mikic, " Detecting Moving Shadows: Algorithms and Evaluation." , IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25, no. 7, JULY. 2003.
- [3] J. Wei Hsieh, W. Fong Hu and C. Jung, " Shadow elimination for effective moving object detection by Gaussian shadow Modeling" Image and Vision Computing 21, Aug. 2003.
- [4] S. Nadimi and B. Bhanu, " Physical Models for Moving Shadow and Object Detection in Video" , IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 26, no. 8, Aug. 2000.
- [5] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. Davis, " W4: Real Time Surveillance of People and Their Activities," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 8, pp. 809-830, Aug. 2000.