

자동보정 카메라에서 HSV를 이용한 이동객체 검출

이승철⁰, 이귀상, 최덕재, 김수형
전남대학교 전산학과

like-light@daum.net⁰, gslee@chonnam.ac.kr, dchoi@chonnam.ac.kr, shkim@chonnam.ac.kr

Moving Object Detection using HSV on Auto Correction Camera

SeungCheol Lee⁰, GueeSang Lee, Deokjai Choi, SooHyung Kim
Dept. of Computer Science, Chonnam National University

요 약

영상감시기술은 공공장소의 사람 행동패턴 분석을 통한 범죄 예측, 실내 환경에서의 사람의 출입여부 확인, 다중 카메라에서의 특정 이동객체 추적 등 다양하게 이용되고 있다. 또한 유비쿼터스 환경에서 영상센서로 사용 될 수 있다. 영상감시기술에서는 입력된 영상을 여러 과정을 통하여 분석 하게 된다. 여러 과정 중 이동 객체의 정확한 분석을 위해서는 효과적인 이동객체 검출 방법이 필요하게 된다. 어떤 감시카메라는 객체가 감지되었을 때 감지된 영상을 자동으로 보정한다. 이와 같이 자동보정 카메라에 입력된 영상을 분석할 경우 보정된 정도에 따른 영상처리가 필요하게 된다. 이동객체 검출 단계는 배경영상 모델링, 이동객체 검출, 그림자 제거 단계로 나눌 수 있다. 이 같은 과정 중에 감지된 영상의 자동보정 정도를 측정하고 영상 분석시 측정값을 적용하게 된다. 보정 정도를 적용한 방법과 하지 않은 방법 중에 적용한 방법이 더욱 정확한 검출 정도를 나타냈으며, 검출된 이전 이미지의 개선을 위한 과정 중 Reconstruction의 형태학적 영상처리 방법을 적용하여 기존의 검출 방법보다 향상된 결과 영상을 획득 할 수 있었다. 이렇게 검출된 이동객체의 분석을 통해 보다 향상된 분석을 할 수 있게 되며, 차후 유비쿼터스 환경에서의 영상 센서로 사용 될 수 있다.

1. 서 론

영상감시기술은 카메라를 통해 입력되는 영상의 분석을 통해 다양한 정보를 얻거나 다양하게 이용 될 수 있다. 공공장소에 자주 나타나는 사람의 행동 패턴 분석을 통한 범죄 예측, 실내 환경에서의 사람의 출입 여부 확인, 다중카메라 에서의 특정 객체 추적 등 입력영상의 분석을 통해 다양 하게 사용된다[1,2,3]. 입력된 영상을 분석하기 위한 영상 처리 단계는 크게 네 가지로 나눌 수 있다. 먼저 배경영상 모델링과 이동객체를 배경영상에서 검출하는 부분, 그림자 제거, 검출된 이동객체를 분석하는 부분이다. 배경영상 모델링과 이동객체 검출은 RGB나 HSV의 색상 정보가 사용되어 질수 있다[4,5].

영상감시를 위한 카메라 중에 영상의 변화가 감지되었을 경우 자동으로 영상을 보정하여 주는 기능이 포함된 경우가 있다. 이러한 보정 기술로는 AWB(Auto White Balance), AGC(Automatic Gain Control) 등을 들 수 있다. 이러한 보정 기술로 인해 모델링 된 배경영상과 이동객체가 감지된 영상에서의 배경부분이 많이 달라진다. 이와 같이 자동 보정되는 카메라로 영상감시를 할 경우 이동객체가 감지되고, 이동객체를 검출할 때 카메라의 보정 기능으로 인해 영상에 보정된 정도를 영상처리 과정 중에 적용시켜 주어야 효과적으로 이동객체를 검출하거나 그림자를 제거 할 수 있게 된다. 본 연구는 자동보정 으로 인한 영상의 변화를 측정하고, 이 정도를 이동객체 검출과 그림자 제거 시 적용하는 방법을 제안 하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 전체 시스템 구성을 살펴보고 3장에서는 배경영상 모델링 방법을 기술한다. 4장에서

는 보정 정도를 고려한 이동객체 검출 방법과 5장에서는 보정 정도를 고려한 그림자 제거 방법에 대하여 기술한다. 마지막으로 6장에서는 결론을 기술한다.

2. 시스템 구성

전체 시스템 구성은 그림 1. 과 같다.

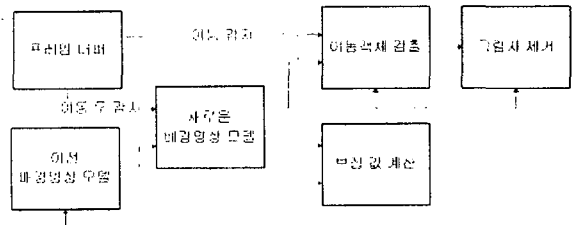


그림 1. 전체 시스템 구성

프레임 버퍼에 카메라로부터 프레임 영상이 입력된다. 카메라에 이동이 감지되지 않는다면 이전 배경영상 모델과 현재의 프레임 영상을 이용해 새로운 배경영상 모델을 생성한다. 영상이 이동이 감지된 경우 배경영상 모델과 현재 프레임 영상을 이용해 보정된 값을 계산하고, 배경영상 모델, 현재 프레임 영상 그리고 보정된 값을 이용해서 이동 객체를 검출 하게 된다. 그 후 그림자 제거 과정을 거치게 된다. 그림자 제거 과정 중에도 보정된 값이 사용되게 된다.

* 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

3. 배경영상 모델링

개념적으로 더욱 정형화된 색상체계에서 영상을 분석하기 위해, 처리되는 영상의 각 픽셀들은 HSV(Hue, Saturation, Value)색상체계로 변환해서 사용하게 된다[4]. 배경영상 모델을 생성하기 위해, 기존의 배경영상 모델의 각 픽셀과 입력된 영상 각 픽셀의 H,S,V 에 대한 평균(μ_H, μ_S, μ_V)과 표준편차($\sigma_H, \sigma_S, \sigma_V$)를 (1)과 (2)와 같이 계산하게 된다.

$$M_N = M_{N-1} \times \frac{N-1}{N} + \frac{X_N}{N} \quad (1)$$

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{(\sigma_{N-1}^2 + M_{N-1}^2) \times (N-1) - (M_{N-1} \times (N-1) + X_N)^2}{N}} \quad (2)$$

M은 평균, N은 프레임 순서, X는 현재프레임 픽셀의 H,S,V 값을 나타낸다. 이렇게 계산된 각 픽셀의 (μ_H, μ_S, μ_V)이 배경영상 모델이 된다.

4. 이동객체 검출

계산된 각 픽셀의 평균과 표준편차, 현재 프레임에서의 각 픽셀의 HSV 값(O_H, O_S, O_V)을 가지고 이동객체를 검출 하게 된다. 기존의 방법은 H값이 신뢰성이 있는 경우 H가 다음의 조건을 (3) 만족한다면 이동 객체로 판단한다. H값이 신뢰성이 없는 경우 V값에 대해서 (3)을 만족 한다면 이동객체로 판단한다[4].

$$|\mu - O| > 3 \times \sigma \quad (3)$$

H의 신뢰 구간은 H,S,V의 값이 그림 2.에서 표시 영역에 포함 된다면 신뢰 할 수 있다고 판단하였다.

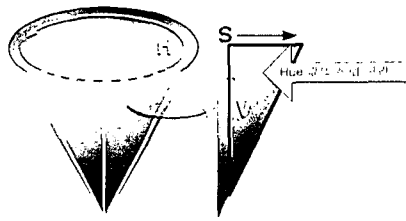


그림 2. Hue의 신뢰구간

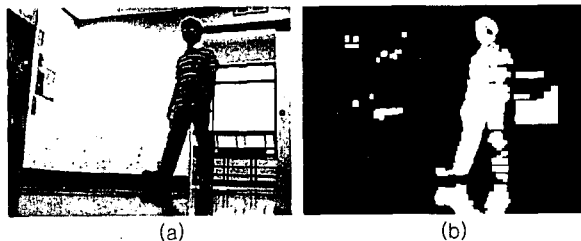


그림 3. (a) 하나의 이동객체가 있는 입력 영상 (b) 보정정도를 고려하지 않은 방법으로 이동객체 검출 결과영상

이 같은 과정으로 나온 이동객체 영역의 이진영상을 개선하기 위해 erosion과 dilation의 형태학적 영상처리 방법을 통해 영상의 잡음과 이동객체의 빈 공간을 채우게 된다. 결과 영상은

그림 3.과 같다. 검출 결과 영상에 많은 오류가 발생함을 확인할 수 있다. 이 같은 이유는 이동 객체가 영상에 나타났을 때 카메라가 영상의 값을 자동보정 하게 되므로 H,S,V 의 값이 변하게 된다. 다시 말해 배경영상 모델과 이동객체가 나타난 영상에서 배경영상 부분에서의 표준편차 값이 변하게 된다는 것이다. 그림 4. 는 배경영상 모델과 이동객체가 있는 영상과의 H,S,V 각각에 대한 표준편차의 히스토그램을 나타내고 있다.

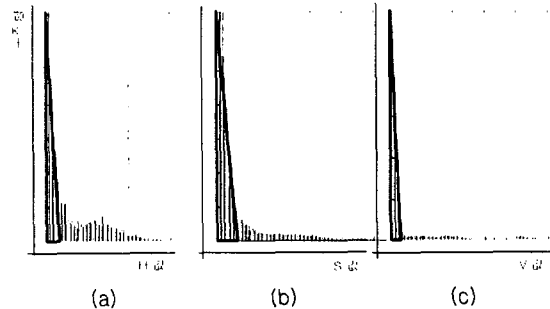


그림 4. 배경영상 모델과 이동객체 영상과의 표준편차 히스토그램 (a) Hue (b) Saturation (c) Value

히스토그램에서 삼각형으로 표시된 영역이 배경영상 부분이라고 판단 할 수 있다. 즉 배경영상 모델의 표준편차 값이 위 영역을 고려해서 수정 되어야 한다. 히스토그램의 표시영역에서 값의 평균을 H,S,V 각각에 대한 표준 편차의 변화량이라고 하였다. 그리고 그 변화량은 (ρ_H, ρ_S, ρ_V)으로 표현 하였다. 이동 객체 판단조건은 (3)의 조건을 (4)와 같이 수정하였다.

$$|\mu - O| > 3 \times (\sigma + \rho) \quad (4)$$

(4)의 조건으로 판단한 결과는 그림 5. 와 같다. 오류가 많이 개선되었음을 확인할 할 수 있다.

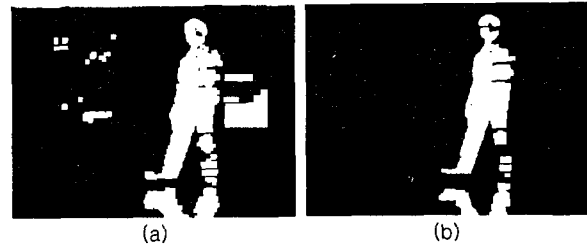


그림 5. (a) 보정정도를 고려하지 않은 방법으로 이동객체 검출 결과영상 (b) 보정정도를 고려한 방법으로 이동객체 검출 결과영상

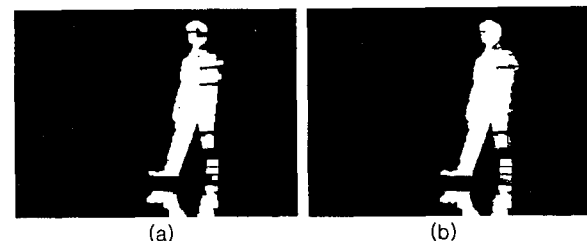


그림 6. (a) erosion, dilation 사용 결과 영상 (b) opening by reconstruction, closing by reconstruction 사용 결과 영상

검출된 이진영상을 더욱 개선하기 위하여 erosion과 dilation의 형태학적 영상처리 기법대신 opening by reconstruction 과 closing by reconstruction 영상처리 기법을 사용 하였다[6]. 후자의 기법을 사용할 경우 그림 6. 과 같이 잡음을 제거하고 홀을 채우면서 객체의 형태를 유지 할 수 있는 이점을 얻을 수 있다.

5. 그림자 제거

그림자 제거의 기존의 방법은 다음과 같다[6]. 먼저 그림자의 특징을 기술하면 색도정보는 비슷하지만 휘도 값이 조금 작아 지는 경우라고 기술 할 수 있다. 각 픽셀 색도의 비슷한 정도를 판단하기 위해 normalized correlation을 이용하여 그림자 영역이라 판단하게 된다. $C_M = [H_M, S_M]^T$ 을 배경영상 모델의 H,S 값이고, $C_o = [H_o, S_o]^T$ 는 현재 프레임의 관찰된 H,S 값이라 할 때 normalized correlation 은 (8)과 같이 표현 될 수 있다.

$$C_r(C_o, C_M) = \frac{C_o^T C_M}{\sqrt{C_o^T C_o \cdot C_M^T C_M}} \quad (8)$$

C_r 값이 1에 가까울수록 색도 정보가 유사하다는 의미가 된다. 이동객체 검출 영역에서 C_r 의 값이 일정 임계치 이상인 경우 배경영상이라 판단하게 된다.

그후 dilation 연산을 거친 후 (9) (10)의 식으로 이동객체 likelihood 와 배경영상 likelihood를 결정 하게 된다. 이동객체 likelihood 는 그림자 영역이 제거된 이동객체 영역에서 H 히스토그램을 록업 테이블로 만들고, 비교하려는 픽셀의 H 값의 속한 정도를 likelihood로 나타낸다. 배경영상 likelihood는 배경 영상 모델의 평균과 분산을 이용하여 multivariate Gaussian density function $N(\mu, \Sigma)$ 을 이용해 비교 하려는 픽셀의 H,S,V 가 정규분포에 얼마나 포함되어 있는가를 판단한 후 임계치 이상으로 값이 나오면 배경영상으로 결정 한다.

$$P(x|Fg) = H(kx) / \sum_{k=1}^N H(k) \quad (9)$$

$$P(x|Bg) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{3}{2}} |\Sigma|^{\frac{1}{2}}} \exp[-\frac{1}{2} (x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu)] \quad (10)$$

Σ 는 H,S,V 에 대한 공분산을 나타내는데 $(\sigma_H^2, \sigma_S^2, \sigma_V^2)$ 의 대각선 행렬을 나타낸다. $\chi = [\chi_H, \chi_S, \chi_V]$ 는 현재프레임 에서의 H,S,V 값이다. H 는 그림자 영역이 제거된 이동객체 영역에서의 색도 분포 히스토그램 록업 테이블을 나타내며, kx 는 현재 프레임 에서의 H가 록업 테이블에 속하는 곳에서의 값이 된다. (10)에서는 공분산이 사용되고 있고, 보정이 이루어진 영상과 배경영상 모델과의 분산 값이 변경되기 때문에 공분산에 변화된 분산 값을 (11)과 같이 더해 주어야 한다. 그렇게 하지 않을 경우 $N(\mu, \Sigma)$ 값에 오류가 발생 하게 된다. 그림 7. 은 다른 장소에서의 이동객체 검출에서 그림자 제거 까지의 영상을 보여 주고 있다.

$$((\sigma_H + \rho_H)^2, (\sigma_S + \rho_S)^2, (\sigma_V + \rho_V)^2) \quad (11)$$



그림 7. (a)이동객체 포함 영상 (b)그림자제거 하지 않은 이동객체 검출 (c)그림자 제거 한 이동객체 검출 (d)현재 프레임에서 검출된 부분

6. 결론

본 논문에서는 자동보정 영상 카메라의 입력 영상에 이동 객체가 감지되었을 때 이동 객체를 검출하는 효과적인 방법에 대하여 제안하였다. 기존의 보정정도를 고려하는 많은 이동객체 검출 방법을 기본으로 해서 제안하는 보정정도 측정값을 영상 처리 과정 중에 적용시켜 이동객체를 검출 하였다. 기존 방법보다 보정정도 값을 적용시켜 주는 방법이 더욱 효과적으로 이동객체를 검출 하였다. 자동보정 카메라를 이용해 영상을 감시하고 정보를 획득하고 분석할시 이동객체를 검출하는 단계로 사용될 수 있다.

7. 참고문헌

[1] G. Gasser, N. Bird, O. Masoud, and N. Papanikolopoulos "Human Activities Monitoring at Bus Stops," Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics & Automation, pp. 90-95, 2004.
 [2] Ji Tao and Yap-Peng Tan, "A Probabilistic Reasoning Approach to Closed-Room People Monitoring," IEEE ISCAS, pp. 11-185-188, 2004.
 [3] 신창훈, 이주신, "다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 특정 이동객체 추적 알고리즘," 정보처리학회논문지B, 제11-B권 제3호, pp. 267-274, 2004.
 [4] Wenmiao Lu and Yap-Peng Tan, "A Color Histogram Based People Tracking System," IEEE, pp. 11-137-140, 2001.
 [5] CHEN Baisheng and LEI Yunqi, "Indoor and Outdoor People Detection and Shadow Suppression by Exploiting HSV Color Information," Proceedings of the IEEE Conference on Computer and Information Technology, 2004.
 [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods and Stenven L. Eddins, "Digital Image Processing using MATLAB," PEASON Prentice Hall, pp 374-376, 2004.
 [7] Ji Tao and Yap-Peng Tan, "Color Appearance-Based Approach to Robust Tracking and Recognition of Multiple People," IEEE ICICS-PCM, pp.95-99, 2003.