중요지역 보안을 위한 실시간 감시 시스템

안성진, 이관희, 김남형, 권구락, 고성제
고려대학교 전자컴퓨터 공학과
e-mail : {*sjahn, khlee, nhkim, grkwon, and sjko*}*@dali.korea.ac.kr*

Real-time Surveillance System for Security of Important Area

Sung-Jin Ahn, Kwan-Hee Lee, Nam-Hyung Kim, Goo-Rak Kwon, and Sung-Jea Ko
Department of Electronic and Computer Engineering Korea University

Abstract

In this paper, we propose a real-time surveillance system for security of important area such as military bases, prisons, and strategic infra structures. The proposed system recognizes the movement of objects in dark environments. First, the Multi-scale retinex (MSR) is processed to enhance the contrast of image captured in dark environments. Then, the enhanced input image is subtracted with the background image. Finally, each bounding box enclosing each objects are tracked. The center point of each bounding box obtained by the proposed algorithm provides more accurate tracking information. Experimental results show that the proposed system provides good performance even though an object moves very fast and the background is quite dark.

Ⅰ. 서 론

실시간 영상에서 객체를 추적하는 영상감시시스템은 수년간 컴퓨터 비전 및 여러 실용적 응용 분야에서 관심을 가지는 주제중 하나이다. 현재까지 제안된 시스템은 카메라의 흔들림을 보정하면서 고속화를 추구하고 있으며 얼굴영역의 판별 및 추출에 대해서도 뛰어난 성능을 보이고 있다. 이러한 시스템은 객체를 인식할 수 있도록 조명이 보장된 장소에 설치되며, 시스템의 위치도 쉽게 알 수 있다. 그러나 군대주둔지, 교도소, 전략적 산업구조물 등 중요한 지역의 보안을 위해 설치된 영상감시시스템은 침입자가 시스템의 위치를 알 수 없도록 은폐된 지역에 설치되어야 하며, 이로 인해 어두운 환경에서 주변 환경과 침입자를 구분하는데 어려움을 겪게 된다. 따라서 본 논문에서는 어두운 환경에서 정확히 객체를 추출하고 이동방향을 추적하는 시스템을 제안한다.

Ⅱ. 제안하는 알고리즘

제안하는 알고리즘은 어두운 환경에서 촬영된 영상을 보정하는 전처리 과정을 둔다. 전처리 과정을 거치면 객체 탐지가 가능한 입력영상을 얻게 되고, 이 영상을 실시간으로 처리하여 객체 정보를 감시자에게 제공한다.

2.1 MSR기반 전처리과정 알고리즘

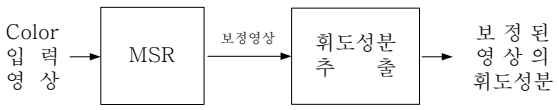

그림 1. 입력영상 보정 알고리즘

전처리 과정에서는 그림 1에서 보는바와 같이 color 입력영상을 MSR처리한다. MSR은[1] Single-scale retinex (SSR)로부터 쉽게 유도된다. SSR은 (1)식과 같이 주어진다.

$$R_i(x,y) = \log[I_i(x,y)] - \log[F(x,y)*I_i(x,y)], \quad (1)$$

여기서, $R_i(x,y)$는 i번째 spectral band의 retinex 결과 값이며, $I_i(x,y)$는 i번째 spectral band의 영상분포 이다. '$*$'는 convolution 연산을 나타내며, $F(x,y)$는 식(2)의 가우시안 서라운드 함수 (Gaussian surround function) 이다.

$$F(x,y) = Ke^{-(x^2+y^2)/c^2}, \quad (2)$$

여기서, c는 가우시안 서라운드 공간 상수이고, K는 식(3)에 의해 구해진다.

$$\iint F(x,y)dxdy = 1 \ . \quad (3)$$

N개의 scales를 가지는 MSR 결과 값은 N개의 SSR 결과에 가중치 값을 적용한 후 모두 합한 값이며 수식은 (4)식과 같다.

$$R_{MSR_i} = \sum_{n=1}^{N} w_n R_{n_i}, \ \sum_{n=1}^{N} w_n = 1 \ , \quad (4)$$

R_{n_i}는 n번째 scale의 i번째 spectral 성분이고, R_{MSR_i}는 MSR 결과의 i번째 spectral band의 retinex 결과 값이며,

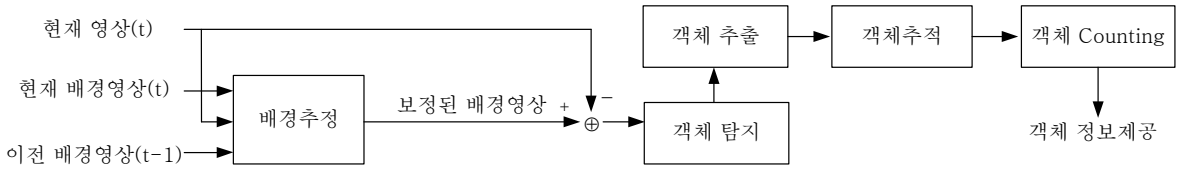

그림 2. 객체 정보를 얻기 위한 알고리즘

w_n는 n번째 scale과 연관된 가중치이다. $R(x,y)$와 $R_n(x,y)$의 한 가지 다른 점은 $R_n(x,y)$의 가우시안 서라운드 함수가 식(5)와 같이 주어진다는 것이다.

$$F_n(x,y) = Ke^{-r^2/c_n^2}. \quad (5)$$

위에서의 MSR 처리과정을 거치게 되면 어두운 영상에서 보정된 밝은 영상을 얻게 된다. 휘도성분 추출과정에서는 보정된 밝은 영상의 RGB 성분을 YUV 성분으로 전환한 후에 Y값 즉, 휘도성분만을 추출하여 객체정보를 얻기 위한 입력영상을 생성한다.

2.2 객체 정보를 얻는 알고리즘

객체 정보를 얻는 알고리즘은 그림 2와 같이 배경추정, 객체탐지, 객체추출, 객체추적, 그리고 객체 counting 과정[2] 으로 구성된다. 배경추정은 이전의 배경영상과 현재의 배경영상, 그리고 현재 입력받은 영상의 평균값으로 추정한다. 이와 같이 보정된 배경영상을 만드는 이유는 시간이 지남에 따라 빛의 상태의 변화로 인해 배경이 객체로 추출되는 오류를 피하기 위해서이다. 또한 배경 내부에 객체가 탐지됐을 경우에는 배경영상의 갱신으로 인해 객체가 배경으로 추정되는 경우가 있으므로, 배경갱신은 보류한다. 객체탐지 과정에서는 보정된 배경영상과 현재 입력영상과의 차영상을 이용하여 현재 영상내의 객체 존재유무를 확인하고 객체라고 판단되는 부분이 탐지되면, 입력된 차영상을 이진화 및 모폴로지 영상처리 하여 객체를 추출한다. 여기서, 이진화한 영상은 일부 잡음을 포함하고 있으며 미디언 필터를 사용하여 이를 제거하고, 주 객체부분과 일부 분할된 객체부분을 합치기 위한 과정으로 opening-closing 모폴로지 영상처리를 한다. 객체추적 과정에서는 정확한 객체추적을 위해 객체 영역의 주변을 감싸는 가장 작은 bounding box를 만들어 객체를 labeling 하고, labeling된 객체의 중심점을 이용하여 객체를 추적한다. 추적방법은 현재영상의 객체의 중심점과 객체의 속도 정보로 다음영상에서의 객체 중심점을 예측하고, 예측된 중심점을 기준으로 찾는 범위를 설정하여 해당범위 내에서 정확한 중심점을 찾아내는 방식을 사용한다. 마지막으로, 객체 counting 과정에서는 감시지역내부에 설정한 선상을 통과하는 객체를 counting하며, 감지지역내의 객체수와 출입방향을 확인하여 감시자에게 정보를 제공한다.

Ⅲ. 실험결과

그림 3은 MSR 전처리 과정을 거친 보정된 이미지를 가지고 객체를 탐지 및 추출한 결과를 보여준다. MSR 처리시 (4)식과 (5)식에 $N=3$, $c_1=15$, $c_2=80$, $c_3=240$,

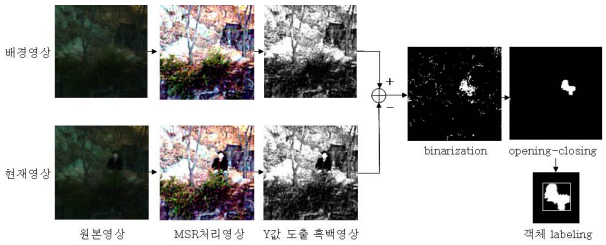

그림 3. 객체탐지 및 추출결과

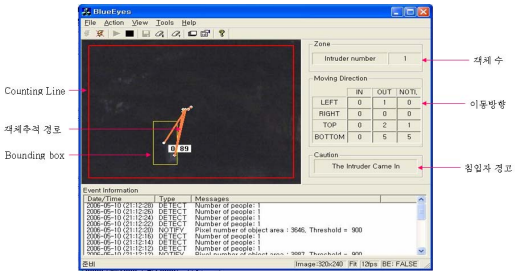

그림 4. 제안한 시스템의 사용자 환경

$w_1 = w_2 = w_3 = 1/3$의 파라미터 값을 적용하였다. 그림 4는 제안한 시스템의 사용자 환경을 보여준다. 시스템은 실시간 감시가 가능하도록 초당 15프레임으로 처리하도록 하였으며, 감시지역 내의 객체 수 및 출입방향을 표시하여 감시자가 쉽게 상황을 파악 하도록 하였다.

Ⅳ 결 론

본 논문에서는 어두운 조명환경에서도 객체식별이 가능한 영상감시시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 MSR 기술을 사용하여 입력영상을 처리하고, 배경영상과 현재영상간의 차영상을 이용하여 객체를 추출한 후 객체의 중심점을 기준으로 움직임을 추적하여 감시자에게 신속히 정보를 제공 하도록 하였으며, 이 연구 결과 군대주둔지, 교도소, 전략적 산업구조물 등 중요지역 보안을 위한 감시시스템으로의 활용성이 증대될 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Kobus Barnard and Brian Funt, “Investigations into multi-scale retinex”, *Colour Imaging in Multimedia ‘98, Derby, UK*, pp. 9-17, Mar. 1998.

[2] J. -W. Kim, B. -D. Choi, and S. -J. Ko, “Realtime Vision-based People Counting System for the Security Door”, *Proc. of 2002 International Technical Conference On Circuits Systems computers and Communications, Phuket*, Jul. 2002.