

SG 정보를 이용한 강인한 물체 추출 알고리즘

Robust Object Detection Algorithm Using Spatial Gradient Information

주영훈 · 김세진

Young Hoon Joo and Se Jin Kim

군산대학교 전자정보공학부

요약

본 논문에서는 spatial gradient를 이용한 강인한 물체 추출 방법을 제안한다. 제안한 방법은 먼저 복잡한 환경과 다양한 빛의 변화에 의해 나타나는 에러 값 등을 해결하기 위해 기존에 제안된 입력 영상과 기준 영상에서 밝기와 색 성분을 이용하여 최초 배경을 제거한다. 배경을 제거한 다음, 그림자로 인식되어 전경 영역에 추가된 부분을 RGB 칼라 모델과 정규화된 RGB 칼라 모델을 이용하여 제거하고, HSI 칼라 모델을 이용하여 불필요한 정보 값을 갖는 영역을 제거한다. 마지막으로, 배경으로 인식되어 전경으로부터 제거된 부분을 입력 영상의 공간상 정보인 spatial gradient와 HSI 칼라 모델을 이용하여 복구하는 방법을 제안한다. 마지막으로, 본 논문에서 제안한 알고리즘은 복잡하고 다양한 실내·외 환경에서의 실험을 통해 그 응용 가능성을 증명한다.

Abstract

In this paper, we propose the robust object detection algorithm with spatial gradient information. To do this, first, we eliminate error values that appear due to complex environment and various illumination change by using prior methods based on hue and intensity from the input video and background. Visible shadows are eliminated from the foreground by using an RGB color model and a qualified RGB color model. And unnecessary values are eliminated by using the HSI color model. The background is removed completely from the foreground leaving a silhouette to be restored using spatial gradient and HSI color model. Finally, we validate the applicability of the proposed method using various indoor and outdoor conditions in a complex environments.

Key Words : background modelling, object detect, object tracking, surveillance system, spatial gradient

1. 서론

오늘날 인간과 로봇사이의 자연스러운 상호작용을 위해 시각을 기반으로 한 사용자 의도 및 행위 인식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근에는 로봇이 인간에게 서비스를 제공하는 부분에 대한 연구도 활발하다. 이와 같은 기술로는 인간-컴퓨터 간 (Human-Computer Interaction)의 상호작용 기술이 있다. HCI기술은 인간과 컴퓨터의 상호작용을 위해 인간의 시각 기능을 컴퓨터에 이식하여 컴퓨터 비전에 기반 한 사용자 의도 및 행위를 인식하는 기술이다 [1-2]. 인간-컴퓨터 간 상호작용 기술 중에서 HCI기술을 선호하는 이유는 HCI기술이 인간-컴퓨터 간의 상호 작용에서 가장 효과적인 면을 지니고 있기 때문이다. 이와 같은 HCI기술 중 하나로 현재 가장 많이 연구 개발 중인 이동 객체(물체)분할이 있다. 이동 객체 분할 기술은 영상 감시 시스템에서 매우 중요하게 이용되고 있다. 이동 객체 분할 기술에서 일반적으로 물체를 배경으로부터 추출하는데 이용되는 알고리즘들은 보통 배경 제거 알고리즘을 기반 [3](BSAs)으로 하는데, 다른 방법으로는 영상간의 일시적인 차이점을 이용하는 방법을 통해 접근 하는 경우도 있다 [4]. 기본적으로 배경 제거 기법은 최초 물체를 추출해 내기

위해서 기준 영상으로부터 입력 영상에 대해 전경 영역 이외의 영역을 제거 한다. 이와 같이 배경으로부터 전경 영역을 추출하는데 가장 많이 사용되는 배경제거 기법으로 “연속적인 입력 영상의 누적된 픽셀 값의 평균, 중간, 차이 값을 이용하는 방법”[5]과, “기준 영상과 현재 입력 영상의 경계 픽셀 값의 차를 이용하는 방법”[6], 그리고 “기준 영상과 현재 입력 영상과의 차를 이용하는 방법”[7]등이 있다. 위 방법들은 가장 일반적인 배경 제거 기술임에도 불구하고, 특별한 문제점을 가지고 있다. 그 문제점은 바로 전경을 추출할 경우 전경 영역 내에 그림자와 같은 불필요한 값이 포함되는 문제이다. 이와 같이 불필요한 값이 포함이 되면 움직이는 물체의 실제 형태를 파악하거나 그 물체의 위치를 정확히 파악하는 것 또한 매우 어렵게 된다. 그리고 물체를 추적하는 경우에는 추적에 실패할 위험성이 매우 크다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 기존의 제안된 방법으로는 입력 영상과 기준 영상에서 밝기와 색 성분을 이용하여 배경 제거하는 방법을 제안하였고[8], 다른 방법으로는 Gaussian모델을 이용하여 전경을 추출하는 방법 등을 제안하였다. 하지만, 상기 방법론만으로는 확실한 전경을 얻을 수 없다는 단점이 있다. 그 이유는 작은 빛의 변화는 고려하였지만, 갑작스럽고 큰 빛의 변화에 대한 강인함을 보이지 못했으며, 배경으로부터 전경을 추출할 때 그림자 부분을 확실하게 제거 하지 못해 불필요한 정보 값을 갖게 되어 영상으로부터 움직이는 물체의 확실한 형태와 위치를 파악

접수일자 : 2008년 03월 13일

완료일자 : 2008년 06월 05일

하기가 어렵기 때문이다. 현재도 이러한 문제점을 해결하기 위해서 많은 연구가 진행되어 오고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 기존 제안된 방법론을 기본으로 하여 SG(spatial gradient)를 이용한 강인한 물체 추출방법을 제안한다. 이를 위해, 첫 번째로는 이전에 제안된 입력 영상과 기준 영상에서 밝기와 색 성분을 이용하여 초기 배경 모델링을 만들어 최초 배경을 제거한다. 두 번째로 그림자로 인식되어 추가된 부분과 배경으로 인식되어 삭제된 부분을 제거 및 획득 한다. 제거된 부분은 단순 RGB칼라 모델과 정규화 된 RGB칼라 모델[9]를 이용하여 제거한다. 세 번째로는 공간상 정보(Spatial gradient)[12]와 HSI칼라 모델[10-11]을 가지고 Morphology기법에 적용시켜 전경으로부터 제거된 부분을 획득하는 방법을 제안한다. 마지막으로, 본 논문에서 제안한 알고리즘은 복잡하고 다양한 실내·외 환경에서의 실험을 통해 그 응용 가능성을 증명한다.

2. 물체 추출 시스템

본 논문에서 제안한 시스템은 영상으로 부터 움직이는 객체를 분리해내는 방법으로 기존에 제안된 방법을 기본으로 하여 그림 1과 같다.

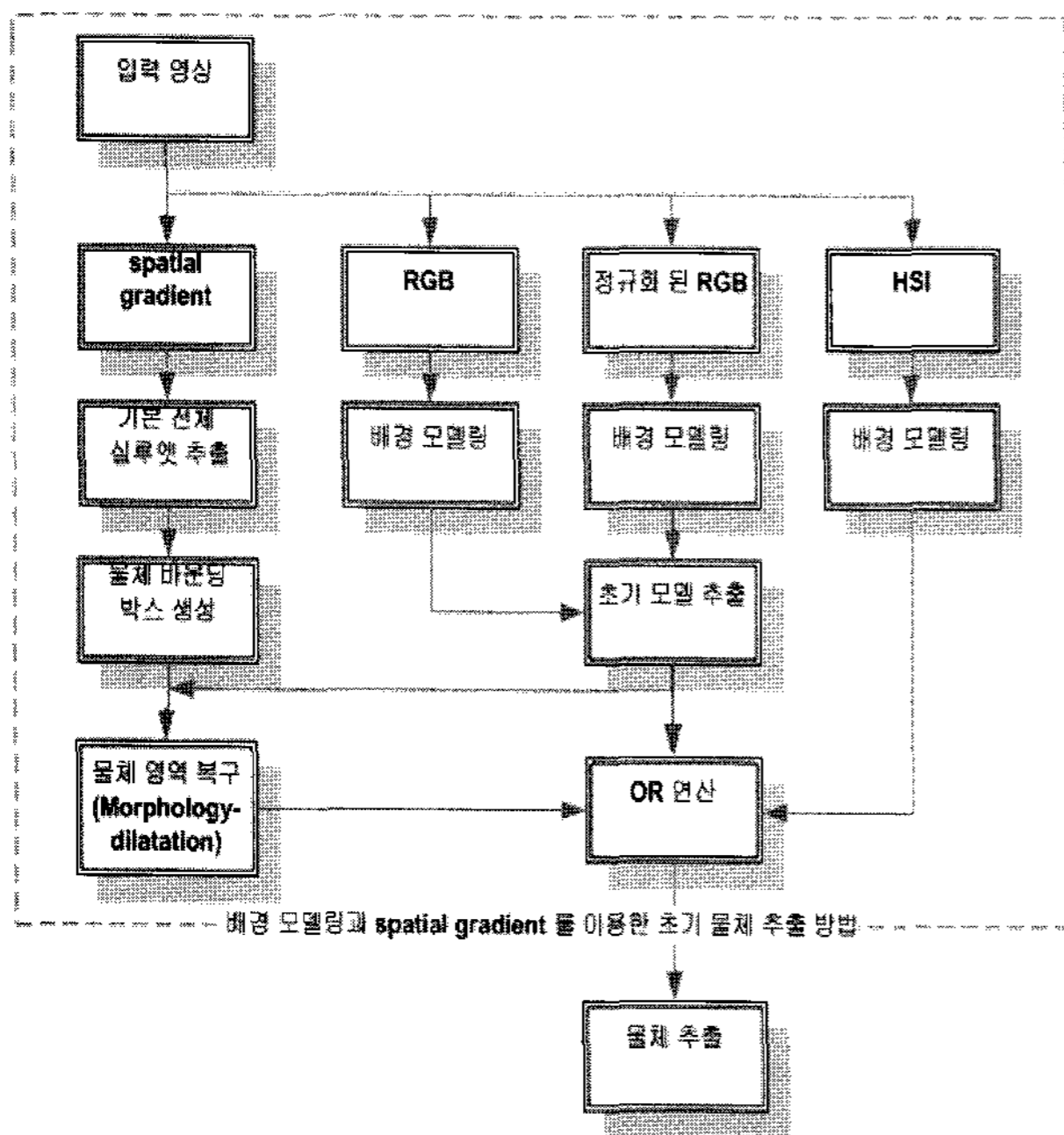


그림 1. 시스템 블록도

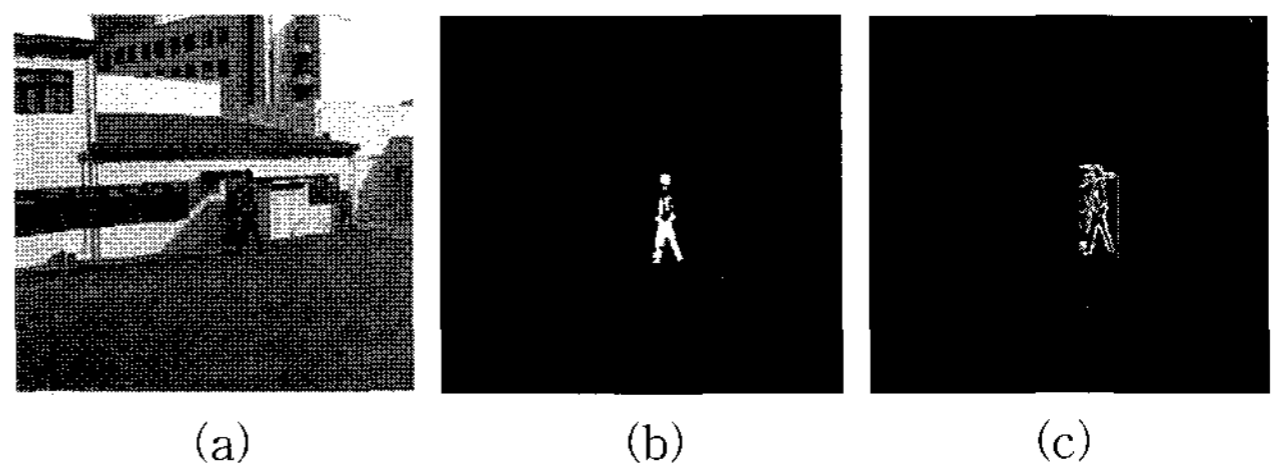
Fig. 1. System block diagram

본 시스템을 크게 3 단계로 구분된다. 첫 단계로 단순한 RGB칼라 모델과 정규화 된 RGB칼라 모델을 기존의 제안된 객체 분리 방법에 적용시켜 영상의 픽셀 값을 저장하고, 그 픽셀의 누적된 값의 최대, 최소, 픽셀간의 차이 값을 이용하여 배경 모델을 생성한다. 그 후 생성된 배경 모델을 통해 현재 입력된 영상으로부터 그림자를 제거한 초기 전경을 추출한다. 두 번째 단계로 RGB 칼라 모델을 변형 시켜 얻어진 HSI 칼라 모델로 빛의 변화에 대한 강인한 특성을 이용하여 입력 영상으로부터 불필요한 정보 값을 제거한 전

경을 추출한다. 세 번째 단계로 Gradient기법을 이용하여 전체 영상의 기본 실루엣을 추출하고, 구해진 그 실루엣에서 획득 하고자 하는 이동하는 물체영역만을 바운딩 박스를 이용하여 제한한다. 그 후, 제한된 영역에 대해서만 초기 전경과 HSI칼라 모델을 이용하여 얻어진 전경, 위 두 모델을 morphology (dilatation)기법에 적용시켜 바운딩 박스로 제한한 영역에 대해서 재차 획득한다. 결론적으로, 첫 번째 순수 RGB칼라 모델과 정규화 된 RGB칼라 모델을 이용하여 얻은 초기 전경 영역과 두 번째 HSI칼라 모델을 이용하여 불필요한 정보 값을 제거하여 얻어진 전경 영역 그리고 마지막으로, Gradient기법을 이용하여 추출된 실루엣에서 움직이는 전경 영역만을 바운딩 박스로 제한한 후, HSI칼라 모델을 Morphology기법에 적용시켜 제한된 바운딩 박스 안쪽에 대해 획득연산을 통해 얻어진 전경 영역을 모두 OR 연산하여 움직이는 물체에 대한 정확한 영역 및 위치를 추출한다.

3. SG 정보를 이용한 강인한 물체 추출

그림 2-(a)와 같은 입력 영상에 대해 기존의 전경 영역 분리 방법[3]을 사용하여 전경을 추출하였음에도 불구하고 그림 2-(b)와 같이 전경으로 추출된 영역 중에서 배경으로 인식되어 전경으로부터 제거된 부분이 있음을 알 수 있다. 따라서, 기존의 배경 제거 기법만으로는 정확한 전경 영역을 추출하기 어렵다는 것을 알 수 있다.



(a) (b) (c)

그림 2. (a) 입력 영상 (b) 전경 추출 영상 (c) 바운딩 박스 안의 실루엣 영상

Fig. 2. (a) input sequence image (b) foreground detected image (c) silhouette sequence image in Bounding Box

이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 SG 정보를 이용한 강인한 물체 추출 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 3 단계에서 획득 및 제거 연산을 하여 정확한 전경 영역을 추출한다. 첫 번째, 전경 영역의 기준이 되는 값은 기존의 배경 제거 기법을 통해 얻어진 초기 전경 영역을 신뢰 할 수 있는 값으로 가정한다. 그 이유는 이미 많은 알고리즘을 통해서 증명되었고, 기존의 방법만으로도 물체의 형태 및 위치를 대략 추측이 가능하기 때문이다. 따라서 기존의 방법을 통해서 얻어진 전경 영역에 대해서 신뢰 할 수 있는 값이라고 가정하고 계산한다. 두 번째 단계에서는 공간상 정보인 Gradient기법 중에 하나로 SG는 입력 영상에 대한 모든 실루엣을 구한다. 구해진 전체 입력 영상의 실루엣은 초기 전경 영역으로부터 제거 된 부분이 전부 포함되어 있다는 가정을 하고 획득 연산을 한다. 그 이유는 초기 전경 영역을 바운딩 박스로 제한하게 되면, 그 박스 안쪽 부분은 구하고자 하는 전경영역을 감싸고 있기 때문이다. 이 방법을 통해 나타난 결과는 그림 2-(c)이다. 따라서

박스 안쪽 부분에 대한 획득 연산만 가능하다면 전경 영역에서 제거된 부분을 획득 할 수 있다. 세 번째 단계에서는 순수한 RGB칼라 모델은 빛의 변화에 대해 강인하지 않으므로 갑작스러운 빛의 변화에 강인함을 갖는 칼라 모델로 RGB칼라 모델을 변형시켜, 빛의 변화를 무시하고 단순히 RGB칼라 값을 비교 할 수 있게 되면 그림자 영역과 불필요한 정보 값을 제거 하는데 효과적이다.

본 논문에서는 제안하는 알고리즘은 위의 세 가지 단계를 거쳐 전경 영역에 대한 획득을 실시한다. 먼저 이전의 제안된 방법인 배경제거 기법을 사용하여 전경을 추출하였을 경우 추출된 초기 전경 영역은 첫 번째 단계를 통해 신외 할 수 있는 기본 전경 영역이 된다. 세 번째 단계를 통해 순수 RGB 칼라 모델을 빛의 변화에 강인함을 갖는 정규화된 RGB 칼라 모델과 HSI 칼라 모델로 변형시켜 그림자 영역을 제거하며 불필요한 정보 값을 제거한 전경 영역을 구할 수 있다. 그 다음, 초기 전경 영역으로부터 제거된 부분은 SG 기법을 이용하여 전체 영상의 실루엣을 구한 후, 그 영상 공간에서 움직이는 물체의 특정 영역을 바운딩 박스로 제한한다. 그 다음 초기 전경 영역과 HSI 칼라 모델을 Morphology(dilatation)기법에 적용시켜 전경 영역으로부터 제거된 영역에 대해 획득한다. 이렇게 함으로써 두 번째 단계를 만족하게 된다. 결론적으로 첫 번째 단계에 추출한 전경 영역, 두 번째 단계에서 획득한 전경 영역, 세 번째 단계에서 추출한 전경 영역을 모두 OR 연산을 통해 정확한 전경 영역의 위치 및 형태를 추출한다.

3.1 칼라 모델을 이용한 물체 추출

입력 영상으로부터 물체를 추출하기 위해서 칼라 모델을 이용한다. 칼라 모델의 목적은 가장 일반적으로 색의 명세를 손쉽게 하기 위함이다. 또한 칼라 모델은 3차원 좌표 시스템의 명세이며 각각의 색을 한 점으로 나타낸다. 영상 처리 시스템에서 이용되는 모델은 RGB(빨강, 초록, 파랑)모델, CMY(녹청색, 자홍, 노랑)모델, 표준 YIQ모델이 있으며, RGB모델을 변형시킨 HSI(색상, 채도, 밝기)모델과 HSV(색상, 채도, 휘도 값)모델이 있다. 위와 같은 칼라 모델 중에서 영상 처리에서 가장 자주 이용되는 칼라 모델은 RGB, YIQ, 및 HSI 모델이다. 영상처리에서 이와 같은 칼라 모델을 이용할 때, 주의 할 점은 물체에 영향을 미치는 조명이 다. 영상의 처리에 있어서 가장 많은 영향을 주는 조명은 일반 형광등 조명 환경과 실외 햇빛 환경이다. 일반적으로 RGB 모델의 색채 부분 공간은 그림 4와 같이 입방체로 이루어졌으며 RGB 값은 세 꼭 지점이 된다.

이 모델에서 명암도는 검은색부터 흰색 두 점을 연결하는 선을 따라 전개되고, 색은 원점으로부터 확장되는 벡터로 정의되는 정육면체 상이나 또는 안쪽의 점이다. 모든 R, G, B 값의 범위는 [0, 1]로 가정한다. RGB 색 모델에서의 영상은 각 원색 당 하나씩 모두 3개의 독립적인 영상 평면으로 구성되어 있다. 따라서, 영상 처리를 위한 RGB 모델의 영상 자체 값들이 세 색 평면으로 자연스럽게 표현되는 것이다. 디지털 영상을 얻기 위해 사용되는 대부분의 색채 카메라들이 RGB 형식을 사용하기 때문에 본 연구에서도 RGB 칼라 모델을 기본으로 이용하고 HSI 칼라 모델도 이용한다. 먼저, RGB 칼라 모델을 이용하여 최초 배경 모델을 생성한다. 그런 다음 순수 RGB 칼라 모델과 정규화된 RGB칼라 모델을 이용하여 그림자를 제거한 1차 전경을 추출한다. 그리고 HSI 칼라 모델을 이용하여 불필요한 정보 값을 제외한 2차 전경을 추출한다.

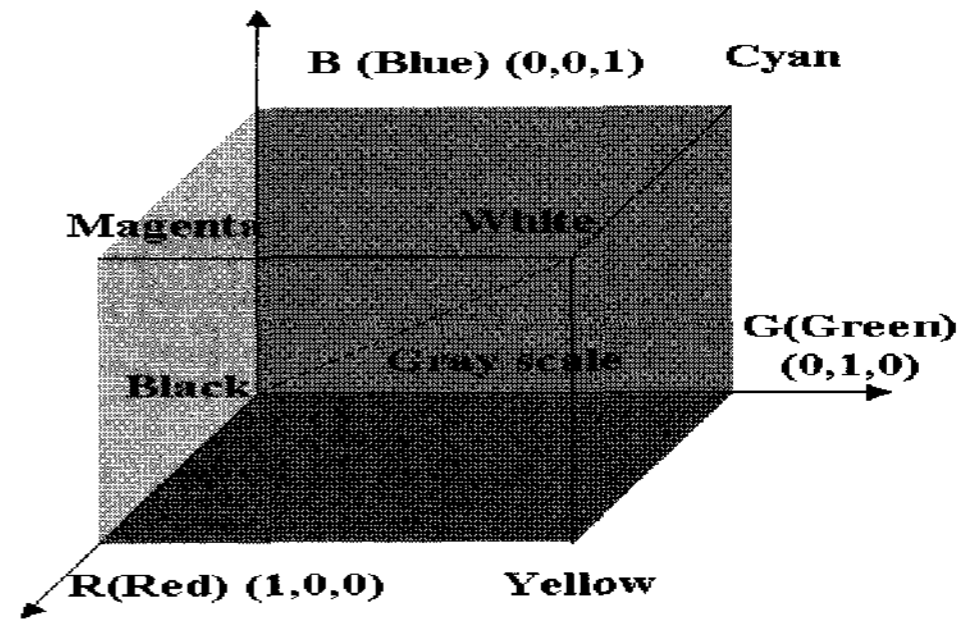


그림 3. RGB 색 모델
Fig. 3. RGB color model

3.1.1 RGB 칼라 모델 - 초기 배경 모델 생성

RGB칼라 모델만을 이용하여 배경 모델을 생성한 수식은 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} \min(x) &= \min_z \{ Video^z(x) \} \\ \max(x) &= \max_z \{ Video^z(x) \} \\ \text{gap}(x) &= \max_z \{ |Video^z(x) - Video^{z-1}(x)| \} \\ \lambda(x) &= \text{Ave}_z \frac{1}{2} [\max(x) + \min(x)] \end{aligned} \quad (1)$$

$$\sigma(x) = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{i=0}^{N-1} (Video^i(x) - \lambda^i(x))^2}$$

where $|Video^z(x) - \lambda^z(x)| < 2 * \sigma^z(x)$

여기서, $Video^i(x)$ 는 연속된 N개의 배열인 Video에서 i번째 위치의 영상 x의 픽셀 값이고, $Video^z(x)$ 은 배경으로 그 중 선택된 픽셀 값을 의미한다. $\sigma(x)$ 는 N개의 전체 영상에서의 x 위치의 표준편차를 나타내고, $\lambda(x)$ 는 N개의 전체 영상의 위치 x의 픽셀 중간 값을 나타낸다. $\min(x)$, $\max(x)$ 는 최소 값과 최대 값을 의미하며, $\text{gap}(x)$ 는 이웃하는 영상간의 위치 x 픽셀 값 중 그 픽셀간의 차이가 최대임을 나타낸다.

영상의 x위치에서 중간 값 $\lambda^z(x)$ 와 현재 픽셀 값 $Video^z(x)$ 의 차이가 표준편차 $\sigma^z(x)$ 의 2배 보다 작은 경우 배경 픽셀로 결정된다. 이렇게 배경 픽셀로 결정된 픽셀들을 이용하여 식 (1)과 같이 초기 배경 모델을 생성한다.

초기 배경 모델 [$\min(x)$, $\max(x)$, $\text{gap}(x)$]을 이용하여 현재 입력된 영상으로부터 움직이는 물체를 식 (2)를 이용해 분리해 낼 수 있다.

$$B(x) = \begin{cases} 0, & \text{background} \left\{ \begin{aligned} (I^t(x) - \min(x)) < kd_u \\ \vee (I^t(x) - \max(x)) < kd_u \end{aligned} \right\} \\ 1, & \text{foreground otherwise.} \end{cases} \quad (2)$$

여기서, $I^t(x)$ 는 현재 시간 t에 대한 입력 영상에서 x위치의 픽셀 값을 나타낸다. 상수 k는 전경부분과 배경부분의 경계치를 의미하며, 상수 k의 값이 커질수록 분리되는 전경 영역이 적어지게 되고, 반대로 상수 k의 값이 적은 경우는 상수 k의 값이 큰 경우 보다 많은 전경 영역을 분리해 낸다.

3.1.2 정규화된 RGB 칼라 모델 - 그림자 제거

정규화된 RGB 칼라 모델은 픽셀 값을 밝기 성분으로

정규화 하기 때문에 현재 입력된 영상에서 픽셀 간의 밝기 변화에 관계없이 색상의 차이만을 비교할 수 있다. 만약 $R+G+B \neq 0$ 고 $r=g=b=0$ 이 아니면, 정규화 된 RGB 칼라 모델은 식 (3)과 같이 표현된다.

$$r = \frac{R}{R+G+B}, g = \frac{G}{R+G+B}, b = \frac{B}{R+G+B} \quad (3)$$

위와 같은 정규화 된 RGB칼라 모델에서는 색상 차이만을 비교 하는 것이 가능하게 된다. 기준영상의 원색과 현재 입력 영상의 원색을 1:1 비교가 가능하기 때문에 조명에 의한 변화에 명도차이는 고려하지 않아도 된다. 따라서, 영상으로부터 그림자와 같이 밝기 성분만을 변형 시키는 픽셀을 제거할 수 있다. 순수 RGB칼라 모델과 정규화 된 RGB컬러 모델을 가지고 기존 배경 모델링 방법을 이용하여 그림자 영역을 제거한 1차 전경을 추출한다.

3.1.3 HSI 칼라 모델 - 불필요한 정보 값 제거

HSI 칼라 모델은 색을 인식하는 속성인 색상(Hue), 채도(Saturation), 구성되어 있어 밝기 성분을 별도로 분할하여 사용할 수 있다. HSI 칼라 모델은 RGB 칼라 모델보다 조명에 덜 민감하기에 RGB 칼라 모델을 HSI칼라 모델로 변환하여 사용하면 조명뿐 만 아니라 빛의 갑작스러운 변화에도 강인함을 갖는다. HSI 칼라 모델은 칼라 공간을 사용할 때, 어떤 칼라를 만들어 내기 위해서 몇 퍼센트의 파란색이나 녹색이 필요한지를 알 필요가 없다. 진한 빨간색을 분홍색으로 바꾸기 위해 단순히 채도만을 조절하기 때문이다. 어두운 것을 밝게 하려면 명도를 조절 하면 된다. 많은 응용 분야에서 HSI 칼라 모델을 사용한다. 히스토그램 연산, 명도 변환, 회전과 같은 영상처리 어플리케이션들은 오직 영상의 명도에 대해서만 연산한다. 이러한 연산들은 영상이 HSI칼라 공간으로 되어 있는 것일수록 다루기가 더욱 쉬워진다. 아래 그림 4와 같이 이중 원뿔 모형을 사용한다.

색상은 0° 에서 360° 의 범위를 가진 각도 θ 로 표현된다. 채도는 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름에 해당하며, 명도는 z축에 해당하는데 0일 때는 검정 색을, 1일 때는 흰색을 나타낸다. $S=0$ 일 때, 칼라는 I의 명암도를 갖는다. $S=1$ 일 때, 그 칼라는 원뿔 기반의 모형의 꼭대기 가장자리에 위치하며, 채도가 강할수록 그 칼라는 명도에 따라서 흰색, 회색, 검정 색이 된다. 색상의 조절은 각도에 따라 0° 에서는 빨강 색을 나타내고 120° 에서는 녹색을 240° 에서는 파랑색을 그리고 360° 에서는 다시 빨강 색으로 변하게 된다. $I=0$ 일 때, 칼라는 검정 색이어서 H는 정의되지 않는다. $S=0$ 일 때, 칼라는 명암도 등급이 된다. H는 이러한 경우에도 정의되지 않는다.

다음의 식 (4)는 RGB칼라 공간을 HSI칼라 공간으로 변경할 때 사용되는 수식이다.

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R,G,B)]$$

$$H = \cos^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right] \quad (4)$$

만일 B가 G보다 크다면, $H=360^\circ-H$ 가 된다. HSI칼라 공간에서 RGB칼라 공간으로 변환하기 위한 처리는 칼라 영역이 어디에 존재하는가에 의존한다.

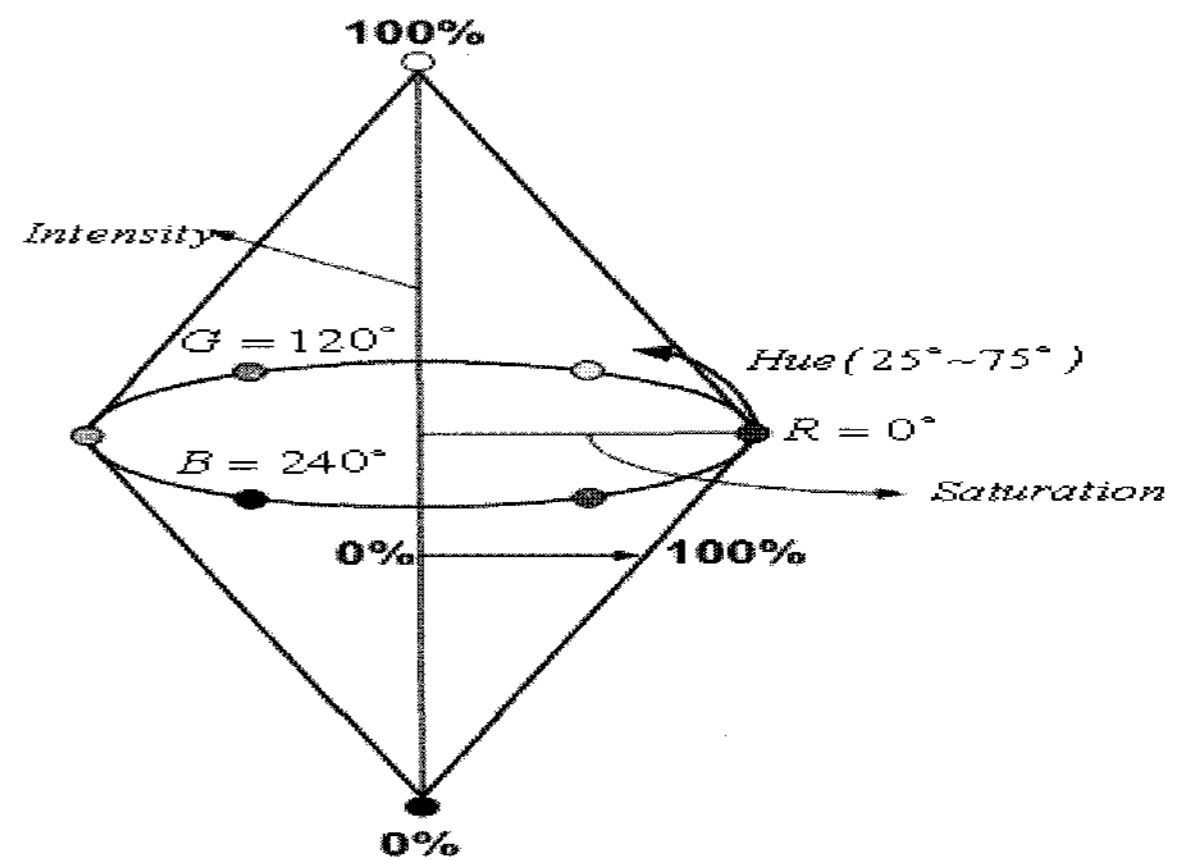


그림 4. HSI 칼라 모델

Fig. 4. HSI color model

R-G 영역($0^\circ \leq H \leq 120^\circ$)에 대하여,

$$b = \frac{1}{3}(1-S)$$

$$r = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$g = 1 - (r+b) \quad (5)$$

G-B 영역($120^\circ \leq H \leq 240^\circ$)에 대하여,

$$H = H - 120^\circ$$

$$g = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$r = \frac{1}{3}(1-S)$$

$$b = 1 - (r+g) \quad (6)$$

B-R 영역($240^\circ \leq H \leq 360^\circ$)에 대하여,

$$H = H - 240^\circ$$

$$b = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$g = \frac{1}{3}(1-S)$$

$$r = 1 - (g+b) \quad (7)$$

r, g, b 값들은 HSI 칼라 공간에서 R, G, B의 값으로 정규화된다. 다음과 같이 R, G, B 값으로 변환된다.

$$R = 3Vr, G = 3Vg, B = 3Vb \quad (8)$$

위의 수식은 모든 각도에 대하여 고려되었다. C 프로그래밍에서 삼각함수를 사용하려면, 각도들을 라디안(radian)으로 변환하여야 한다. 이러한 RGB 칼라 공간과 HSI 칼라 공간의 차이를 이용하여서 실험을 통해 획득한 HSI 칼라 공간에서의 데이터를 가장 잘 표현하는 조건은, 아래 식 (9)의 범위를 만족하는 영역이다.

$$S \geq 10, V \geq 40,$$

$$S \leq -H - 0.1V + 100,$$

$$H \leq -0.4V + 7,$$

$$\text{if } H \geq 0 \quad S \leq 0.08(100 - V)H + 0.5V$$

$$\text{else } S \leq 0.5H + 35 \quad (9)$$

V를 조절함으로써, 칼라는 어둡게 또는 밝게 될 수 있다. $S=1$ 을 유지하고 V를 조절하면, 그 칼라의 농도를 변화시킬 수 있다. 구해진 칼라 값을 이용하여 전경 영역과 배경 영

역의 구분을 짓고 불필요한 정보 값을 제거하는데 이용된다. 위의 HSI칼라 모델을 가지고 기존 배경 모델링 방법을 이용하여 불필요한 정보 값을 제거한 2차 전경을 추출한다.

3.2 공간상 정보를 이용한 물체 추출영역 획득

최초 기존에 제안된 배경 제거 알고리즘을 이용하여 배경 모델을 생성한 후 생성된 배경 모델을 통해 현재 입력된 영상으로부터 전경을 추출한다. 그리고 Gradient기법을 이용하여 입력 영상에 대한 전체 실루엣을 구한다. 구해진 전체 실루엣에서 움직이는 물체를 바운딩 박스로 획득하고자 하는 영역을 제한 한다. 제한된 영역은 실루엣은 실제 추출하고자 하는 물체에 대한 정확한 위치 및 형태의 값들을 모두 가지고 있기 때문에 제한된 영역을 획득 해줄 수 있다면 정확한 이동 물체를 배경으로부터 추출해 낼 수 있다. 이 부분에 대한 획득 알고리즘은 다음과 같다. 먼저, Gradient기법을 이용하여 전체 영상의 실루엣을 구한 후 실루엣에서 움직인 물체영역만을 획득 하고자 하는 영역만을 바운딩 박스를 이용하여 제한 한다. 그리고 그 영역 안에 대해서 초기 전경 영역과 HSI칼라 모델을 이용하여 얻어진 모델을 가지고 Morphology 방법에 적용시켜 이용함으로써 전경 영역으로부터 제거된 부분을 획득 한다.

3.2.1 공간상 정보(Spatial gradient)

연속적인 영상 정보에 있어서 기본적인 두 가지 정보는 영상의 공간상 정보(spatial gradient, SG)와 영상의 시간상 정보(temporal gradient, TG)이다. 두 가지 정보 중 공간상 정보는 입력 영상에 모든 윤곽선 정보를 가지고 있는 반면 전경 영역의 윤곽선만을 구분하기가 힘들다. 위의 단점을 최소화 하고 모든 윤곽선 정보를 가지는 장점을 최대화하기 위해 바운딩 박스를 이용하여 획득 하고 자 하는 영역의 범위를 한정한다. 연속적인 영상 정보를 시간 t 에 대해서 다음 식 (10)과 같이 정의한다.

$$I(x, y, t) = [I_r(x, y, t), I_g(x, y, t), I_b(x, y, t)]^T \quad (10)$$

여기서, x, y 는 입력영상의 픽셀 정보, r, g, b 는 입력영상의 RGB 정보이고, $I_r(x, y, t), I_g(x, y, t), I_b(x, y, t)$ 은 시간 t 에 대해서 입력 영상의 RGB 픽셀 정보이다. 공간상 정보는 다음 식 (11)과 같이 계산된다.

$$I_s = \left[\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right] \quad (11)$$

여기서, I_s 는 각각 입력영상의 공간상 정보, 시간상 정보이다. 그러나 일반적으로 에지 정보는 정수 형태를 가지나 상기 정보는 실수 형태의 값을 가진다. 따라서 이를 정수 형태로 변경시켜주기 위해 다음 식 (12)와 같은 매핑 방법을 사용한다.

$$\bar{I}_s = \| I_s \| \quad (12)$$

공간상 정보는 완벽한 형태의 에지 정보를 가지고 있으므로 공간상 정보를 통해서 입력 영상의 전체 및 특정 영역의 실루엣을 얻을 수 있다.

4. 실험 및 결과 고찰

본 실험에서 사용된 영상은 320*240 크기의 24bit 칼라

영상이고 프레임 속도는 15[frame/sec]이다. 최초 RGB 칼라 모델과 정규화 된 RGB 칼라 모델을 기존의 제안된 배경 제거 기법에 적용시켜 초기 전경 영역을 추출 하였다. 추출된 결과는 그림 5를 통해서 확인 할 수 있다. RGB 칼라 모델과 정규화 된 RGB 칼라 모델을 이용하여 구한 전경영역은 제안 하는 알고리즘에서 제시한 바와 같이 신뢰할 수 있는 초기 전경 영역으로 가정 한다.

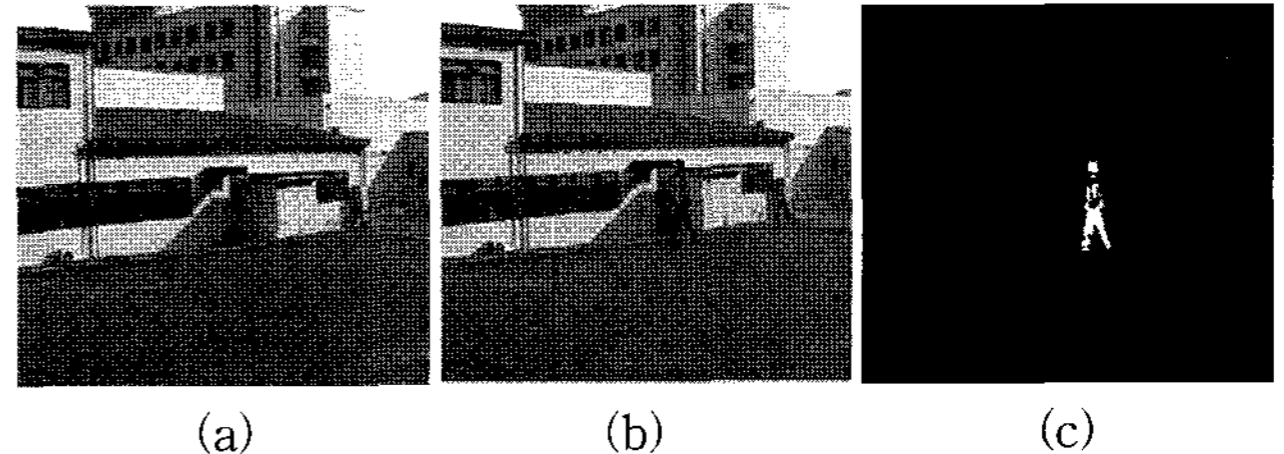


그림 5. 전경 영역 추출 영상 : (a) 기준 영상 (b) 입력 영상 (c) RGB 칼라 모델+정규화 된 RGB 칼라 모델

Fig. 5. Foreground detected sequence image : (a) background sequence image (b) input sequence image (c) RGB color model value+qualified RGB color model value

상기와 같이 기존에 제안된 방법[3]을 통해 초기 전경 영역을 구한 후, SG 기법을 이용하여 입력 영상에 대한 전체 실루엣을 구한다. 구해진 실루엣에서 획득하고자 하는 움직이는 물체 영역을 바운딩 박스로 영역을 제한한다. 바운딩 박스 안쪽부분이 배경 모델링을 통해 얻어진 초기 전경 영역으로부터 제거된 부분을 모두 포함하고 있다고 이미 위에서 제시한바 있다. 그림 6은 구해진 실루엣과 바운딩 박스로 제한된 영역을 나타낸다. 그림 6을 통해, 초기 전경 영역으로부터 제거된 부분이 모두 포함되어 있음을 확인 할 수 있다. 따라서 두 번째 가정한 내용이 만족함을 알 수 있다.

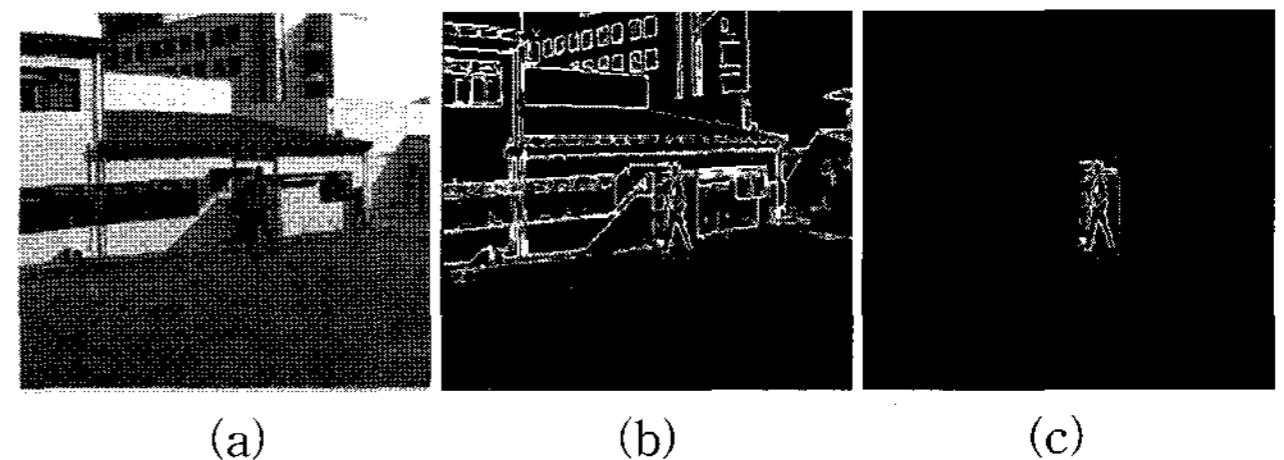


그림 6. 실루엣 검출 영상 (a) 입력 영상 (b) Spatial gradient 영상 (c) 바운딩 박스 안의 실루엣 영상

Fig. 6. Silhouette detected sequence image : (a) input sequence image (b) spatial gradient sequence image (c) silhouette sequence image in bounding box

그림 7은 본 논문에서 제안하는 움직이는 물체 획득 시스템을 나타낸다. 초기 전경 영역에 공간상 정보를 이용하여 제한된 바운딩 박스에 적용시킴으로써 제거된 영역을 획득한다. 획득 방법은 다음과 같다. 기존의 전경 영역 분리 방법을 이용하여 얻어진 초기 전경 영역 7(a)을 바운딩 박스로 제한한 실루엣 영역 7(b)에 공간상 정보를 이용하여 적용시킨다. 그림 7(c)는 초기 추출된 전경 영역을 바운딩 박스로 제한한 실루엣 영역에 적용시키는 부분이다. 적용된 실루엣 영역에 모폴로지 방법을 이용하여 부족한 부분을 채워 줌으로써 초기 전경 영역으로부터 제거된 실제 이동 물체의 전경 영역을 구할 수 있다.

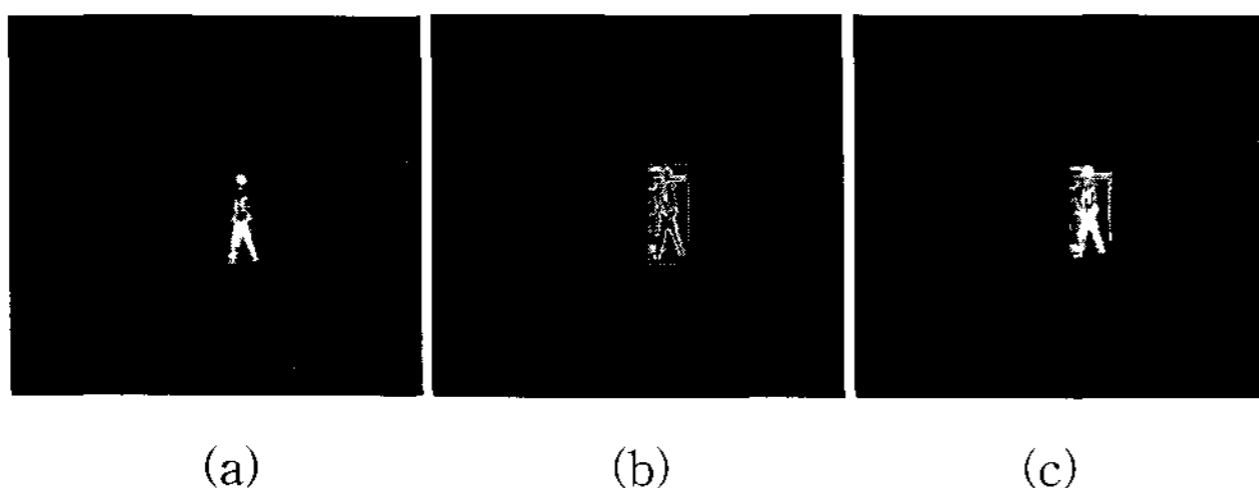


그림 7. 바운딩 박스 안쪽의 실루엣에 대한 전경 영역이 차지하는 비율 : (a) 전경 영상 (b) spatial gradient의 실루엣 영상 (c) 실루엣에 대한 모폴로지 방법을 이용하여 제거된 전경 영역을 획득 하는 영상 + HSI 칼라 모델

Fig. 7. Foreground to make up for silhouette in bounding box (a) foreground sequence image (b) spatial gradient sequence image (c) restoration method of silhouette by using Morphology + HSI color model value

본 논문에서 제안한 영상 처리 3 단계를 모두 거쳐 구해진 결과는 그림 8을 통해서 확인할 수 있다. 그림 8을 간단히 살펴보면 그림 8-(a)은 기존의 전경 영역 분리 방법을 통해서 얻어진 영역을 나타내고, 그림 8-(b)은 본 시스템이 제안하는 획득 방법을 나타낸다. 8-(c)는 본 논문에서 제안하는 방법을 통해 얻어진 최종 이동 물체의 전경 영역을 나타낸다. 그림 8을 통해서 알 수 있듯이, 이동 물체에 대한 정확한 형태와 정확한 위치의 추적이 가능하게 되었다. 결과적으로, 기존에 제안된 전경 영역 분리 방법[3]보다 본 논문에서 제안하는 시스템을 통해 추출한 결과가 우수함을 그림 8을 통해 확인할 수 있다.

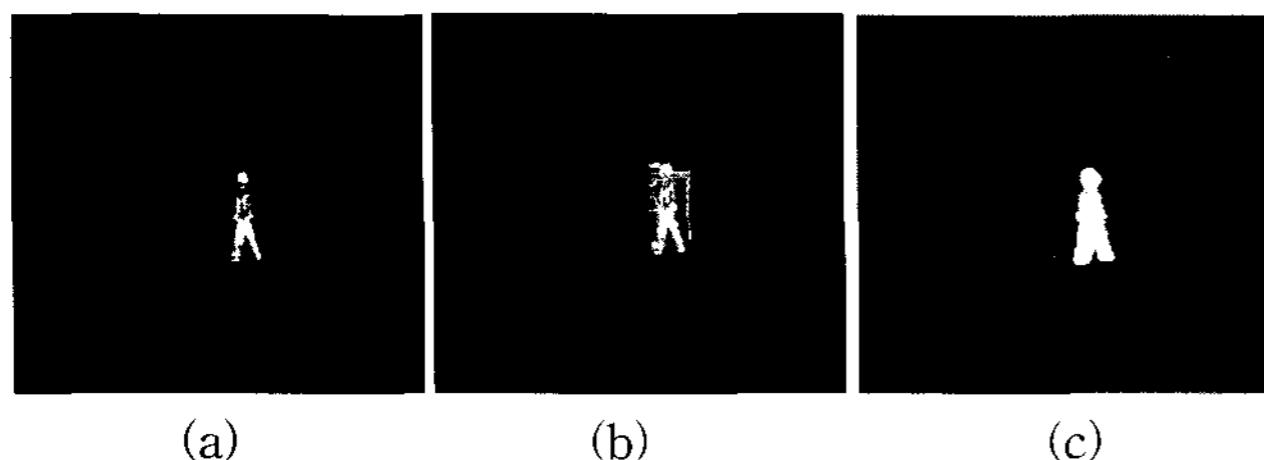


그림 8. 제안하는 알고리즘을 이용한 전경 추출 : (a) 기존의 전경 추출 방법을 이용한 전경 영상 (b) 바운딩 박스 안에 Spatial gradient 로 얻은 실루엣 에 기존의 전경 추출 방법을 이용해 얻은 전경을 OR 연산하는 영상 (c) 제안한 알고리즘을 이용한 결과 영상

Fig. 8. foreground detection by using proposed algorithm (a)foreground detection using a prior method (b)OR annual that detected silhouette by using Spatial gradient in Bounding Box and foreground detection by using prior method (c) foreground detection by using proposed algorithm

5. 결 론

본 논문에서는 SG 기법을 이용한 강인한 물체 추출 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 3 단계로 구성된다. 첫 단계로는 이전에 제안된 입력 영상과 기준 영상에서 밝기와 색 성분을 이용하여 초기 배경 모델링을 만들어 최초 배경을 제거한다. 두 번째 단계에서는 그림자 인식되어 추가된 부

분과 배경으로 인식되어 삭제된 부분을 제거 및 획득 한다. 제거된 부분은 단순 RGB칼라 모델과 정규화 된 RGB칼라 모델을 이용하여 제거한다. 세 번째 단계에서는 SG 정보와 HSI 칼라 모델 정보를 가지고 Morphology 기법에 적용시켜 전경으로부터 제거된 부분을 획득하는 방법을 제안하였다. 마지막으로, 본 논문에서 제안한 알고리즘은 복잡하고 다양한 실내·외 환경에서의 추적 실험을 통해 그 응용 가능성을 증명하였다.

참 고 문 헌

- [1] D. M. Gavrila, L. S. Davis, "Towards 3D Model-based Tracking and Recognition of Human Movement a Multi-view Approach", Int Workshop on Face and Gesture Recognition, Vol. 162479, pp. 272-277, 1995. 6.
- [2] V. I. Pavlovic, R. Sharma, and T. S. Huang, "Visual Interpretation of Hand Gestures for Human Computer Interaction: A Review", IEEE, Trans. on PAMI, Vol. 19, No. 7, pp.677-695, July, 1997.
- [3] S. S. Intille, J. W. Davis and A. F. Bobick, "Real-time Closed-world Tracking", Proc. of the IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR'97), pp. 697-703, 1997. 6.
- [4] S. Huwer and H. Niemann, "Adaptive Change Detection for Real-time Surveillance Applications", Proceedings of the IEEE Workshop on Visual Surveillance, Dublin, pp. 37-46, 2000.
- [5] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. S. Davis, "W4 : Real-Time Surveillance of People and Their Activities," in Proc. IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 8, pp. 809-822, 2000. 8.
- [6] P. L. Rosin, "Thresholding for Change Detection" Brunel University, technical report ISTR, pp. 274-279, 1998. 1.
- [7] K. S. Bhat, M. Saptharishi, and P. K. Khosla, "Motion detection and segmentation using image mosaics," in Proc. IEEE Int. Conf. Multimedia and Expo, vol. 3, pp. 1577-1580, 2000. 6.
- [8] P. Blauensteiner, H. Wildenauer, A. Hanbury, and M. Kampel, "On Colour Spaces for Change Detection and Shadow Suppression" Computer Vision Winter Workshop, pp. 117-123, 2006. 2.
- [9] G. D. Finlayson, B. Schiele, and J. L. Crowley. "Comprehensive Color Image Normalization". In 5th European Conf. on Computer Vision, Vol. 1, pp. 475-490, 1998.
- [10] C. Garcia and G. Tziritas, "Face Detection Using Quantized Skin Color Regions Merging and Wavelet Packet Analysis", IEEE Trans. on Multimedia, Vol. 1, No. 3, pp. 264-277, 1999, 9.
- [11] G. J. Jang, I. S. Kweon. "Robust Objects Tracking Using an Adaptive Color Model"

IEEE Trans. Int. Conf. on Robotics & Automation. Vol. 2, pp. 1677-1682, 2001. 5.

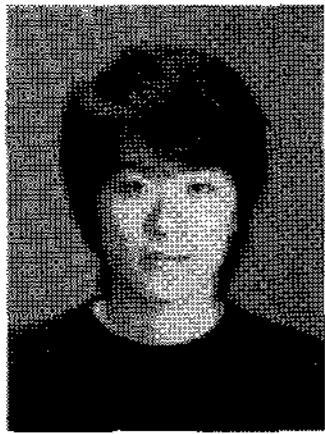
- [12] M. H. Kim, Y. H. Joo, and J. B. Park "Gesture Extraction for Ubiquitous Robot-Human Interaction" The Institute of Control, Automation, and Systems Engineers, KOREA Vol. 11, No. 12, pp. 1062-1067 2005, 12.
-

저 자 소 개



주영훈(Young Hoon Joo)

2008년 제 18권 제 2호 참조



김세진(Se Jin Kim)

2008년 : 군산대 전기전자제어학과 졸업
2008년~현재 : 동 대학원 전기전자제어
공학과 석사과정

관심분야 : Vision system, 신경회로망, 다관절 로봇.