

# 색상 및 기울기 정보를 이용한 인간 실루엣 추출

## Hybrid Silhouette Extraction Using Color and Gradient Informations

주영훈 · 소제윤

Young Hoon Joo and Jea Yun So

군산대학교 전자정보공학부

### 요 약

본 논문에서는 인간과 로봇의 인터랙션을 위해 연속된 이미지 정보로부터 얻을 수 있는 색상(color)과 기울기(gradient) 정보를 이용하여 인간 몸의 실루엣 추출 기법을 제안한다. 연속된 이미지 정보로부터 얻어진 RGB 영상 정보에서 색상 배경 제거 기법은 각각의 신체 비율 정보로부터 추출된 모션 영역 정보에서 색상 공간별 평균 이미지 정보를 얻고 옷 색상 정보를 블록 합하여 계산된다. 기울기 배경 제거 기법은 공간상 정보와 시간상 정보의 블록 합으로 계산된다. 최종적으로 색상 정보와 기울기 정보의 블록 합을 하여 인간 몸의 실루엣을 추출한다. 마지막으로, 실험을 통하여 제안된 기법의 성능을 확인하였다.

### Abstract

Human motion analysis is an important research subject in human-robot interaction (HRI). However, before analyzing the human motion, silhouette of human body should be extracted from sequential images obtained by CCD camera. The intelligent robot system requires more robust silhouette extraction method because it has internal vibration and low resolution. In this paper, we discuss the hybrid silhouette extraction method for detecting and tracking the human motion. The proposed method is to combine and optimize the temporal and spatial gradient information. Also, we propose some compensation methods so as not to miss silhouette information due to poor images. Finally, we have shown the effectiveness and feasibility of the proposed method through some experiments.

Key Words : color model, background subtraction, gradient model, motion region

## 1. 서 론

오늘날 현대사회에서는 인간-컴퓨터, 인간-로봇, 컴퓨터-로봇간 피드백이 발생하는 모든 요인을 고려한 인간 공학적이고 형태학적인 분석이 필요하다[1]. 그 중에서 인간-로봇 상호 작용은 인간의 시각 기능을 기반으로 하여 로봇이 인간의 행위 및 의사 정보를 알 수 있고, 또한 인간이 로봇의 의사를 알 수 있도록 전달하는 인간-로봇 상호 작용기술로서 제스처 인식 및 감성공학 분야에서 연구 되어왔으며, 사람과 로봇 그리고 컴퓨터 작업환경에서 효과적인 작업을 위해 인간과 로봇, 컴퓨터간의 인터페이스 분석이 이루어져왔다[1-4].

따라서, 지능형 로봇을 만드는 다양한 기술중 중요한 역할을 차지하고 있는 기술인 인간-로봇 상호작용(Human Robot interaction, HRI) 기술은 다양한 의사소통을 통해 인간과 로봇 상호간의 편리성, 친밀성 등을 구현해 주는 기술 중에 하나이다. 인간과 로봇의 상호작용 기술은 크게 3가지로 나뉘는데 인식기술, 원격조작 기술, 인식 및 감정 상호작용 기술

로 구성된다. 인식 기술은 얼굴인식, 제스처 인식, 감정인식 기술로 분류되고, 원격조작 기술은 PDA등의 통신기술, 정보 표현 및 공유기술로 분류되며, 인식 및 감정 상호작용기술은 사용자 의도 및 감정 생성, 표현 기술로 분류된다[5-6]. 인간의 움직임 분석은 인간-로봇 상호 교류 시 많이 사용되며 자신의 의사 표현의 한 가지 방법으로 큰 역할을 차지하고 있다.

인간-로봇 인터랙션을 위한 인간 움직임 분석은 두 가지 방법으로 접근 할 수 있다. 첫째, 인간 관절의 고정된 센서를 통해 얻어진 파라미터 값을 사용하는 방법이다. 이러한 접근은 지능형 로봇 시스템에서는 제한된 환경과 센싱 장비가 필요하기 때문에 적용하기가 쉽지 않다. 다른 하나는 인간 몸을 포함한 연속된 영상들로부터 특징 점을 추출하는 방법이다. 인간의 움직임 추출은 연속된 이미지로부터 움직임 영역의 정확한 특징 점을 찾는 데 있다. 현재 혼다의 아시모나 KAIST에서 개발한 휴보 등의 휴먼노이드형 로봇은 인간 친화형 로봇의 최종적인 형태의 하나로 인간과 같은 신체적인 구성과 이족 보행을 그 특징으로 한다. 이러한 휴먼노이드형 로봇의 주 목적은 현재의 애완동물과 같은 친근함이다. 하지만 현재의 휴먼 노이드형 로봇은 인간과의 정보 교류만을 하고 있고 정보 교감 즉 감정 컴퓨팅을 하지 못하고 있다. 이는 인간의 감정을 로봇이 인식하지 못하는 것에 가장 큰 이유가

접수일자 : 2007년 10월 10일

완료일자 : 2007년 11월 29일

있다. 인간의 감정은 매우 복잡하며 일반적이지 않고 개개인마다 약간의 차이를 보인다. 또한 인간의 감정은 다분히 내부적인 심리작용이기 때문에 접촉 입력 장치를 이용해 의도적인 입력을 하기 힘들다 이러한 이유로 얼굴 영상을 이용한 지능형 감정 인식 기술개발이 필요하다. 하지만 기존의 대부분의 인간의 감정 인식의 대한 연구는 얼굴을 바탕으로 하는 연구여서 얼굴이 보이지 않는 상황에서는 인간의 감정 인식에 어려움이 있다. 종래의 실루엣 추출은 색상 정보만을 사용하여 기울기 정만을 사용하여 인간 실루엣을 추출하였다. 색상 정보를 이용한 실루엣 추출은 조명 변화에 민감하고 RGB 값의 제한조건이 필요하여 실루엣 추출 환경의 제약이 있지만 영상으로부터 쉽게 인간 실루엣을 추출하는 장점을 가진다. 또한 기울기 정보를 이용한 실루엣 추출은 시간과 공간 정보에서 실루엣 정보를 얻어 좀 더 제한 조건에 따라 다양한 환경에서 실루엣 추출이 가능하지만 불완전한 실루엣이 추출되는 단점을 가진다.[7,8].

따라서, 본 논문에서는 상기 정보들의 단점을 최소화 하고 장점 최대화를 위해 색상 정보와 기울기 정보를 블록합 기법을 이용한 인간 실루엣 추출 기법을 제안한다. 마지막으로 실험을 통해 본 논문에서 제안한 방법의 응용 가능성을 증명한다.

## 2. 인간 몸의 실루엣 추출 방법

본 논문에서 색상과 기울기 정보를 추출하여 각각의 블록합을 이용한 인간 몸의 실루엣을 추출한다. 색상 정보는 연속적인 RGB 영상 정보에서 단일의 이미지를 추출하고, OpenCV에서 제공한 얼굴 탐색 기법을 이용하여 얼굴의 위치와 넓이를 얻는다. 이 정보를 이용하여 얼굴을 중심으로 얼굴 가로 넓이에 따른 가상 인간 모델 영역을 계산한다. 또한, 가로, 세로의 색상 히스토그램을 만들어 움직임 영역 정보를 계산하고 healey가 제안한 CHB(Color histogram backprojection)기법을 이용하여 옷 색상 정보를 얻는다. 상기 정보를 블록 합하여 색상 기반 실루엣을 추출한다[9].

기울기 정보에서는 연속적인 영상에서 얻을 수 있는 가장 기본적인 2가지 정보로 공간상(spatial gradient, SG) 정보와 시간상(temporal gradient, TG) 정보이다.

그러나 이 두 기울기 정보는 바로 사용하기 힘든 단점이 있다 영상의 공간상 정보는 영상에 나타나는 모든 정보를 갖고, 영상간의 시간상 정보는 영상에서 인간의 움직임이 있을 경우 고유의 윤곽선 정보를 가지지만 움직임이 없는 영역에 대해서는 부분 적인 손실이 있어 전체적인 인간 몸의 윤곽선 정보를 가지지 못한다. 따라서 이 두 가지 정보를 이용하여 움직임 영역의 정보를 가지고 있는 TG와 전체적인 윤곽선 정보를 가진 SG를 블록 합으로 TG의 불완전한 정보를 SG를 통해서 극복한다. 마지막으로 색상과 기울기 정보를 블록 합하여 인간 몸의 실루엣을 추출 한다[10-12].

연속적인 영상을 다음 식(1)과 같다고 가정한다.

$$I(x, y, t) = [I_r(x, y, t), I_g(x, y, t), I_b(x, y, t)]^T \quad (1)$$

여기서  $I_r(x, y, t), I_g(x, y, t), I_b(x, y, t)$  는 시간  $t$  대한 각각의 RGB 영상 정보를 의미한다.

### 2.1 색상 정보에서 실루엣 추출

연속적인 영상으로부터 추출된 색상 정보는 조명변화 등

에 환경적인 영향을 많이 받는 단점이 있지만 손쉽게 영상에서의 윤곽선을 추출할 수 있다.

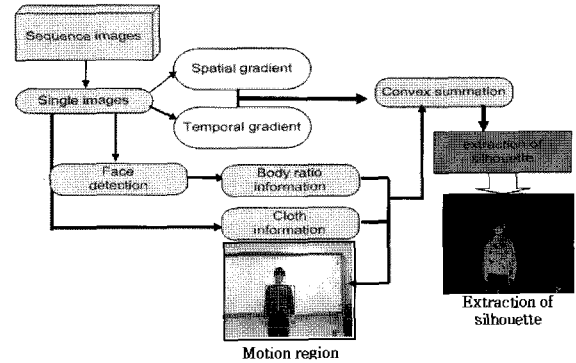


그림 1 인간 몸의 실루엣 추출 과정  
Fig. 1. Silhouette extraction of human body

연속적인 영상에서 추출된 단일의 이미지에 OpenCV에서 제공한 얼굴 탐색 기법을 이용하여 얼굴의 중심 위치와 넓이를 구한다. 얼굴의 위치 및 넓이 정보를 이용하여 가상의 인간 모델 영역을 계산한다. 가상 인간 모델 영역은 10명의 DB로부터 얻어진 신체 비례 정보를 이용하여 대략적인 인간 실루엣 영역이 도출된다. 가상 인간 모델 영역은 색상 정보를 이용한 실루엣 추출에 있어서 탐색 공간을 최대한 작게 함으로써 실루엣 추출 계산량을 줄였다. 계산된 가상의 인간 모델 영역을 얼굴 중심으로 에 입력 영상에 탐색 공간을 설정한다, 얼굴을 기준으로 가로와 세로히스토그램을 만들어 얻어진 인간의 움직임 추출 영역 정보를 얻는다.

표 1 신체 비율 정보의 영역 길이  
Table 1. Region length of body ratio information

Label	신체 비율 정보	비고
D1	1.407*얼굴넓이	목 영역 길이
D2	2*얼굴넓이	양어깨 영역 길이
D3	3.740*얼굴넓이	팔 영역 길이
D4	2.962*얼굴넓이	몸통 영역 길이

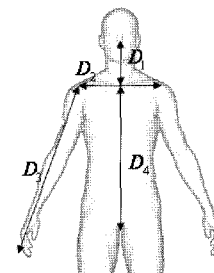


그림 2. 가상 인간 모델  
Fig 2. Virtual human model

연속적인 영상에서 얻어진 가상 인간 모델에서 각각의 색

상 영역 평균값은 다음 (2)식과 같다.

$$\begin{aligned}
 H_r &= \frac{255 * I_r}{I_h} \\
 H_g &= \frac{255 * I_g}{I_h} \\
 H_b &= \frac{255 * I_b}{I_h}
 \end{aligned} \tag{2}$$

여기서,  $H$ 는 가상의 인간 모델 색상 영역의 RGB 값을 나타내며,  $I_h$ 는 히스토그램 분석을 이용한 모션 영역 추출값이다, RGB 값의 범위는  $[0, 255]$ 로 한다.

사람마다 신체 구조비가 다르기 때문에 도출된 가상 인간 모델 색상 영역은 다음 식 (3)조건식의 의해 결정된다.

$$\begin{aligned}
 B &= \begin{cases} 1, & C_r \in B_r \\ 0, & C_r \notin B_r \end{cases} \\
 B_r &\leftarrow B_r + B
 \end{aligned} \tag{3}$$

여기서,  $B_r$ 는 가상 인간 모델 영역 정보,  $C_r$  옷 색상 정보이다.

최종적으로 각각의 상기 정보를 블록 합하여 인간 몸의 실루엣을 추출한다.

$$I_c(x,y) = \alpha C_r(x,y) + (1-\alpha)B_r(x,y) \quad 0 < \alpha \leq 1 \tag{4}$$

여기서,  $\alpha$ 는 블록 합 파라미터이며, 이 파라미터 값을 조절함으로써 색상 정보에서 인간 몸의 실루엣 정보를 얻는다.

여기서  $\alpha$ 값이 0.5 보다 크면 색상 정보에서 추출된 인간 몸의 실루엣 정보는 움직임 영역 정보 값에 영향을 많이 받게 되고 작으면 옷 색상 정보 값에 영향을 많이 받게 된다.

## 2.2 기울기 정보에서 실루엣 추출

연속적인 영상에서 얻을 수 있는 가장 기본적인 2가지 기울기 정보는 공간상 정보와 시간상 정보이다. 시·공간상 정보는 다음 식 (5)과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned}
 I_t &= \frac{\partial I}{\partial t} \\
 I_s &= \left[ \frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right]
 \end{aligned} \tag{5}$$

여기서,  $I_t$ 는 시간상 기울기 정보,  $I_s$ 는 공간상 기울기 정보를 나타낸다.

이 두 기울기 정보는 바로 사용하기 힘든 단점이 있다 영상의 공간상 정보는 영상에 나타나는 모든 정보를 갖고, 영상간의 시간상 정보는 영상에서 인간의 움직임이 있을 경우 고유의 윤곽선 정보를 가지지만 움직임이 없는 영역에 대해서는 부분적인 손실이 있어 전체적인 인간 몸의 윤곽선 정보를 갖질 못한다.

연속적인 영상으로부터 얻어지는 정보에서 일반적으로 색상 윤곽선 정보는 정수 형태를 가지지만 기울기 윤곽선 정보는 실수 형태의 값을 가지므로 이를 변경시켜주기 위해 다음 식 (6)와 같은 맵핑 방법을 사용한다.

$$\bar{I}_t = \| I_t \|, \quad \bar{I}_s = \| I_s \| \tag{6}$$

상기 방법에 의해 얻어진 정보에서 움직임 영역에서만 실

루엣이 추출되는  $\bar{I}_t$ 는 움직임 정보가 적은 부분에서 불완전한 실루엣 정보 가지고, 움직임이 많은 정보에서는 인간 몸의 전체 실루엣을 가지지만 인간 몸의 실루엣을 제외한 불필요한 정보를 가진다. 이를 이용하여 전체적인 인간 몸의 실루엣 정보를 얻기 힘들다. 따라서 이러한 불완전한 정보와 불필요한 실루엣 정보는 인간 몸의 움직임 정보 추출에 있어서 부정확한 움직임 영역 추출을 초래하기 때문에 반드시 제거되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 실루엣 업데이트를 이용하여 불완전한 움직임 정보를 업데이트 한다. 그리고 불필요한 정보에서 일반적인 배경 제거 기법인 시간  $t$ 에 대해서 프레임간의 차를 통해 제거 한다. 즉, 연속적인 영상에서 얻어지는 기울기 정보에서 시간상 정보는 움직임 영역의 윤곽선을 가지고, 공간상 정보는 영상의 모든 정보를 가지므로 시간상 정보에서 불완전한 실루엣 정보를 공간상 정보로 보충한다.

최종적으로 다음 식 (7)과 같이 블록 합 파라미터  $\eta$ 를 이용하여 블록 합을 취하여 기울기 정보에서의 실루엣을 추출한다.

$$\eta \bar{I}_s(x,y) + (1-\eta) \bar{I}_t(x,y) \tag{7}$$

여기서,  $\eta$ 는 블록 합 파라미터이며, 이 파라미터 값을 조절함으로써 기울기 정보에서 인간 몸의 실루엣 정보를 얻는다.

여기서  $\eta$ 값이 0.5 보다 크면 기울기 정보에서 추출된 인간 몸의 실루엣 정보는 공간상 정보 값에 영향을 많이 받게 되고 작으면 시간상 정보 값에 영향을 많이 받게 된다.

블록 합 파라미터 값은 실루엣 업데이트를 이용하여 얻으며 다음과 식 (8)에서 얻을 수 있다. 실루엣 업데이트 값은 기울기 정보에서의 시간상 정보와 공간상 정보 값을 바탕으로 업데이트 된다

$$\begin{aligned}
 R(x,y;t+1) &= \begin{cases} R(x,y;t) + \gamma_i, & \bar{I}_t(x,y;t+1) > \gamma_t \\ R(x,y;t) + \gamma_d, & \bar{I}_t(x,y;t+1) < \gamma_t \end{cases} \\
 \gamma_t &= \begin{cases} \bar{r}_i, & \bar{I}_s(x,y;t+1) > \gamma_s \\ \bar{\gamma}_i, & \bar{I}_s(x,y;t+1) < \gamma_s \end{cases} \\
 \gamma_d &= \begin{cases} \bar{r}_d, & \bar{I}_s(x,y;t+1) > \gamma_s \\ \bar{\gamma}_d, & \bar{I}_s(x,y;t+1) < \gamma_s \end{cases}
 \end{aligned} \tag{8}$$

여기서,  $\gamma_s$ 는 공간상 정보의 이진화 문턱치 값이며,  $\bar{\gamma}_i$ 와  $\bar{\gamma}_d$ 는 최대, 최소 증가치 값이다.  $\bar{r}_i$ 와  $\bar{r}_d$ 는 최대, 최소 감소치 값이다.

최종적으로 실루엣 업데이트에 의해 기울기 정보에서 인간 몸의 실루엣 정보는 다음 식 (9)과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned}
 \bar{I}_c(x,y) &= \eta \bar{I}_s(x,y) + (1-\eta) \bar{I}_t(x,y) \\
 \eta &= \begin{cases} \eta_R, & R(x,y) > \gamma_R \\ \eta_B, & R(x,y) < \gamma_R \end{cases}
 \end{aligned} \tag{9}$$

여기서,  $\eta_R$ 는 실루엣 업데이트를 위한 블록 합 파라미터이다  $\eta_B$ 는 배경을 위한 블록 합 파라미터이다. 이러한 모든 파라미터는 자동 동정 기법을 이용하여 동정하기 쉽지 않다. 따라서, 좋은 파라미터를 설정하기 위한 제약 조건을 제시한다. 이때, 좋은 파라미터 값을 얻기 위한 최대 및 최소 증가치

값은 다음과 같은 제약 조건을 가진다.

$$\bar{\gamma}_i > \underline{\gamma}_i > 0 \quad (10)$$

위와 같이 최대 및 최소 감소치 값 또한 다음과 같은 제약 조건을 가진다.

$$0 < \bar{\gamma}_d < \underline{\gamma}_d \quad (11)$$

또한, 증가 및 감소치 값은 다음과 같은 값에 제약을 가진다.

$$|\bar{\gamma}_i| > \beta |\bar{\gamma}_d|, \quad |\underline{\gamma}_i| > \beta |\underline{\gamma}_d| \quad (12)$$

여기서,  $\beta$ 는 임시적인 메모리 길이를 의미한다. 만일  $\beta$ 가 2 이면 실루엣 업데이트는 과거 2번의 모션 정보를 기억하게 된다. 블록 합 파라미터  $\eta_R$ 와  $\eta_B$  또한 다음과 같은 제약 조건을 가진다.

$$\eta_R > 0.5 > \eta_B \quad (13)$$

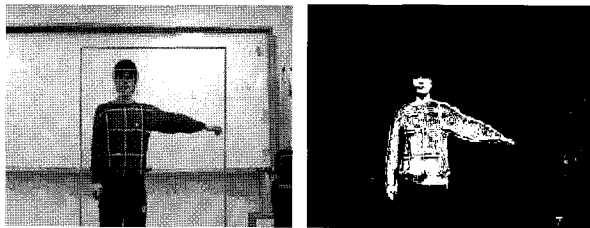
여기서,  $\bar{\gamma}_i$  값을 조정함으로써 공간상 정보를 이용한 인간 몸의 실루엣 정보를 생성시킨다.

최종적으로 추출한 색상 정보의 실루엣과 기울기 정보의 실루엣을 블록 합 하여 배경을 제외한 인간 몸의 실루엣을 추출 한다. 색상 정보는

$$\bar{I}_S = \beta I_c + (1 - \beta) \bar{I}_G \quad 0 < \beta \leq 1 \quad (14)$$

### 3. 실험 및 결과 고찰

본 논문에서 연속적인 이미지들로부터 얻어지는 색상 정보와 기울기 정보를 사용하여 각각의 장점만을 이용하여 배경을 제외한 인간 몸의 혼합 실루엣을 추출 하였다. 본 논문에서 실험에 사용된 영상은 CCD 카메라로 부터 얻은 320×240 크기의 24bit 컬러 영상이고 프레임 속도는 10frame/sec이며 신체 중 상부 영상만을 사용되었다.

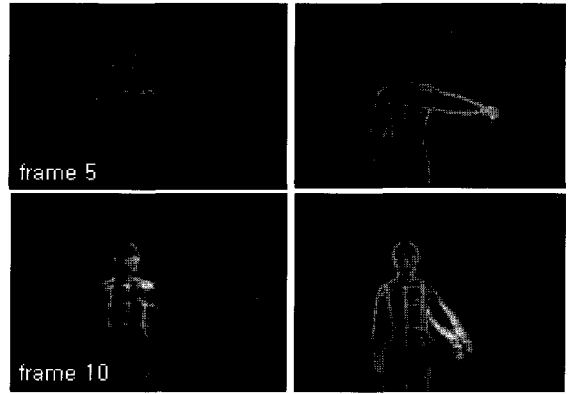


a) 모션영역 이미지 b) 색상기반 실루엣 이미지

그림 3. 색상 정보를 사용한 실루엣 추출

Fig. 3. Silhouette extraction using color information

그림 3은 색상 기반 실루엣 이미지로써 가상 인간 모델을 사용하여 인간 모션 탐색 공간이 a)와 같이 도출되며 최소한의 탐색 영역에서의 모션 실루엣을 추출하고 CHB 기법에서 얻어진 옷 색상 정보와 블록 합하여 인간 몸의 실루엣을 추출한다.

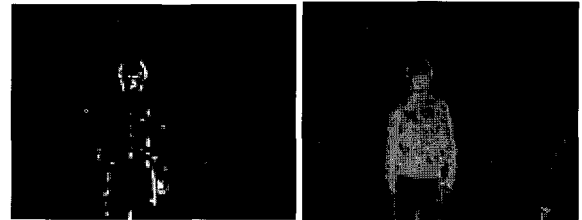


a) 실루엣 영상 b) 기울기 기반 영상

그림 4. 기울기 정보 사용한 실루엣 추출

Fig. 4. Silhouette extraction using gradient information

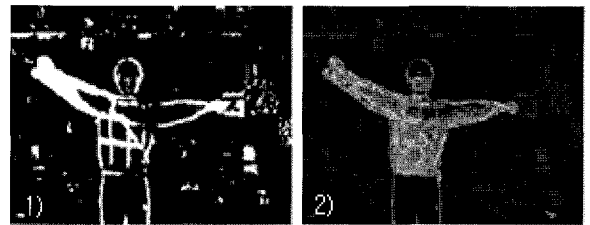
그림 4는 5 프레임 당 실루엣 업데이트에 따른 기울기 정보에서 인간 몸의 실루엣 추출 결과를 보여준다.



a) 불확실한  $\bar{I}$  이미지 b) 블록 합 실루엣 이미지

그림 5. 불확실한 정보  $\bar{I}$  값에서 실루엣 추출 결과

Fig. 5. Silhouette extraction with uncertain  $\bar{I}$



a) 불필요한  $\bar{I}$  정보 b) 블록 합 실루엣 이미지

그림 6. 불필요한 정보  $\bar{I}$  값에서 실루엣 추출 결과

Fig. 6. Silhouette extraction with uncertain  $\bar{I}$

그림 5와 6과 같이 불확실하거나 불필요한 값을 갖더라도 본 논문에서 제안한 방법은 배경을 제외한 인간 몸의 실루엣을 성공적으로 추출함을 보여준다.

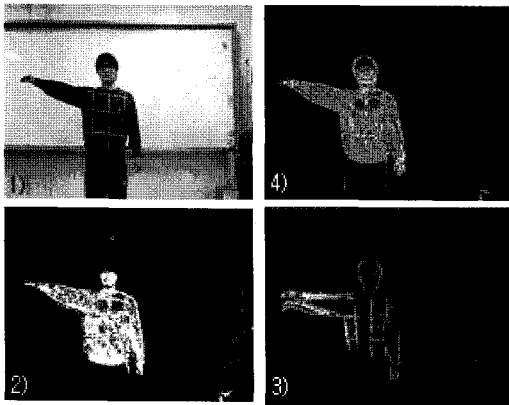


그림 7 실루엣 추출 블록 합 이미지

Fig. 7. Silhouette Extraction after convex summation

- 1) Original image 2) Color-based image
- 3) Gradient-based image
- 4) Silhouette image after convex summation

그림 7 는 본 논문에서 제안한 색상 정보와 기울기 정보 값을 블록 합하여 인간 몸의 실루엣을 추출한 실험 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 기법은 배경 제거로 인한 부족한 실루엣을 보충함으로써 배경을 제외한 인간 몸의 실루엣 추출을 보여준다.

표 1은 조명과 배경 변화에 따른 하이브리드 실루엣 추출률이다. 실루엣 추출률은 영상의 총 프레임 수에서 실루엣이 추출된 프레임 수이다. 표 1과 같이 실험에 사용된 영상은 총 9개이고, 실험 조건은 조명 밝기와 배경 에 조건을 두어 실험하였다. 조명과 배경은 다음과 같이 구분된다. 어두운 조명 상태는 0 단계, 밝기 단계 1은 현재의 최적 조명 상태이고, 가장 밝은 조명 상태는 2 단계로 구분한다. 배경 0은 배경이 없는 상태, 배경 1은 단순한 배경이고 배경 2는 복잡한 배경 상태로 구분된다.

이 결과 실루엣 평균 추출률은 80.6%로 조명 변화와 배경 에 크게 좌우 되지 않았다 조명과 배경변화에 따른 실루엣 추출률은 표 1과 같다.

표 2. 실험 결과  
Table 2. Experimental results

구 분	배경 0	배경 1	배경 2	평균추출률
밝기 0	82%	79%	76%	79%
밝기 1	85%	82%	79%	82%
밝기 2	84%	81%	78%	81%
평균 추출률	83.6%	80.6%	77.6%	80.6%

#### 4. 결 론

본 논문에서는 인간과 로봇의 인터랙션을 위해 연속된 이미지 정보로부터 얻을 수 있는 색상과 기울기 정보를 블록 합하여 인간 실루엣 추출 기법을 제안하였다. 연속된 이미지 정보로부터 얻어진 색상 정보와 기울기 정보를 합하여 단점은 최소화 하고 장점은 극대화 하는 방식으로 배경을 제외한

인간 몸의 실루엣을 추출 하였다. 마지막으로 여러 다양한 실험을 통해 제안된 기법의 응용 가능성을 증명하였다.

#### 참 고 문 헌

- [1] I. Haritaoglu, R. Cutler, D. Hawood and L. Davis, "Backpack: detection of people carrying objects using silhouette," *Computer Vision and Image Understanding*, pp, 385-397, No. 3, 2001.
- [2] I. Haritaoglu, D Harwood, and L.S. Davis. "W4: Real time surveillance of people and their activities", *IEEE Trans. on PAMI*, VOL. 22, No. 8, 2000, 8.
- [3] B. Fan and Z. F. Wang, "Pose estimation of human body based on silhouette images", *International Conference on Information Acquisition Proceedings*, Vol 21-25, pp. 296-300, June, 2004
- [4] C. Wren, A. Azabajejani, T. Darrell and A. Pentland: Pfinde, "Real-time tracking of the human body". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 19, pp. 780-785, 1997
- [5] J. K. Aggarwal and Q. Cai, "Human motion analysis: a review", *Computer Vision and Image Understanding*, pp. 428-440, 1999.
- [6] G. Halevy and D. Weinshall, "Motion of disturbances: detection and tracking of multi-body non-rigid motion", *Machine Vision and Applications*, Vol. 11, No. 3, 1999. 3.
- [7] Y. Ivanov, C. Stauffer, A. Bobick and W. E. L. Grimson, "Video surveillance of interactions", *Second IEEE Workshop on Visual Surveillance Fort Collins, Colorado*, pp. 82-90, 1999, 6.
- [8] C. Stauffer and W.E L. Grimson, "Adaptive background mixture models for real-time tracking", *Comter Vision and Pattern Recognition Fort Collins, Colorado*, pp. 246-252, 1999, 6.
- [9] G. Healey and D. Slater, "Using illumination invariant descriptors for recognition", *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 21-23, June, 1994.
- [10] X. Gao, T.E. Boulton, F Coetzee, and V. Ramesh. "Error analysis of background subtraction", *Proceedings of International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. Vol. 1 pp. 503-510, 2000
- [11] M. H. Kim, J.B. Park, and Y.H. Joo, "Extraction of Features in Human Body Using Adaptive Skeleton Model", *Korea ICASE*. 2005.
- [12] 김문환, 주영훈, 박진배 "유비쿼터스 로봇과 휴먼 인터랙션을 위한 제스처 추출" *제어자동화시스템공학. 논문지* Vol. 11, No. 12, pp. 1062-1067, 2005. 12. pp. 687-695, 2006,8.

저 자 소 개

주영훈(Young Hoon Joo)

2007년 제 17권 제 4호 참조



소제윤(Jea yun so)

2006년 : 군산대학교 전자정보공학부 졸업.  
(공학사)

2006년~현재 : 동 대학원 전자정보공학부  
석사과정

관심분야 : 지능형 로봇, Human-Robot interaction, 얼굴인식 등

Phone : 063-469-4706

E-mail : ifuloveme@kunsan.ac.kr