

# 윤곽선 특징점 기반 형태 유사도를 이용한 손동작 인식

이홍렬\* · 최창\* · 김판구\*

\*조선대학교 컴퓨터공학과

Hand Gesture Recognition Using Shape Similarity

Based On Feature Points Of Contour

Hong-ryoul Yi\* · Chang Choi\* · Pan-Koo Kim\*

\*Dept. of Computer Engineering, Chosun University

E-mail : \*yihongryoul@hotmail.com · \*chang3896@hotmail.com · \*pkkim@chosun.ac.kr

## 요 약

본 논문은 손동작 인식을 위한 형태 유사도 측정 방법을 제안한다. 이를 위해 손 영역 획득과 유사도 측정 단계로 나눈다. 손 영역 획득은 YCbCr 칼라 공간을 이용하여 손 영역을 추출하며, Filter와 Histogram 분석을 통하여 노이즈를 제거한다. 그리고 손 형태 유사도 측정은 윤곽선을 추출한 후 인접 간선들 사이의 거리와 각도 관계로 TSR을 적용하여 손동작의 유사성을 측정하였다. 파악된 특징점으로부터 형태 유사도 값을 측정한 후, 이를 손동작을 인식하는데 활용한다.

## ABSTRACT

This paper proposes hand gesture recognition using shape similarity method. For this, we require two steps which are acquisition of Hand area and similarity evaluation. First step is extracting hand area using YCbCr color space. Then eliminate noise through Filter and analyzing histogram. For doing this, we can measure similarity of hand gesture by applying TSR after getting contour. Finally, we utilize shape similarity for recognizing of hand gesture.

## 키워드

손동작 인식, 객체 인식, 형태 유사도 측정

## I. 서 론

최근 컴퓨터와 인간의 상호작용을 목표로 사람의 음성이나 손동작, 행동분석 등의 많은 연구들이 진행되고 있다. 특히, 수화 인식 분야에서는 사람의 얼굴이나 손동작 인식에 대한 연구가 많이 진행되어 오고 있다. 수화 인식에 있어서 손동작에 대한 정확한 인식이 필수적이지만, 현재의 기술로는 손동작을 인지하는데 있어서 사람의 신체부위를 정확히 분류하기 어렵다는 문제점과 입력 장치의 위치에 따라 입력되는 영상의 중심점, 각도 등을 파악하기 힘들다는 단점이 있다.

이를 위해, 본 논문에서는 추출된 손 형태의 특징 추출에 적합한 형태 유사도 측정방법을 제안하고, 이를 활용하여 손동작 인식 시스템을 구현하였다. 손 형태 유사도 측정은 윤곽선을 추출한 후 인접 간선들 사이의 거리와 각도 관계로 TSR을 적용하여 손동작의 유사성을 측정하였다. 파악된 특징점으로부터 형태 유사도 값을 측정

후, 이를 손동작을 인식하는데 활용한다.

## II. 손 영역 인식 전처리 과정

일반적으로 동영상에서의 손동작 인식을 위해서는 우선 정확한 손 영역 획득이 중요하다. 하나의 의미적인 손동작은 시간 흐름에 따른 연속된 프레임의 집합으로써 각각의 프레임을 시간 순서에 따라 배치한 것이라고 할 수 있다. 따라서 각 프레임은 의미적인 손동작을 파악하는데 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 손 영역 획득을 위해서 본 논문에서는 세 단계 전처리 과정을 거치는데, 첫 번째로, Skin 영역을 추출하기 위해 RGB 컬러 공간을 YCbCr 칼라 공간좌표로 변경시켰으며, 두 번째로, 컬러 분포가 상대적으로 낮은 픽셀을 제거하기 위하여 Median필터와 Histogram 분석법을 활용하였다. 또한 효과적인 손동작 인식을 위하여 손목이 포함 되어있을 경우 이를 제거하였다.

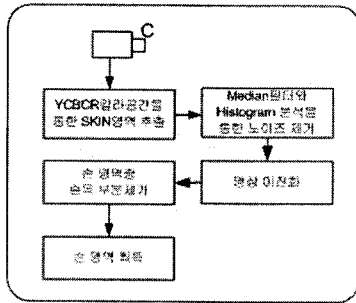


그림 1. 전처리 흐름도

2.1 YCbCr 칼라공간을 통한 SKIN영역 추출

칼라 영상에서 피부색 정보는 손 영역을 분리해 내기 위한 중요한 요소이다. YCbCr 칼라 공간에서 Cb, Cr 성분만을 이용하여, 피부색 영역을 찾아낸다. YCbCr 칼라 공간은 ITU-601 표준으로서, RGB 칼라 공간으로부터 (식 1)에 의해 YCbCr 공간으로 변환되고, (표 1)처럼 Skin 영역의 컬러 조건을 기반으로 피부영역을 추출한다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (\text{식 1})$$

표 1. Skin 영역 인식을 위한 컬러 영역 조건

- Skin 컬러 인식 조건 :  $(100 \leq C_b \leq 127) \wedge (135 \leq C_r \leq 160)$
- Non Skin 영역 컬러 인식 조건 :  $\neg \{(100 \leq C_b \leq 127) \wedge (135 \leq C_r \leq 160)\}$

Cb와 Cr의 임계값은 실험값이며, 선택된 영상은 잡음이 포함되어질 수 있다. 따라서 Filter와 Histogram분석을 통해서 노이즈를 줄여야 한다.

2.2 Histogram분석을 통한 노이즈 제거

YCbCr를 통해서 획득된 영상은 실험을 통해 얻은 연속적인 임계값의 범위이므로 노이즈가 들어있다. 이를 제거하기 위하여 Gray영상으로 변환한 뒤 Histogram 분포 중 일정 비율 이하인 픽셀의 컬러 값을 배경색(검정)으로 교환한다.(표 2)

표 2. 히스토그램을 이용한 칼라 변환 알고리즘

```

i := 0
TH := ThresholdValue
while(i < 256) {
    if(Hi < TH) then
        convertColorInImage(i, backgroundColor)
    endif
}
• Hi : Gray Image Histogram
    
```

2.3 영상 이진화

노이즈가 제거된 Gray영상은 윤곽선 추출을 위해 Binary 이미지로 변환시킨다.

$$\text{Threshold}(\text{Img}, \text{cv}(\text{img}, \text{MinV}, \text{MaxV})) \quad (\text{식 2})$$

MinV와 MaxV는 실험적 값으로써 두 값 사이에 있으면 배경색(검정)으로 변환시키고 그렇지 않으면 하얀색으로 변화시킨다.

2.4 손목 제거

정확한 손동작을 인식하는데 있어서 손 이외의 부분은 제거되어야 한다. 이는 팔의 방향을 선정하고 이를 주축으로 하여 폭이 갑작스럽게 변하는 부분을 찾아 제거한다.[1]

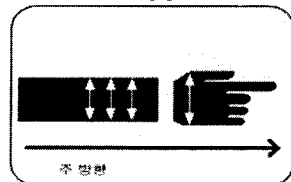


그림 2. 손목 영역 분할

III. 손동작 인식을 위한 형태 유사도

본 논문에서는 인식된 손동작의 유사도를 측정하기 위해 TSR(Tangent Space Representation) 방법[3]을 적용한다. TSR은 주로 2, 3차원 객체의 형태(shape)에 대한 유사도를 측정할 때 많이 사용된 방법으로, 이를 이용하여 동영상 내 손의 윤곽선을 고려한 유사성 측정이 가능하며, 면적을 통하여 유사도를 구할 수 있다. 움직이는 객체의 형태는 선으로 구성되어있고, 이 선은 좌표간의 연결이라고 할 수 있기 때문에, 이러한 윤곽선을 TSR로 표현할 수 있다. TSR공간(라디안과 각 edge길이 좌표평면)에서 구한 넓이를 통해 윤곽선간 유사도를 비교할 수 있다.

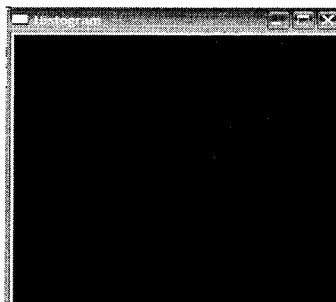


그림 3 추출된 손 윤곽선

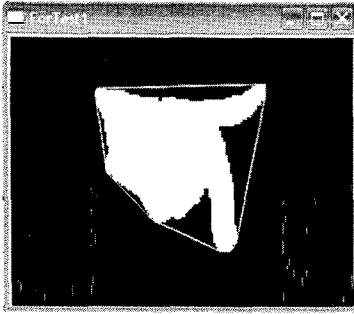


그림 4 외곽 블록 셋 표현

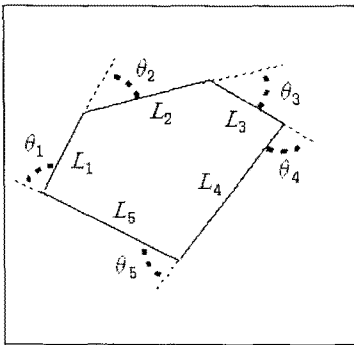


그림 5 추출된 외곽선의 TSR변환 과정

(그림 5)의 추출된 윤곽선의 형태에 대해서 TSR공간에 표현하면 (그림 6)와 같다. 여기서 x축은 움직임 객체의 길이의 합을 나타내고 y축은 각도변화의 합을 나타낸다.

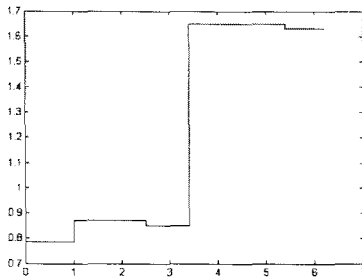


그림 6 외곽선의 부분 TSR 그래프

값은 라디안으로 변환하여 TSR로 나타내며,  $\theta$ 가 44.35도 이면 라디안은 약 0.7736을 나타낸다

다. 그리고 [그림 5]에서 두 윤곽선의 유사도는 다음 식에 의해 구할 수 있다.

표 3. 유사도 측정

```

if (Diff < ε)
    Gesture := T_action
else
    Gesture := None

• Diff :=
Min(|각Gesture 평균 유사도 mod 비교할 대상 유사도|)

• T_action := Diff를 최소화하는 Gesture
    
```

#### IV. 실험 및 결과

##### 4.1. 실험 환경

본 실험은 Visual C++ 개발 도구와 Intel library 인 OpenCV를 사용하였다. OpenCV는 연구용으로 많이 사용되어 지며, 많은 그래픽 라이브러리를 포함하고 있어, 원하는 연산을 빠른 시간에 적용하여 결과를 알아 볼 수 있다.

##### 4.2. 실험 결과 분석

영상 인식에 있어서 빛의 Intensity는 인식물에 많은 영향을 끼친다. CMYK 칼라공간은 조명 변화에 덜 민감하게 반응한다. 또한  $C_b$ ,  $C_r$ 의 범위를 설정하여 [표 1]의 조건 하에서 테스트해 본 결과에서 비교적 좋은 인식성능을 보였다. 주변 환경의 컬러도 중요한 요소이다. 이는 윤곽선을 추출하여 유사도를 측정하는데 있어서 인식의 정확성을 판단하게 하는데 주요 요인으로 작용한다.

다음 과정은 추출된 손 영상에서 외곽선을 추출하며, 이는 TSR의 입력 시퀀스로 이용된다. TSR을 적용해 본 결과 두 형태간의 인식 비교에 있어서의 임계값 결정이 중요하며, 너무 작을 경우에는 인식의 문제가 발생하며, 너무 크면 인식은 되나 정확하지 않은 결과값이 나오게 된다.

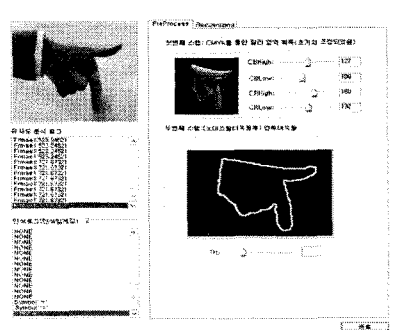


그림 7. 실험 결과 화면

## V. 결론

본 논문에서는 추출된 손 형태의 특징 추출에 적합한 형태 유사도 측정방법을 제안하고, 이를 활용하여 손동작 인식 시스템을 구현하였다. 본 논문에서는 손동작 인식을 위한 방법을 다음과 같이 제안한다.

먼저, 입력받은 동영상에서 프레임 이미지를 추출한 후, 이를 CMYK 컬러 공간으로 변환하여 손의 스킨 영역을 추출한다. 추출된 스킨 영역은 많은 노이즈와 왜곡 현상을 포함하고 있으므로, 이를 보정하기 위한 작업을 수행한다. 다음으로 보정된 손동작 이미지에 대해 윤곽선을 추출한 후, TSR 알고리즘을 적용하여 손동작의 유사성을 측정하였다. 파악된 특징점으로부터 형태 유사도 값을 측정한 후, 이를 손동작을 인식하는데 활용한다.

## 참고문헌

- [1] Michael Kass, Andrew Witkin, and Demetri Terzopoulos, "Snakes: Active Contour Models," International Journal of Computer Vision, pp.321-331, 1988
- [2] S. Belongie, J. Malik, and J. Puzicha. Shape matching and object recognition using shape contexts. IEEE PAMI, 24:509-522, 2002.