수화 인식을 위한 얼굴과 손 추적 알고리즘

*박호식, *김태우, *정하영, **나상동, *배철수
*관동대학교, **조선대학교
mediana@netsgo.com

Face and Hand Tracking Algorithm for Sign Language Recognition

*Ho-Sik Park, *Tae-Woo Kim, *Ha-Young Jung, **Sang-Dong Ra, *Cheol-Soo Bae
*Kwandong Univ., **Chosun Univ.

요 약

본 논문에서는 수화 인식을 위한 얼굴 및 손 추적시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 검출 및 추적 단계로 구분된다. 검출 단계에서는 신호의 주체인 얼굴과 손에 위치한 피부 특징을 이용하였다. CbCr 공간에서의 타원 모델을 구성하여 피부 색상을 검출하고 피부 영역을 분할한다. 그리고 크기와 얼굴 특징을 이용하여 얼굴과 손 영역을 정의한다. 추적 단계에서는 동작 추정을 위하여 첫 번째 손 영역으로 예측된 다음의 손위치를 연산함으로써 두 번째 손의 영역을 유도해낸다. 그러나 갑작스런 움직임의 속도 변화가 있을 경우 연속된 프레임에서 추적된 위치는 부정확하였다. 이러한 점을 해결하고자 손 영역에 대하여 반복적인 재연산을 수행하여 적응적으로 영역을 찾음으로써 오차를 보정하도록 하였다. 실험 결과 제안된 알고리즘이 얼굴과 손 추적에 있어 높은 정확도를 나타냄을 증명하였다.

I. 서론

오랫동안 인간의 손을 이용한 여러 가지 신호가 상호간의 정보를 교환하기 위한 수단으로 사용되어왔다. 특히, 청각 장애우들은 손 동작을 이용한 수화를 사용하여 대다수의 의사소통을 하고 있다. 그러나 수화 습득의 어려움으로 인하여 일반인과의 의사소통에서 많은 어려움을 겪고 있다. 그러므로 청각 장애우와 일반인 사이의 원만한 의사소통이 가능 하도록 하는 수화 인식 장치가 필요하다.

수화 인식을 위해 동작 데이터를 취득하는 방법은 크게 2 가지로 구분된다. 첫번째 방법은 기기 기반의 측정 방식으로 손 동작에 대한 정확한 위치를 획득 할 수 있는 데이터 글로브와 같은 장비로 손 동작을 측정[1]한다. 그러나 장비 착용에 따른 불편함과 손의 운동 범위와 같은 여러 가지 제약 조건을 수반하고 얼굴 동작은 획득 할 수 없다. 두 번째 방법은 비전에 근거한 방법[2,3]이다. 이 방법은 데이터 글로브 같은 장치의 착용 없이 얼굴과 손 동작을 동시에 획득할 수 있다. 이 방법은 카메라를 통한 입력 영상을 사용하는 방법으로 첫 번째 방법보다 장비가 간단하며 행동반경이 자유롭고 사용자 불편함 없이 자연스러운 동작 인식이 가능하다는 장점이 있다

본 논문에서는 수화 인식을 위한 얼굴과 손 검출 및 추적 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 검출과 추적 단계로 구분할 수 있다. 검출 단계에서는 피부 색상 특징을 추출하여 피부 영역을 분할하고, 크기 및 얼굴 특징을 이용하여 얼굴과 손을 분리해 낸다. 추적 단계에서는 손 추적을 위해 움직임 추정 모델을, 얼굴 추적을 위하여 이전 프레임의 위치를 기반으로 추적하도록 하였다. 추적의 정밀도를 개선하기 위하여 손 영역에 대하여 반복적인 재연산을 수행하여 적응적으로 영역을 찾음으로써 오차를 보정하도록 하였다. 실험 결과 제안된 알고리즘이 얼굴과 손 추적에 있어 높은 정확도를 나타냄을 증명하였다.

II. 얼굴 및 손 검출

검출 단계의 목표는 피부 색상 모델을 이용하여 연속된 수화 영상으로부터 영역을 분할 하여 신호의 주체인 얼굴과 손의 위치를 검출하는 것이다.

2.1. 피부 색상 분할

본 논문에서는 얼굴 및 손 검출을 위하여 우선적으로 각 화소를 피부 화소와 피부 외 화소로 분류하는 방법을 사용하였다. 피부 색상 분할은 조명 조건에 민감하게 반응함으로 피부 분할을 위해 적당한 색상 공간을 선택하는 것이 매우 중요하다. 색상 공간으로 RGB[4], 정규화된 RGB[5], HSV[6] 그리고 YCbCr[7,8] 등이 있으나, 피부 색상 검출 성능을 고려하여 YCbCr 을 사용 하였다.

피부 색상 모델 구성을 위해 수동으로 피부 영역을 잘라내어 CbCr 평면에 나타내었다. 그리고 타원 피부 색상모델을 이용하여 얼굴과 손을 분할하였다. 타원 모델은 식 (1)-(4)에 의해 유도 할 수 있다. 그림 1(c)에 피부 마스크 결과를 나타내었다.

$$\begin{bmatrix}\alpha(Cb,Cr)\\ \beta(Cb,Cr)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\cos\theta & \sin\theta\\ -\sin\theta & \cos\theta\end{bmatrix}\begin{bmatrix}Cb\\ Cr\end{bmatrix} \tag{1}$$

여기서 α,β 는 변환 영역이고, θ 는 수식 (2), (3)에서 얻을 수 있다.

$$\theta=\frac{1}{2}\tan^{-1}\left(\frac{2\mu_{11}}{\mu_{20}+\mu_{02}}\right) \tag{2}$$

$$\mu_{pq}=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(Cb_i-\overline{Cb})^p(Cr_j-\overline{Cr})^q \tag{3}$$