

FCM 알고리즘을 이용한 지화 인식

송준환* · 강효주* · 김광백*

*신라대학교 컴퓨터정보공학부

Recognition of Finger-Language using FCM Algorithm

Jun-hwan Song* · Hyo-joo Kang* · Kwang-baek Kim*

*Division of Computer and Information Engineering, Silla University

E-mail : sjhs18@nate.com, mc_hyo@hanmail.net, gbkim@silla.ac.kr

요 약

청각장애인은 건청인에 비해 의사소통의 기회가 적어 원만한 상호관계를 유지하는데 어려움이 있다. 이러한 문제는 청각장애인들이 구화를 대신해 몸짓이나 손짓을 이용하여 의사를 전달하는 수화를 건청인들이 대부분 습득하고 있지 않아 청각장애인들과 의사소통이 거의 불가능 한 것이 현실이다. 따라서 본 논문에서는 건청인과 청각장애인들 간의 의사소통을 가능하게 하기 위한 전단계로 FCM 알고리즘을 이용한 지화 인식 방법을 제안한다. 제안된 방법은 화상 카메라를 통해 얻어진 영상에서 YCbCr 컬러 공간과 HSI 컬러 공간을 이용하여 피부영역을 검출한 후, 추출된 피부영역을 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 두 손의 위치를 추적한다. 그리고 추적한 두 손의 영역에 대해 형태학적 정보를 이용하여 잡음을 제거한 후, 최종적으로 두 손의 영역을 추출한다. 추출된 손의 영역은 FCM 알고리즘을 적용하여 지화의 특징들을 분류하고 인식한다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위해 화상카메라에서 획득한 지화 영상을 대상으로 실험한 결과, 두 손 영역의 추출과 지화 인식에 있어서 효과적인 것을 확인하였다.

키워드

수화, 화상카메라, 지화, FCM, YCbCr, HSI

I. 서 론

수화는 청각장애인이 사물을 이해하고 의사전달을 위해 청각장애인에 의해 고안된 언어이다. 수화는 청각장애인이 손 모양과 손의 위치 등의 운동을 통해 언어적 의미에 대한 시각적 이해를 제공하는 의사소통 수단이다[1]. 하지만 수화를 건청인들이 대부분 습득하고 있지 않아 청각장애인들과 의사소통이 거의 불가능 한 것이 현실이다. 이로 인해 청각장애인들은 건청인에 비해 의사소통의 기회가 적어 원만한 상호관계를 유지하는데 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 건청인과 청각장애인들 간의 의사소통을 가능하게 하기 위한 전단계로 FCM 알고리즘을 이용한 기억(기)에서 히용(ㅎ)까지의 자음을 수화로 나타낸 동작인 지화 인식 방법

을 제안한다[2].

제안된 지화 인식 방법은 화상 카메라를 통해 획득한 영상에서 손 영역을 추출하기 위해서 HSI, YCbCr 컬러공간을 이용하였고, 추출된 손의 영역은 FCM 알고리즘을 적용하여 지화의 특징들을 분류하고 인식한다.

II. 컬러공간을 이용한 피부영역 추출 및 손 영역 추적

수화는 손의 모양과 손의 위치를 통해 이루어진 언어이므로 본 논문에서는 지화 인식을 위해서는 화상 카메라를 통해 획득된 영상에서 손 영역을 추출한다. 본 논문에서는 화상 카메라를 통해 획득된 영상에서의 HSI, YCbCr 컬러

러공간을 이용하여 피부영역을 검출한 후, 형태학적 특징을 이용하여 손 영역을 추출한다.

2.1 컬러공간을 이용한 피부색영역 검출

본 논문에서는 화상 카메라에서 획득된 영상의 피부영역을 검출하기 위해 HSI, YCbCr 컬러공간을 사용한다. RGB 컬러공간은 서로 가산될 수 있는 삼원색인 빨강(Red), 초록(Green), 그리고 파랑(Blue)으로 구성된다. HSI는 인간의 색인지에 기반을 둔 좌표계로 H는 Hue(색상), S는 Saturation(채도), I는 Intensity(명도, 강도)를 나타낸다. YCbCr 컬러공간은 RGB 컬러공간에서 광도(Y)와 푸른 정보(Cb), 붉은 정보(Cr)를 분리한 컬러공간이다[3,4]. RGB에서 HSI로 변환하는 수식은 식(1)과 같이 계산한다. RGB에서 YCbCr로 변환은 식(2)와 같이 계산한다.

$$H = \begin{cases} \theta & IFB \leq G \\ 360 - \theta & IFB \geq G \end{cases} \quad (1)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\}$$

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

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

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (2)$$

$$Cb = 0.6R - 0.28G - 0.32B + 128$$

$$Cr = 0.21R - 0.52G + 0.31B + 128$$

HSI와 YCbCr 컬러공간은 RGB 컬러공간의 정보를 이용하여 변환한다. 그림 1은 RGB 컬러공간을 이용하여 추출한 피부색영역과 HSI와 YCbCr 컬러공간을 이용하여 추출한 피부영역이다.

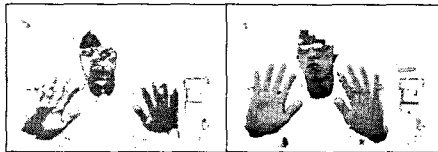


그림 1. 컬러공간을 이용한 피부색 영역 검출

그림 1의 (a) RGB 컬러공간은 색상 정보뿐만 아니라 밝기 정보가 혼합되어 조명변화에 민감

한 결과를 보인다. 반면에 HSI, YCbCr 컬러공간은 밝기정보와 색상정보가 분리되어 표현된다. 그림 1의 (b) HSI, YCbCr 컬러공간은 조명의 영향을 적게 받는 것을 확인할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 HSI, YCbCr 컬러 공간을 이용하여 피부영역을 추출한다[3,4].

2.2 손 영역 추적 및 추출

HSI, YCbCr 컬러공간을 이용해 추출된 손의 후보영역에서 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용한 후, 손 후보영역을 추출한다. 추출된 객체들에 대하여 크기를 비교하여 가장 큰 크기를 가지는 객체는 얼굴 영역으로 간주하고 나머지 객체는 손 영역으로 추출한다. 4000pixel 이하의 크기를 가지는 객체들은 잡음으로 간주하여 제거한다. 그림 2는 컬러공간과 형태학적 특징을 이용하여 원 영상에서 손 영역을 추출한 과정을 나타내었다.

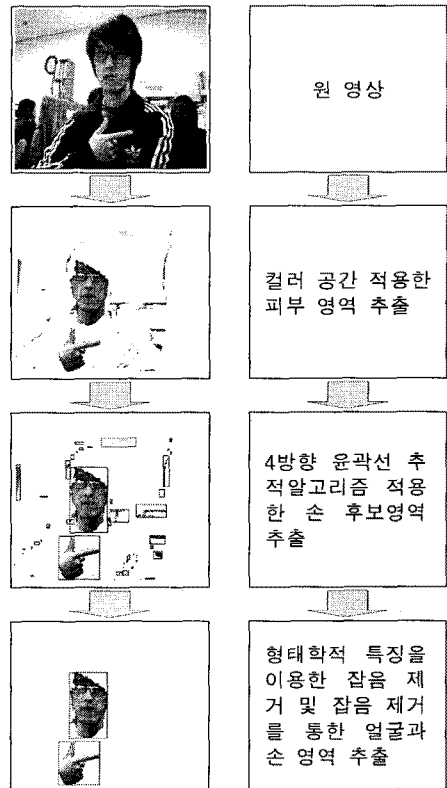


그림 2. 컬러공간을 이용한 손 영역 추적 및 추출

4방향 추적 알고리즘을 적용하여 손 영역을 추출하면 추출된 손 영역 안에 잡음이 존재할 수 있다. 추출된 손 영역에 레이블링 알고리즘을 적용하여 가장 큰 영역을 제외한 모든 영역을 잡음으로 간주하여 제거한다. 그림 3은 레이블링 알고리즘을 적용하여 추출된 손 영역에서 잡음을 제거한 결과를 나타낸 것이다.

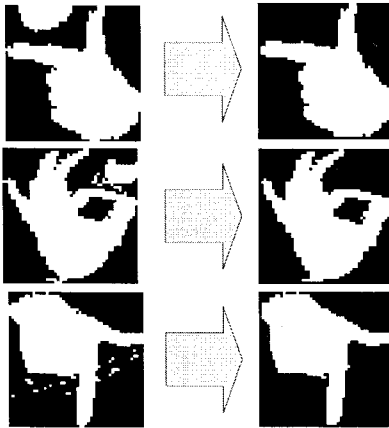


그림 3. 추출된 손 영역 잡음제거

III. FCM 알고리즘을 이용한 지화 인식

지화는 기억(ㄱ)에서 히읏(ㅎ)까지의 자음을 수화로 나타낸 동작이다. 본 논문에서는 FCM 알고리즘을 이용하여 지화 동작을 인식한다. 그림 4는 자음 기억(ㄱ)에서 히읏(ㅎ)까지 14개의 지화 손 모양을 나타낸 것이다.

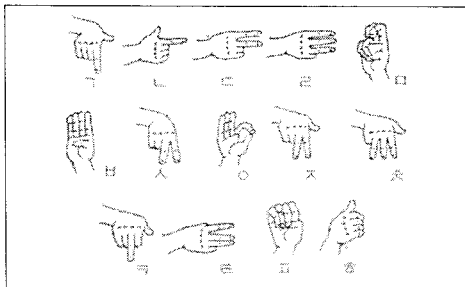


그림 4. 지화의 손 모양

FCM은 하나의 클러스터에 속해져 있는 각각의 데이터들을 클러스터에 대한 데이터의 소속 정도에 따라 분류하는 데이터 분류 알고리즘으

로 Bezdek에 의해 1973년도에 제안되었다. n 개의 벡터의 집합을 c 개의 퍼지그룹으로 분할하고 각 벡터들은 소속정도가 최대가 되는 그룹으로 분류되며 각각의 그룹 안에서 클러스터의 중심을 찾는다[5,6].

FCM은 0과 1사이의 소속정도에 의해서 나타난 소속감 정도를 가지고 주어진 데이터 점이 몇 개의 그룹에 속할 수 있다는 퍼지분할을 사용한다. 즉 퍼지 분할을 적용하기 위해서 소속 함수 U 는 0과 1사이 값을 가지는 요소들을 가지며 데이터 집합에 대한 소속감 정도의 합은 식 3과 같이 항상 1이다.

$$\sum_{i=1}^c u_{ik} = 1, \forall k = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$0 < \sum_{k=1}^n u_{ik} < n$$

FCM의 목적함수는 식 4와 같은 형태를 가지고 있다.

$$J(u_{ik}, v_i) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik}^m (d_{ik})^2 \quad (4)$$

$$d_{ik} = d(x_k - v_i) = \left[\sum_{j=1}^L (x_{kj} - v_{ij})^2 \right]^{1/2}$$

$$v_i = v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{ij}, \dots, v_{iL}$$

여기서, u_{ik} 는 0과 1사이의 수적인 값으로 i 번째 클러스터에 속해져 있는 x_k 의 k 번째 데이터의 소속정도를 나타낸다. v_i 는 i 번째 클러스터의 중심벡터이다. $j(j=1,2,\dots,L)$ 는 특성 공간 상의 변수이다. m 은 소속 함수의 퍼지성의 정도에 대한 영향을 나타내는 지수의 가중치이다. 이 값은 $m \in [1, \infty)$ 와 같은 범위를 가지고 있으며, 분류 공정에서 퍼지성의 양을 제어 하는 파라미터이다. 보통 m 을 2로 설정한다.

FCM 알고리즘은 다음과 같다[7].

[단계 1] 클러스터 개수 $c(2 \leq c \leq n)$ 와 지수의 가중치 m 을 결정한다.

[단계 2] 소속 함수 $U^{(0)}$ 을 초기화 하고, 알고리즘 반복횟수를 $r(r=0,1,2,\dots)$ 로 표시한다.

[단계 3] 다음 식 5를 이용해 퍼지 클러스터의 중심 $\{v_i | i=1,2,\dots,c\}$ 을 구한다.

$$u_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m x_{kj}}{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m} \quad (5)$$

[단계 4] 다음과 같이 새로운 소속 함수 $U^{(r+1)}$ 을 식 6과 같이 계산한다.

$$u_{ik}^{(r+1)} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{d_{ijk}^r}{d_{jk}^r} \right)^{2/m-1}} \text{ for } I_k = 0 \quad (6)$$

또는 $u_{ik}^{(r+1)} = 0$ for all classes i

여기서, $i \in \bar{I}_k$, $I_k = \{ij | 2 \leq c < n, d_{ik}^r = 0\}$ 이고 $\bar{I}_k = 1, 2, \dots, c$ 이다. 그리고 $\sum_{i \in I_k} u_{ik}^{(r+1)} = 1$ 이다.

[단계 5] 식 7에서 $\Delta > \epsilon$ 이면 $r = r + 1$ 로 정하고 [단계 3]로 가서 반복 수행, 그렇지 않으면 종료한다. (ϵ : 임계값)

$$\Delta = \|U^{(r+1)} - U^{(r)}\| = \max_{i,k} |u_{ik}^{(r+1)} - u_{ik}^{(r)}| \quad (7)$$

지화 인식을 하기 위해 적용된 FCM 알고리즘은 그림 5와 같다.

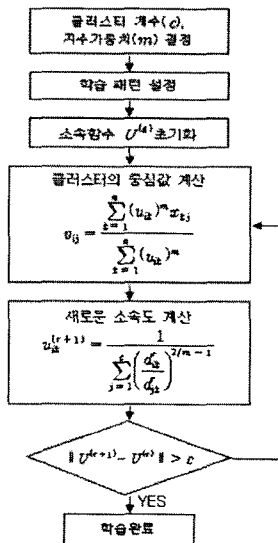


그림 5. FCM 알고리즘

그림 6은 학습에 적용될 학습 패턴을 기억 (ㄱ)부터 히읏(ㅎ)까지 나타낸 것이다.

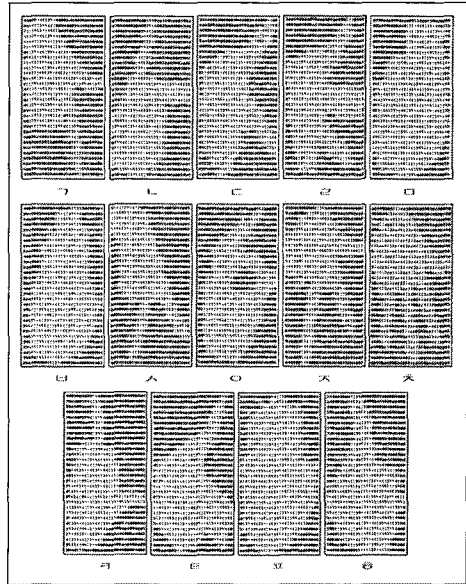


그림 6. 학습에 사용된 지화 패턴

IV. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel Pentium-IV 3GHz CPU와 512MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++ 6.0으로 구현하였고, 화상 카메라는 Microsoft NX-600을 사용하였다. 화상 카메라에서 획득한 지화 영상 60장을 대상으로 성능 평가에 적용하였다.

본 논문에서 제안한 화상 카메라에서 얻어진 원 영상에서의 손 영역 추출 및 지화 패턴 인식 방법을 적용한 결과, 표 1과 같이 60장의 화상 카메라 영상에서 손 영역이 모두 추출되었다. 표 2는 FCM 알고리즘 학습에 사용된 지수가중치와 임계값을 나타내었다.

표 1. 화상카메라에서 손 영역 추출 결과

	제안된 방법 (추출개수 / 영상개수)
손 영역 추출	60 / 60

표 2. 학습에 사용된 지수가중치와 임계값

m	ϵ
100	0.01

지화 패턴 인식을 위해 적용된 FCM 알고리즘의 학습 및 인식 성능을 평가하기 위해 60장의 화상 카메라에서 추출된 손 영역 60개를 학습 패턴으로 적용하였다. FCM 알고리즘으로 지화 패턴을 인식한 결과를 표 3으로 나타내었다. 표 3에서와 같이 지화 패턴 60개 중 54개가 인식되었다. 따라서 FCM 알고리즘이 지화 인식에 있어서 효과적인 것을 확인할 수 있었다. FCM 알고리즘으로 지화 패턴 인식에 실패한 6개의 패턴은 자음 디귤(ㄷ)과 티을(ㅌ), 비읍(ㅂ)과 피읍(ㅍ)등과 같이 지화의 손 모양이 비슷하여 같은 그룹으로 클러스터링 된 경우이다. 그림 7은 지화 패턴 인식에 실패한 패턴들을 나타내었다.

표 3. 지화 패턴 인식 결과 (인식패턴개수 / 패턴개수)

	ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ
인식	5/5	5/5	5/5	5/5	4/5	5/5	5/5
	ㅇ	ㅈ	ㅊ	ㅋ	ㅌ	ㅍ	ㅎ
인식	4/5	5/5	5/5	5/5	4/5	3/5	4/5

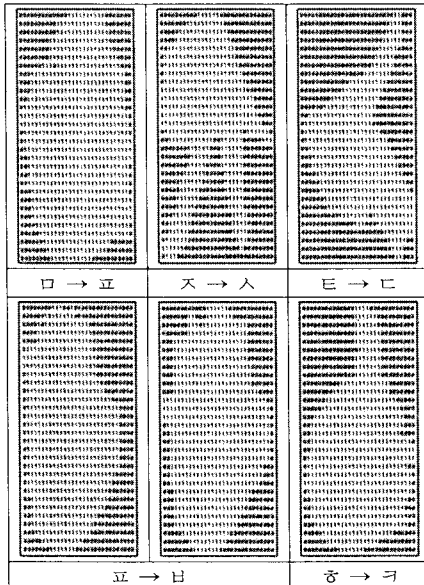


그림 7. 지화 패턴 인식 실패 영상

VI. 결 론

본 논문에서는 FCM을 이용한 지화 인식 방법을 제안하였다. 화상 카메라로 획득된 영상에서 HSI, YCbCr 컬러공간을 이용하여 피부색영역을 추출하였다. 추출된 피부색영역은 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 손 후보 영역을 추출한 후, 추출된 손 영역 안에 생긴 잡음을 레이블링 알고리즘을 적용하여 가장 큰 영역을 제외한 모든 영역을 잡음으로 간주하여 제거하였다. 크기 정보를 이용하여 추출한 객체는 각 객체들의 크기를 비교하여 가장 큰 크기의 객체는 얼굴영역으로 선택하고 나머지 객체는 손 영역으로 선택하여 추출하였다.

추출된 손 영역을 FCM 알고리즘을 적용하여 손의 특징을 분류한 후, 지화 인식에 적용하였다.

제안된 화상 카메라에서의 손 영역 추출 및 지화 패턴 인식 방법을 화상 카메라에서 획득한 60장 영상에 적용한 결과, 60장 영상에서 손 영역이 모두 추출되었다. 추출된 손 영역을 FCM 알고리즘을 적용하여 수화 인식에 적용한 결과, 54장에서 지화 인식에 성공하였다. 지화 인식에 실패한 6개의 패턴은 지화의 손 모양이 비슷하여 FCM 알고리즘으로 특징이 정확히 분류되지 않은 경우이다.

따라서 향후 연구과제로는 FCM 알고리즘을 개선하여 지화의 인식률을 개선할 것이고 지화 뿐만 아니라 지숫자와 같이 다양한 수화 패턴들을 인식할 수 있도록 확장할 것이다.

참고문헌

- [1] Karen Nakamura, "Sign language," The Deaf Resource Library, <http://www.deaflibrary.org/>
- [2] 김광백, 장도원, "ART2를 이용한 수화인식" 디지털엔터테인먼트학회 추계학술발표 논문집, pp.96-99, 2007.
- [3] 김영일, 김정훈, 이용주, "HSI 정보와 얼굴 특징자들의 기하학적 특징각을 이용한 얼굴 인식 알고리즘," 한국정보처리학회 춘계 학술발표 논문집, 제 8권 제1호, pp.859-862, 2001.
- [4] 이준우, 송근원 "피부색 정보를 이용한 적응적 얼굴영역 추출" 한국멀티미디어학회 춘

- 계 학술발표논문집, 제 6권 1호, pp.359-361, 2003.
- [5] K. B. Kim, J. H. Cho, C. K. Kim, "Recognition of Passports Using FCM-Based RBF Network," Lecture Notes in Artificial Intelligence, LNAI 3809, Springer, pp.1241-1245, 2005.
- [6] 이상경, 장동식, "Genetic 알고리즘과 퍼지 c-Means을 이용한 역전파신경망의 패턴인식 성능 개선", 한국군사운영분석학회지, 제 21권 제1호, pp.83-93, 1995.
- [7] 김광백, 정종원, 지식준, 이준탁, "FCM을 이용한 고장전류의 판별에 관한 연구," 전력전자학회, 전력전자학술대회논문집 전력전자학회 2007년도 전력전자학술대회 논문집, pp. 458 ~ 460, 2007