

Feature Point Extraction of Hand Region Using Vision

정 현 석* · 주 영 훈†
(Hyun Suk Jeong · Young Hoon Joo)

Abstract - In this paper, we propose the feature points extraction method of hand region using vision. To do this, first, we find the HcCbCr color model by using HSI and YCbCr color model. Second, we extract the hand region by using the HcCbCr color model and the fuzzy color filter. Third, we extract the exact hand region by applying labeling algorithm to extracted hand region. Fourth, after finding the center of gravity of extracted hand region, we obtain the first feature points by using Canny edge, chain code, and DP method. And then, we obtain the feature points of hand region by applying the convex hull method to the extracted first feature points. Finally, we demonstrate the effectiveness and feasibility of the proposed method through some experiments.

Key Words : Color model, Fuzzy color filter, Labeling, Feature point, Convex hull

1. 서 론

오늘날 현대 사회는 컴퓨터 정보기술의 급진적인 발전으로 일상생활 전반에 걸쳐 컴퓨터화 된 시스템이 급격히 증가하고 있다. 이때, 인간과 컴퓨터간의 원활한 상호작용(HCI : Human-Computer Interaction)을 위해 키보드나 마우스 또는 조이스틱과 같은 장치들을 이용한 인터페이스를 주로 사용한다. 그러나 사용자들은 더욱 편리하고 자연스러운 인터페이스를 요구하게 되었고 이러한 욕구를 충족시키기 위해 영상을 이용한 새로운 인터페이스들이 활발히 연구되고 있다[1, 4-5]. 그 중에서도 인간의 손은 가장 자연스럽게 편리하게 인간과 정보 시스템의 인터페이스를 실현할 수 있어 주목 받고 있다. 손을 이용한 기존의 연구들은 크게 글로브 기반 방법(glove-based method)[2, 3], 비전을 이용한 방법[4, 5]등이 있다. 센서가 장착된 글로브 기반 방법은 정확한 관절의 움직임과 손 위치를 찾아 낼 수 있지만 시스템에 접속하기 위해서는 반드시 연결선이 필요하다는 점과 사용자가 착용해야하는 번거로움과 불편한 문제점을 안고 있어 자연스러운 인터페이스 구축에는 많은 어려움이 있다. 반면 카메라의 입력정보를 받아 처리하는 비전은 인식 방법에 따라 다시 모델 기반방법(model-based method)[6]과, 윤곽선 기반 방법(contour-based method)[7]등으로 분류할 수 있다. 모델 기반 방법은 3차원으로 손동작을 모델링하기 때문에 정확하고 다양한 손동작을 인식할 수 있다. 하지만 계산량

이 많아 실시간 처리를 요구하는 응용에는 적용하기 어려운 단점이 있다. 이에 비해 윤곽선 기반 방법은 2차원 영상 정보를 이용하여 손 영역의 특징을 추출해 손 모양을 인식한다. 이 방법은 2차원 영상을 사용하기 때문에 조도 변화에 민감하게 반응하고 복잡한 배경에서 손 영역을 추출하는데 어려움이 있고 손의 움직임을 분석하거나 손의 자세를 인식하기가 힘들다는 단점이 있다[7]. 현재, 이러한 문제점을 해결하고자 많은 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 상기의 문제점을 해결하고자 새로운 손 영역 특징 점 추출 알고리즘을 제안한다. 먼저, 본 논문에서는 HSI 칼라 모델과 YCbCr 칼라 모델에서 조도 변화에 강한 성분을 추출하여 HcCbCr 칼라 모델을 생성한다. 생성된 HcCbCr 칼라 모델을 퍼지 색상 필터[8]에 적용하여 손 후보 영역을 분할하고 레이블링[9] 방법을 적용하여 정확한 손 영역을 추출한다. 추출된 손 영역의 무게중심(Center of Gravity)를 구한 후에, Candy 에지(Canny edge) 기법과 체인 코드(Chain Code) 기법[10], DP(Douglas-Peucker) 기법[11]을 이용한 전처리 과정을 거쳐 1차 특징 점을 추출한다. 추출된 1차 특징 점을 Convex Hull 기법[12-13]에 적용하여 최종적인 손 영역의 특징 점을 추출한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 손 영역 특징 점 추출 시스템을 설명하고, 3장에서는 제안하는 알고리즘 기법을 설명한다. 4장에서는 실험 내용을, 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

2. 손 영역 특징 점 추출 시스템

본 논문에서는 조도 변화에 강한 칼라 모델과 퍼지 색상 필터의 사용과 윤곽선 정보를 이용한 손 영역의 특징 점 추출 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 그림 1과 같다.

* 준 회원 : 군산대학교 전자정보공학부 석사과정
† 교신저자, 시니어회원 : 군산대학교 전자정보공학부 교수
E-mail : yhjoo@kunsan.ac.kr

접수일자 : 2009년 8월 21일
최종완료 : 2009년 9월 7일
※ 본 논문은 본 학회 2009년 하계학술대회 학술위원회에서 우수논문으로 선정되어 편집위원회 심사 후 본 논문에 게재 되었음.

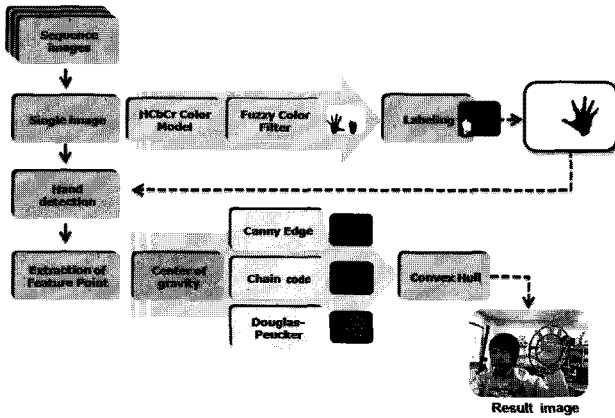


그림 1 손 영역 특징 점 추출 시스템

Fig. 1 System for extracting the feature point of hand region

그림 1의 처리 과정은 다음과 같다: 먼저, CCD 칼라 카메라로부터 입력된 RGB 칼라 정보는 조명의 변화를 줄이기 위해서 정규화 과정을 거친다. 다음, 정규화 된 RGB 칼라 정보는 HCBcr 칼라 모델과 3 입력 1 출력 형태의 퍼지 색상 필터를 적용하여 손 추출에 사용될 피부 영역을 검출한다. 이때, 피부 영역 검출이 끝난 이진화 영상에는 약간의 노이즈가 발생한다. 제한한 시스템에서는 이러한 노이즈는 모폴로지(Morphology) 필터링을 수행하여 제거한다. 최종적인 손 영역을 추출하기 위해서 레이블링 기법으로 객체를 구한 후, 각 객체에 대해서 크기 필터링(size filtering)을 하여 일정 크기 이하의 개체는 제거함으로써 최종적인 손 영역을 추출한다. 추출된 손 영역은 무게 중심법을 사용하여 무게중심을 추출하고 Canny edge 기법과 Chain Code 기법, DP기법등의 전처리 과정을 거쳐 1차 특징 점을 추출한다. 추출된 1차 특징 점을 Convex Hull 기법에 적용하여 최종적인 손 영역 특징 점을 추출한다.

3. 비전을 이용한 손 영역 특징 점 추출

3.1 강인한 색상 모델 생성

조도의 변화에 강인한 HCBcr 칼라 모델을 생성하기 위해서는 일반 RGB 칼라 모델을 이용하여 HSI 칼라 모델과 YCbCr 칼라 모델을 생성한다. 먼저, RGB 칼라 모델은 빛의 삼원색인 빨강, 녹색, 파랑의 축을 기반으로 한 색상 모델이다. 이용된 RGB 칼라 모델은 그림 2와 같이 3차원 입방체로 나타난다. 검정색은 원점이고 흰색은 입방체의 반대 끝쪽이다. 명암도는 검정색에서 흰색으로 이어지는 선을 따라서 표현된다. 색상 채널당 8비트를 가지는 총 24비트 색상 그래픽 시스템에서 빨강색은 (255, 0, 0)이다, 색상 입방체 상에서는 (1, 0, 0)으로 표현된다.

일반 RGB 칼라 모델은 조도 변화에 민감하여 정확한 연산을 수행하기가 어렵다는 단점이 있다. 따라서, 조명의 변화를 줄이기 위해서 r, g, b 각각의 성분 값을 세 성분 값의 합으로 나누어 주는 정규화 과정을 거친다. 만약, $r+g+b \neq 0$ 이고 $R=G=B=0$ 이 아니면, 정규화 과정은 다음과 같다.

$$R = \frac{r}{(r+g+b)}, G = \frac{g}{(r+g+b)}, B = \frac{b}{(r+g+b)} \quad (1)$$

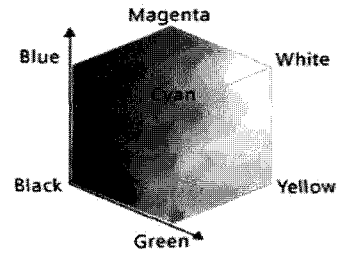


그림 2 RGB 칼라 모델

Fig. 2 RGB color model

다음, 조도 변화에 강인한 칼라 모델을 얻기 위해 HSI 칼라 모델과 YCbCr 칼라 모델에서 조도의 변화에 강인한 색 성분을 추출한다. HSI 칼라 모델은 밝기 성분인 Intensity를 분리해 낼 수 있어서 조도의 변화로 인한 색상의 왜곡을 최소화 할 수 있고 Hue와 Saturation 성분은 인간이 칼라를 인식하는 방법과 아주 유사하다는 장점을 가지고 있다. YCbCr 칼라 모델도 밝기의 정보가 색채 성분에서 분리되어 있으므로 조도의 변화가 상당히 있더라도 색채의 변화는 많지 않다는 장점을 가지고 있다. 이 두 칼라 모델의 장점을 이용하여 조도의 변화에 강인한 칼라 모델을 생성한다. 그러나 각각의 칼라 모델 성분들은 조도에 따라 변하는 정도나 표현 될 수 있는 색의 영역이 다르다. 따라서 본 논문에서는 조도의 변화에도 민감하지 않고 피부색에 대해 밀집도가 큰 색 공간을 추출하는 실험적인 방법을 사용한다.

즉, 조도의 변화에 민감한 정도를 알아보기 위해 동일 조건에서 조도만 변화시킨 영상으로 각 칼라 모델의 피부색 성분을 히스토그램으로 표현하여 피부색 분포를 비교 분석한 결과 HSI 칼라 공간에서는 H, S, I 성분 중에 H 성분이 다른 성분보다 밀집도가 크고 조도의 변화에 거의 변화가 없는 것을 실험을 통해 확인 할 수 있었다. 또한, YCbCr 칼라 공간의 히스토그램 피부색 분포 결과는 Y 성분을 제외한 Cb, Cr 성분의 값이 밀집도가 크고 조도의 변화에 따른 변화가 거의 없다는 결과를 얻었다. 따라서 H, Cb, Cr 각 성분 값은 정규화 된 R, G, B 값을 이용하여 식 (2)와 같이 구한다.

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

$$Cb = -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B$$

$$Cr = 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B$$

$$H \in [\pi, 2\pi] \text{ for } B > G$$

$$\text{range} \rightarrow H = [0, 360]$$

$$h = H \times 180/\pi$$

3.2 손 후보 영역 검출 - 퍼지 색상 필터

상기 추출된 HCBcr 칼라 모델은 조명 변화에 강인하지만 사람마다 각기 다른 피부색을 가지고 있어 다양한 사람의 피부색 차이에 대해 정확한 피부색을 추출하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서는 다양한 실제 피부색 정보를 이용하여 퍼지 색상 필터를 설계하여 사용한다[8]. 퍼지 색상 필터는 다음과 같은 퍼지 규칙으로 구성된다.

$$R_i: \text{IF } H \text{ is } M_{i1} \text{ and } C_b \text{ is } M_{i2} \text{ and } C_r \text{ is } M_{i3}, \quad (3)$$

$$\text{THEN } y_i(x) = a_i$$

식 (3)에서 전반부 변수 H, Cb, Cr는 HCBcr색상을 나타내는 입력, 즉, 제어대상 시스템의 현재 상태이고, M_{i1}, M_{i2}, M_{i3} 는 각 색상에 해당되는 가우시안 멤버쉽 함수를 나타낸다. 최종 퍼지 규칙의 최종 출력 $I(x)$ 은 다음과 같다.

$$I(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^3 \mu_{M_{ij}}(x_j)) a_i}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^3 \mu_{M_{ij}}(x_j))} \quad (4)$$

여기서, $\prod_{j=1}^3 \mu_{M_{ij}}(x_j)$ 는 규칙의 적합도를 나타내며 최종적으로 퍼지 색상 필터의 출력 $\hat{I}(x)$ 은 다음과 같은 결정 함수로 계산된다.

$$\hat{I}(x) = \gamma u(I(x) - I_{\min}) \quad (5)$$

여기서, $\hat{I}(x)$ 는 입력 픽셀이 x 일 때 색상 필터가 적용된 픽셀이다. γ 는 흑백 영상을 위한 오프셋 값이며, I_{\min} 는 손 영상으로 분류하기 위한 최소값을 나타낸다. n 개의 학습을 위한 데이터 $D = [d^1, \dots, F_d^1, \dots, d^n, F_d^n]^2$ 가 주어졌을 때, 염색체의 적합도 함수(fitness function)은 다음과 같다.

$$\text{Fitness function} = \sum_{i=1}^n (\hat{F}(d^i) - F_d^i)^2 \quad (6)$$

여기서, F_d^i 는 i 번째 데이터의 출력이다. 퍼지 색상 필터를 동정하기 위해서 유전 알고리즘을 이용한 색상 필터 동정 기법을 사용하였다. 그림 3은 동정에 사용된 9개의 손 피부색 색상을 도시하였다.

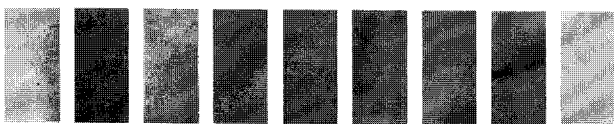


그림 3 퍼지 색상 필터 학습을 위한 손 피부색 샘플
Fig. 3 Skin sample for learning fuzzy color filter

그림 3에 나타난 피부색을 이용하여 최종 동정된 퍼지 모델은 그림 4(a)에 나타내었다. 그림 4(b)와 같은 영상을 동정한 퍼지 필터를 이용해 필터링한 결과 영상은 그림 4(c)에 도시하였다.

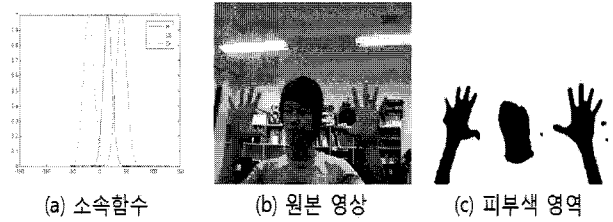


그림 4 동정된 소속함수와 결과 영상의 예
Fig. 4 Identified membership functions and example of result image

3.3 Labeling 기법을 이용한 손 영역 추출

퍼지 색상 필터를 통해 추출된 피부영역 중 손 영역과 얼굴 영역을 분리하기 위해 본 연구에서는 라벨링 기법을 사용한다. 즉, 한 화소가 다른 화소들에 연결되어 있는지의 여부를 알기 위하여 그림 5(a)와 같이 8-Connectivity 기법을 사용하여 손 후보 영역을 라벨링 한다. 라벨링 된 영상에서 손 영역의 크기보다 일정크기(th) 이하의 라벨은 식 (7)에 의해 잠음으로 판단하여 제거하여 최종적인 손 영역을 추출한다.

$$f(x) = \begin{cases} 255, & \text{labelsize} \geq th \\ 0, & \text{other} \end{cases} \quad (7)$$

그림 5(b)는 임의의 영상을 라벨링 한 결과 영상을 보여준다.

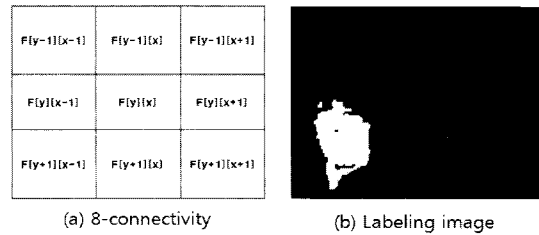


그림 5 Labeling 기법을 이용한 손 영역 추출
Fig. 5 Hand region extraction using labeling method

3.4 손 영역의 중심 점 추출

본 연구에서는 추출된 손 영역을 이용하여 특징점을 추출하기 위해서 먼저 손 영역의 무게 중심을 구하여 이를 중심으로 손 영역의 특징점을 구하는 방법을 사용한다.

추출된 손 영역에서 무게중심은 식 (8)과 같이 픽셀들의 합으로 나타낼 수 있다.

$$M_{00} = \sum_x \sum_y I(x,y) \quad (8)$$

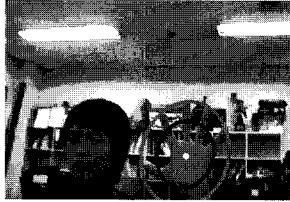
여기서, $I(x,y)$ 가 영상의 x, y 위치에서 픽셀의 값을 나타낼 때 식 (9)를 이용하여 다음과 같이 손의 1차 모멘트를 구할 수 있다.

$$M_{01} = \sum_x \sum_y xI(x,y), \quad M_{10} = \sum_x \sum_y yI(x,y) \quad (9)$$

식 (9)를 이용하면, 손의 중심점은 다음 식으로 구한다.

$$x_c = \frac{M_{10}}{M_{00}}, \quad y_c = \frac{M_{01}}{M_{00}} \quad (10)$$

그림 6은 이와 같은 방법으로 구한 손 영역의 중심을 구한 영상의 예를 도시한 그림이다.



(a) Center of gravity

그림 6 손 영역의 무게 중심 영상
Fig. 6 COG image of hand region

3.5 Canny-edge를 이용한 손 영역 윤곽선 추출

손 영역의 윤곽선 정보를 이용하여 특징 점을 추출하기 위해서 Canny-edge 기법을 이용한다. 먼저, 영상에서 잡음의 영향을 최소화하기 위해서 Gaussian 필터링을 수행한다. 식 (11)과 같이 가우시안 필터링을 하면, 평활화 된 영상이 만들어진다.

$$S(x,y) = G(x,y;\sigma) * I(x,y) \quad (11)$$

1차 미분 연산자를 통해 에지를 검출은 다음과 같다.

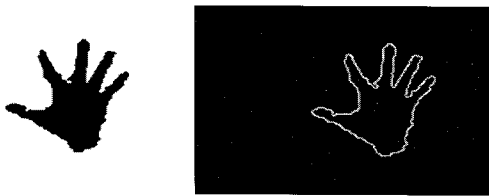
$$\begin{aligned} P(x,y) &= (S(x,y+1) - S(x,y) \\ &\quad + S(x+1,y+1) - S(x+1,y))/2 \\ Q(x,y) &= (S(x,y) - S(x+1,y) \\ &\quad + S(x,y+1) - S(x+1,y+1))/2 \end{aligned} \quad (12)$$

각 화소에 대한 기울기와 크기는 다음과 같이 계산하다.

$$\text{Angle} : \theta(x,y) = \tan^{-1} \frac{Q(x,y)}{P(x,y)} \quad (13)$$

$$\text{Magnitude} : M(x,y) = \sqrt{P^2(x,y) + Q^2(x,y)} \quad (14)$$

그림 7(a)과 같은 영상에 Canny-edge 기법을 적용하여 추출한 손의 윤곽선은 그림 7(b)에 도시하였다.



(a) Hand image (b) Canny Edge

그림 7 Canny edge 기법을 이용한 윤곽선 추출
Fig. 7 Edge extraction using Canny edge

3.6 Chain code와 Douglas Peucker를 이용한 손 영역의 윤곽선 근사화

본 연구에서는 1차 윤곽선 근사화 방법으로 Chain code 기법을 사용한다. 즉, 3.5절에서 구한 윤곽선 데이터로부터 시계방향으로 시작점에서 끝점까지의 곡선을 구하기 위해 각 방향에 대해 그림 8(a)와 8(b)에서 나타난 8-방향 체인코드로 코딩한다. 코딩된 윤곽선은 그림 8(c)와 같이 부호화되어 윤곽선을 근사화한다. 이러한 체인코드는 연결된 화소들의 방향에 대한 정보를 알고 있기 때문에 특징들을 검출하는데 용이하다. 또한 시작점을 기준으로 하여 주축 진행 방향과 다른 성분을 제거 할 수 있다.

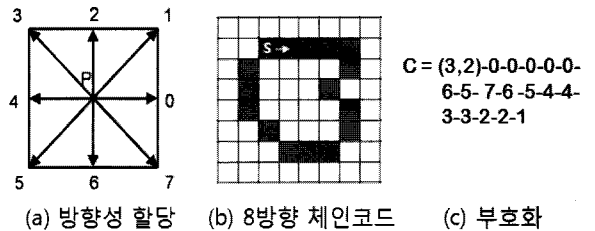


그림 8 8-방향성 체인코드
Fig. 8 8-direction Chain code

또한, 본 연구에서는 2차 윤곽선 근사화 기법으로 DP 알고리즘을 사용한다. 이 알고리즘은 양 끝점의 직선과 각 꼭지점과의 수선의 길이를 측정하여 윤곽선을 단순화 할 수 있다. 절차는 그림 9와 같다.

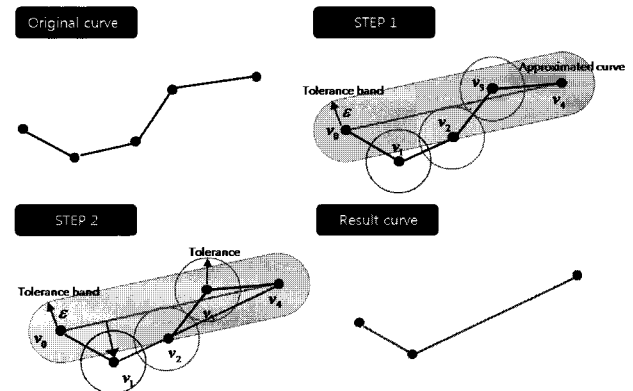


그림 9 Douglas-Peucker 알고리즘
Fig. 9 Douglas-Peucker Algorithm

먼저 두 양 끝점(v_1, v_4)을 직선으로 연결하고 단순화 정도를 결정하는 최소기준치의 허용 밴드(tolerance band, ϵ)를 끝점(v_1, v_4)에 씌운다. 그 후, 사이에 존재하는 점($v_n \dots v_{n+1}$)들이 직선에 내린 수선의 길이를 측정하여 최대길이를 갖는 점을 구한다. 그 점이 허용 밴드 외부에 존재할 경우 새로운 끝점 가운데 하나로 설정하여 전 단계의 과정을 반복하여 임계 띠보다 큰 수선을 갖는 점들을 선택하여 선형단순화가 이루어진다. 그림 10(a)와 같은 영상에 DP 알고리즘을 적용하면 그림 10(b)와 같은 영상을 얻을 수 있다.

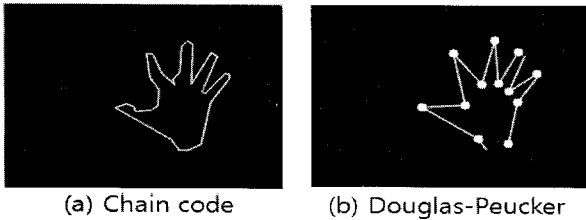


그림 10 Douglas-Peucker을 이용한 윤곽선 근사화
Fig. 10 Edge approximation using Douglas-Peucker

3.7 Convex Hull을 이용한 손 끝점 추출

손 끝점들을 추출하기 위해 본 논문에서는 Convex hull 기법을 사용한다. Convex hull은 그림 11과 같이 입력은 점들의 집합으로 이루어 지고 출력은 이들의 점을 모두 포함하는 다각형의 형태로 이룬다. 이러한 Convex hull은 동일한 성질의 포인트들의 집합의 외곽 정보를 구하는데 매우 효과적이다.

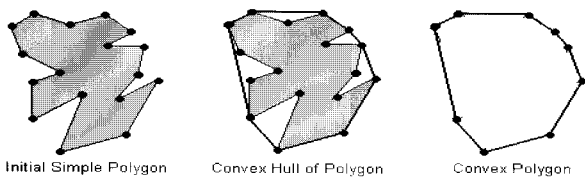


그림 11 Convex-Hull을 이용한 특징 점 추출 방법
Fig. 11 Feature point extraction method using Convex-Hull

본 논문에서는 DP기법을 거친 손 영역의 윤곽선에는 다수의 포인트가 추출된다. 이러한 포인트들은 Convex hull 기법으로부터 각각 포인트들에 대하여 고유 번호를 부여한다. 그 중 손 끝에 해당되는 중요한 포인트 그룹의 경계선을 최종적으로 추출한다.

4. 실험 및 결과 고찰

본 논문에서 제안한 방법의 우수성을 보이기 위해 320x240, 24bit의 RGB 칼라 영상을 이용한다. 먼저, 그림 12(a)는 실험에 사용된 원 영상을 나타낸다. 먼저, 원 영상에 HCbCr 칼라 모델과 퍼지 색상 필터를 적용시켜 검출한 손 후보 영역은 그림 12(b)와 같고, 레이블링 기법을 사용하여 얼굴과 손 영역을 분리한 실험 결과는 그림 12(c)에 나타내었다.

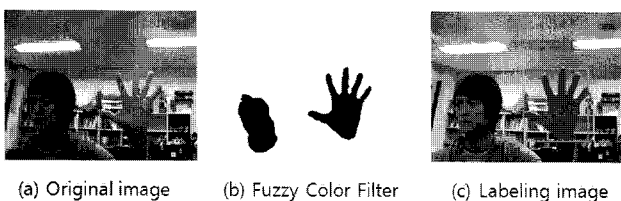


그림 12 퍼지 색상 필터 및 레이블링 이미지
Fig. 12 Fuzzy color filter and Labeling image

그림 12(c)에서 손 영역만을 추출하면 그림 13(a)와 같은 영상을 구할 수 있다. 이 영상에 Canny edge를 이용하여 손 영역의 윤곽선을 추출한 영상은 그림 13(b)와 같다. 이때 추출된 손 영역의 윤곽선은 체인 코딩할 때 이용된다.

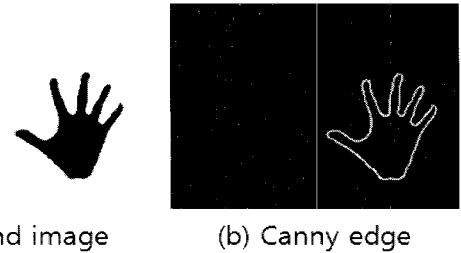


그림 13 Canny Edge 기법을 이용한 윤곽선 추출
Fig. 13 Edge extraction using Canny Edge

그림 14(a)는 그림 13(b)의 윤곽선 정보로부터 체인 코드를 이용하여 추출한 영상이다. DP기법은 체인 코드된 윤곽선을 정보를 이용하여 윤곽선을 근사화한 후 코너 포인트를 추출하였다. 결과 영상은 그림 14(b)와 같다.

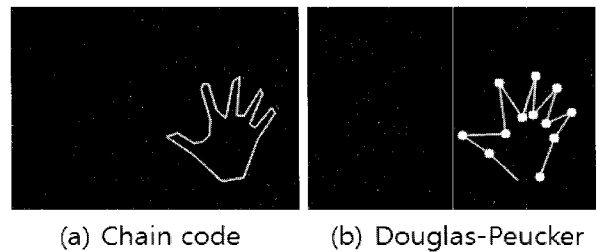


그림 14 체인 코드 및 DP기법
Fig. 14 Chain code and Douglas-Peucker

마지막으로, 그림 14(b)에서 추출된 다수의 포인트는 Convex Hull 기법을 이용하여 손끝에 해당되는 포인트들을 추출한다. 그림 15을 통해 추출 결과를 확인 할 수 있다.

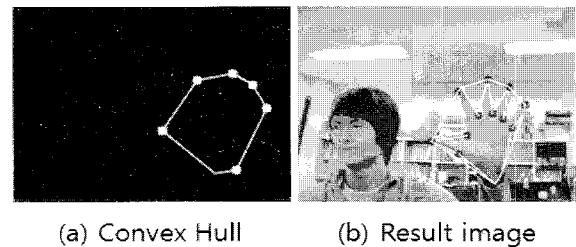


그림 15 Convex Hull 및 결과 영상
Fig. 15 Convex Hull and Result image

추출된 손 영역 특징 점을 이용하여 입력 영상에 대한 특징 점 좌표와 윈도우 마우스 포인터 좌표를 추출한다. 특징 점 좌표는 엄지, 검지, 중지, 약지, 손 중심 이렇게 5개의 특징 점 좌표를 구할 수 있다. 상기 실험 과정은 그림 16에 도시되었다. 상기 그림에서 볼 수 있듯이 본 논문에서 제안한 손 영역 특징 점 추출 알고리즘은 실제 적용이 가능하다는 것을 알 수 있다.

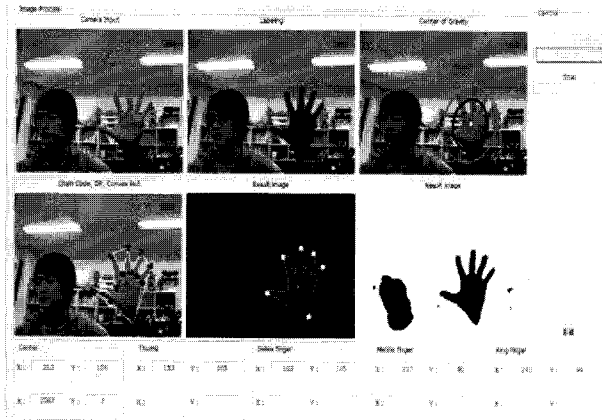


그림 16 손 영역의 특징 점 추출 시스템
 Fig. 16 System for extracting feature point of hand region

5. 결 론

본 논문에서는 강인한 손 영역 특징 점 추출 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 다음과 같다: 먼저, CCD 카메라에 의하여 입력된 칼라 영상에 HCbCr 칼라 모델과 퍼지 색상 필터를 이용하여 손 후보 영역을 추출하였다. 그리고 최종적인 손 영역을 레이블링 기법을 통해 추출하였다. 그 후, 추출된 손 영역의 실루엣을 히스토그램 기법에 적용하여 손 영역 내의 COG를 추출한 다음 손 영역 특징 점 추출을 위해 Canny edge 기법과 Chain Code 기법, DP 기법들을 이용하여 1차 특징 점을 추출하였다. 추출된 1차 특징 점을 Convex Hull 기법 사용하여 손 영역의 특징 점을 매우 효과적으로 추출하였다. 마지막으로, 복잡하고 다양한 실내 환경에서의 실험을 통해 그 응용 가능성을 증명하였다.

참 고 문 헌

[1] V. I Pavlovic, R. Sharma, and T.S. Huang, "Visual interpretation of hand gestures for human-computer interaction : a review", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 10, No. 7, 1997.

[2] M. Ishikawa and H. Matsumura, "Recognition of hand-gesture based on self-organization using a data glove", ICONIP '99, Vol. 2, pp.739-745, 1999.

[3] S.S. Fels and G.E. Hinton, "Glove-talk: A neural network interface between a data glove and a speech synthesizer", IEEE Trans. Neural Networks, Vol. 4, No. 1, pp .2-8, Jan. 1993.

[4] V. I Pavlovic, R. Sharma, and T. S. Huang, "Visual interpretation of hand gestures for human-computer interaction: A review", IEEE PAMI, Vol. 19, No. 7, pp.667-695, 1997.

[5] J. M. Rehg and T. Kanade, "DigitEyes: vision-based hand tracking for human-computer interaction", Proceedings of the 1994 IEEE Workshop on, pp.16-22, Nov, 1994.

[6] J. Lee and T.L. Kunii, "Model-based analysis of hand posture", Computer Graphics and Application. IEEE, Vol. 15, pp.77-86, Sept, 1995.

[7] 이길만, 문대성, 김성옥, 김민환, "실생활 환경에서의 손 동작 인식 및 추적 방법", 한국멀티미디어학회 추계학술대회, Vol. 2 No. 2, pp.577-582, 1999

[8] M. H. Kim, J. B. Park, and Y. H. Joo, "Automatic Extraction of Facial Region Using Fuzzy Color Filter", Int. Sym. on Advanced Intelligent Systems, pp. 435-441, 2005, 10.

[9] R. M. Haralick and L. G. Shapiro, "Computer and robot vision", Addison-Wesley, 1992.

[10] G. Q. Lu, H. G. Xu, and Y. B. Li, "Line detection based on chain code detection", Vehicular Electronics and Safety, 2005. IEEE Int. Conf., pp. 98-103, Oct, 2005.

[11] J. Hershberger and J. Snoeyink, "Speeding up the Douglas-Peucker line simplification algorithm", Proc. 5th Symposium on Data Handling, pp. 134-143, 1992.

[12] D. Avis and G. T. Toussaint, "An optimal algorithm for determining the visibility of a polygon from an edge", IEEE, Vol. C-30, pp. 910-914, Dec, 1981.

[13] <http://opencvlibrary.sourceforge.net>

저 자 소 개



주 영 훈 (周 永 焄)

1958년 6월 25일생. 1982년, 1984년, 1995년 연세대학교 전기공학과 졸업 (공학사, 공학석사, 공학박사). 1986-1995년 삼성 전자(주) 생산기술센터 팀장, 1995년~현재 군산대학교 전자정보공학부 정교수. 1998~1999년 미국 휴스턴대학 박사후박

사, 2009년 현재, 대한전기학회 정보제어부문회 편집위원장, 한국지능시스템학회 회장, Int. Journal of Control, Automation, and Systems(IJCS) Editor.

Tel : 063-469-4706

E-mail : yhjoo@kunsan.ac.kr



정 현 석 (丁 炫 碩)

1984년 12월 04일생. 2009년 군산대 전기 전자제어학과 졸업. 2009년~현재, 동 대학원 전기전자제어학과 석사과정.

Tel : 063-469-4706

E-mail : kacaco@kunsan.ac.kr