

# 얼굴의 특징을 이용한 캐리커처 생성에 관한 연구

오승하\*, 임 현\*, 박순영\*, 김일수\*\*, 박호성\*\*\*

\*목포대학교 전자공학과, \*\*목포대학교 기계공학과, \*\*\*(주)이노텍

## A study on the Caricature Generation using Face Features

S. H. Oh\*, H. Lim\*, S. Y. Park\*, I. S. Kim\*\*, H. S. Park\*\*\*

\*Dept. of Electronics Engineering, Mokpo National Univ.

\*\*Dept. of Mechanical Engineering, Mokpo National Univ., \*\*\*Inotec Co. Ltd.

E-mail: circuit-jane@hanmail.net, sypark@chungkye.mokpo.ac.kr

### 요약

본 논문에서는 얼굴의 특징 추출을 이용해서 캐리커처를 자동으로 생성하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 사진이나 카메라를 이용해서 입력된 영상으로부터 색상정보를 이용하여 얼굴영역을 검출하고 얼굴의 기하학적인 구조를 이용해서 유전자 알고리즘의 추정 파라미터를 설정하여 최적의 특징 점의 위치를 검출한다. 검출된 특징 점 위치를 이용하여 눈, 코, 입, 눈썹, 머리카락 등 얼굴의 특징이 되는 구성요소를 추출한다. 마지막으로 얼굴의 윤곽선을 구한 다음 추출된 얼굴의 구성요소들을 합성하여 간단하면서도 개인의 특징을 잘 반영할 수 있는 캐리커처를 생성한다.

### 1. 서론

최근 영상처리에서 얼굴 인식 및 검출관련 분야는 다양한 응용분야가 제시됨에 따라 관심의 폭이 더욱 높아지고 있다. 얼굴 인식의 응용분야가 다양해지면서 개인의 개성을 살릴 수 있는 캐리커처에 대한 연구도 활발해졌다. 캐리커처는 사람의 얼굴을 의인화한 것으로 애니메이션, 캐릭터 산업, 온라인 게임 등에 이용될 수 있으며 이러한 응용과 관련하여 캐리커처 생성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근의 캐리커처에 관한 연구는 얼굴의 특징을 나타내고 거기에 감성정보를 입력하여 표정을 가진 캐리커처를 생성하는 정도까지 발전하였으나 국내의 경우는 얼굴의 대략적인 특징을 나타낼 수 있는 정도이다.

캐리커처를 생성하는 방법에는 얼굴의 인상을 표현하는 linguistic term을 이용한 방법[1][2], 퍼지집합을 이용한 파라미터를 가지고 표현하는 방법[3][4] 등이 연구

되었다.

본 논문에서는 사진이나 카메라를 이용해서 입력된 영상으로부터 색상정보를 이용하여 얼굴을 검출하고, 이 검출된 얼굴영상에서 눈, 코, 입, 눈썹, 머리카락 등의 구성요소를 추출한다. 그 다음에 이 구성요소들을 강조해서 캐리커처를 변형하는 방법을 이용한다. 본 논문에서는 이러한 실제 얼굴의 구성과 그에 따른 특징 추출을 이용해서 캐리커처를 생성하는 것을 목적으로 한다.

### 2. 얼굴 구성요소에 의한 캐리커처 생성

얼굴 영상에서 각각의 구성요소를 이용하여 캐리커처를 생성하려면 기본적으로 배경에서 얼굴영역을 분리하고 얼굴을 구성하는 각 요소의 특징을 추출하는 것이 필요하다. 이 장에서는 전체 영상에서 배경으로부터 얼굴 영역을 검출하는 방법에 대해 기술한다.

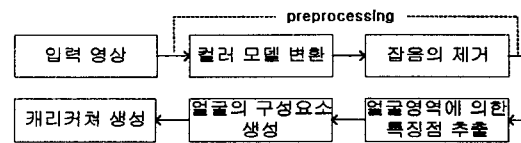


그림 1. 캐리커처 생성 알고리즘 블록도

그림 1은 본 논문에서 제안하는 캐리커처 생성 알고리즘의 블록도이다.

먼저 입력영상에서 얼굴영역을 분리하기 위해서 영상의 전처리가 필요하다. 일반적인 컬러 영상은 RGB의 세 가지 색상모델로 구성되는데 이는 조명의 변화에 민감하므로 본 논문에서는 색깔에 대한 정보 대신에 조명의 영향 등을 무시할 수 있고 사람의 시각정보를 가장

잘 나타낼 수 있는 HSI 컬러모델로의 변환이 요구된다. 또한 영상에서 얼굴영역을 검출하기 위한 전처리과정으로 contrast stretching과 average filter를 이용해서 얼굴의 명암을 선명하게 한다. contrast stretching은 영상의 명암도를 개선하는 방법으로써 눈, 코, 입의 특징을 추출하기 위해 얼굴영상의 명암을 선명하게 하고 average filter를 이용해서 잡음을 제거한다.[5]

다음으로 전체 영상의 배경으로부터 얼굴영역 분리하는데 색상정보를 이용하여 얼굴영역을 검출한다. 분리된 얼굴영역에서 유전자 알고리즘을 이용하여 눈과 입에 대한 특징 점을 추출하고 그 결과로써 눈, 코, 입, 눈썹, 머리카락 등의 얼굴 구성요소들을 검출한다. 그 다음으로 luminance sensitivity와 에지 검출을 이용해 얼굴의 윤곽선을 추출하고 눈과 입의 간격에 따른 턱의 위치를 파악하여 턱에 대한 윤곽선을 추출한다. 캐리커처 생성은 얼굴의 윤곽선에 추출된 특징을 첨가하고 구성요소에 파라미터를 설정해 분석한 다음 특징을 자세히 표현하는 방법을 사용하여 자연스러운 영상을 합성한다.

### 3. 얼굴의 구성 요소

얼굴에는 개인에 대한 수많은 특징들이 존재한다. 특히 우리는 어떤 사람의 얼굴을 인식할 때 가장 먼저 그 사람의 전체적인 인상을 기억하기 위해 얼굴에서의 특징이 될 수 있는 눈, 코, 입, 얼굴 윤곽, 머리모양 등에 대해 간단히 살펴보게 된다. 그러므로 캐리커처에 대한 가장 간단하고 강력한 방법은 개인에 대한 각 특징들을 파악하고 그 특징을 강조하여 표현하는 것이다.

#### 3.1 특징점 및 구성요소 추출

사람의 얼굴에서 가장 뚜렷한 특징으로는 두 눈과 입이 있으며 두 눈과 입 사이에 코, 눈 위에 눈썹이 있는 구조로 되어 있다. 그 중에서도 두 눈과 입은 사람의 얼굴에 대한 가장 많은 정보를 포함하고 있을 뿐만 아니라 다른 특징들에 비하여 가장 뚜렷하게 나타나므로 얼굴 특징 점을 추출하기 위해서는 눈 영역과 입 영역을 찾는 것이 중요하다.

얼굴의 구조는 두 개의 눈 영역과 하나의 입 영역으로 구성되어 있으며 각 눈 위에 눈썹과 입 위에 코 등이 있다는 기하학적인 관계성을 이용하여 특징들을 하나의 템플릿으로 구성한다.

기하학적인 얼굴 구조를 이용하여 특징을 추출하기 위하여 먼저 유전자 알고리즘의 파라미터에 의해 설정된 각 특징들의 크기와 특징들간의 거리 정보를 이용하여 얼굴 모양과 유사한 타원형의 템플릿을 그림 2와 같이 설정한다.

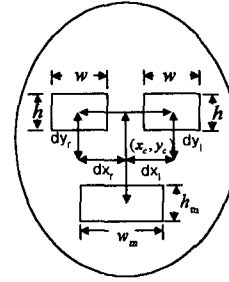


그림 2. 기하학적인 얼굴의 구조

눈의 모양을 비교하기 위하여 유전자 알고리즘의 파라미터에 의해서 설정된 영역에 대하여 크기, 회전, 이동 등의 변화에 불변인 7개의 invariant moments를 계산하여 좌우 눈 영역에 대한 모양을 비교한다.

검출된 얼굴영역으로부터 중심 좌표  $(x_c, y_c)$ 를 구하고 중심 좌표와 두 눈과의 수직거리  $(dy_l, dy_r)$ , 수평거리  $(dx_l, dx_r)$ , 눈과 입 영역의 폭  $(w_k)$ 과 높이  $(h_k)$  및 두 눈의 중심과 입 사이의 거리  $(em)$ 등을 개체의 파라미터로서 설정하였으며 그에 따른 적합도에 따라 두 눈과 입의 위치를 검출하게 된다.[6]

얼굴에 대한 영상 신호를  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 라고 하면 유전자 알고리즘으로 구한 얼굴의 특징 검출에 의해 눈의 위치는  $(x_{e1}, y_{e1})$ ,  $(x_{e2}, y_{e2})$  그리고 입의 위치는  $(x_m, y_m)$ 이 된다. 여기서 일반적인 얼굴의 구조를 이용하여 각 구성요소의 국부적 창(window)의 크기는 눈과 입의 간격을 이용하여 다시 설정할 수 있다.

여기서 눈 사이의 간격을  $x_d = x_{e2} - x_{e1}$ , 눈과 입의 간격은  $y_d = y_m - (y_{e1} \text{ or } y_{e2})$ 이 된다. 결국, 본 논문에서 찾고자 하는 눈의 영역은 가로  $x_{es} = 2/3 \times x_d$ , 세로  $y_{es} = 1/2 \times x_d$  크기를 갖게 되며 입의 영역은  $x_{ms} = x_d$ 와  $y_{ms} = 2/3 \times y_d$ 의 크기를 갖게 된다.  $y_{ms}$ 의 크기가  $y_d$ 의 2/3을 차지하는 것은 입을 벌리고 있는 경우 등의 모든 국부적인 크기를 고려한 결과이다. 그림 3에 눈과 눈썹, 입에 대한 검출과정과 윤곽선을 형성하는 특징 점 추출 블록도를 보여준다.

먼저 국부적 창에 대한 신호  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_k\}$ ,  $k$ 는 국부적 창의 크기라고 하면 창 내의 gray 값에 대한 통계적 값인 평균값  $\mu = E[W]$ 과 분산  $\sigma^2 = E[(W - \mu)^2] = E[W^2] - \mu^2$ 을 이용하여 threshold  $\lambda = \mu - \sigma^2$ 를 구할 수 있다. 여기서 구한  $\lambda$ 는 식 (1)

에 의해 이진화된 영상으로 얻을 수 있다.

$$B = \begin{cases} 0 & \text{if } w_i \geq \lambda \\ 1 & \text{o.w.} \end{cases} \quad (1)$$

또한 threshold에 의한 이진 영상의 결과에 sobel 연산자를 이용한 에지를 검출하여 구하고자하는 영역이 아닌 영역을 제거할 수 있다.

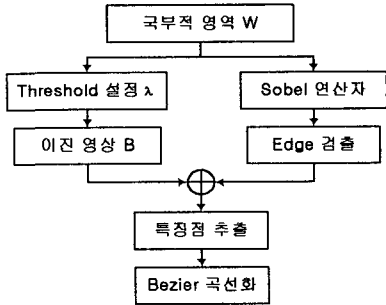


그림 3. 윤곽선 형성을 위한 특징 점 추출 블록도

결국 그림 3은 얼굴에서 국부적으로 구성된 눈과 입의 결과로부터 threshold에 의한 이진화 영상과 sobel 연산자에 의한 결과를 합성하여 두 영역에 모두 속한 픽셀의 위치를 특징 점으로 구할 수 있다. 특징 점은 눈과 같은 경우 상위곡선과 하위곡선의 이어짐으로 모양을 잡을 수 있으므로 두 곡선에 대한 5개씩의 특징 점을 구하게 된다. 본 논문에서는 Bezier 곡선을 이용하므로 양쪽 끝점에 대한 점과 상위 곡선과 하위 곡선을 그릴 수 있는 중간의 세 점을 합한 5개의 제어 점  $C = \{c_1, \dots, c_5\}$ 를 Bezier 곡선에 대한 제어 점(control point)에 입력한다. 결국 추출된 특징 점을 이용하여 눈과 입의 양쪽 끝점에서 상위 곡선과 하위 곡선에 대해 Bezier 곡선을 수행함으로써 눈과 입에 근사하게 대응되는 모양의 결과를 얻을 수 있다.

### 3.2 얼굴 윤곽과 머리카락 모양

얼굴영역에서 윤곽선을 검출하는 것은 HS성분에 의한 얼굴영역의 대략적 모양정보에 luminance sensitivity에 의한 각 픽셀들의 변화량을 이용하여 유사한 얼굴의 제어 점을 이어줌으로써 윤곽선을 추적할 수 있다. 머리카락은 영상에서 명암이 질음과 gray 값의 일정한 분포를 이용한 region growing 방법을 이용하여 머리카락의 분포영역을 추출한다.

#### 3.2.1 얼굴 윤곽

얼굴 모양의 형태는 천차만별이라 할 정도로 다양하게 분포하고 있다. 이렇듯 다양한 얼굴을 표현하기 위

해서 기존의 캐리커처를 생성하는 연구들은 몇 종류의 표준 모양을 설정하여 그려주는 방법을 택했다. 본 논문에서는 얼굴의 윤곽을 찾는 방법으로서 머리카락과 맞닿은 부분 밑에 샅색으로 구성된 턱과 목에 이어진 얼굴 선을 찾기 위해 기하학적 얼굴의 구조에 따른 눈과 입의 간격, 그리고 그 주변에서의 luminance sensitivity의 변화를 이용하여 약간의 제어 점을 찾는다. 이렇게 구한 제어 점과 Bezier 곡선을 이용하여 얼굴의 윤곽을 그릴 수 있다.

#### 3.2.2 머리카락 모양

다음 4는 머리카락 모양에 대한 검출과정을 보여준다.

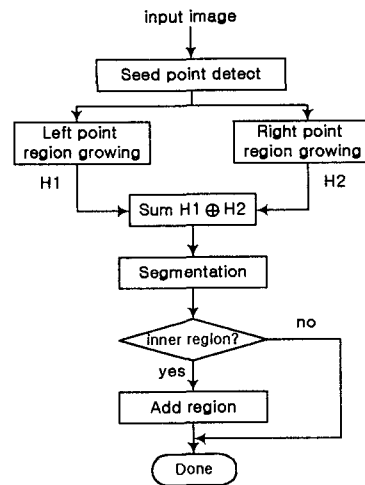


그림 4. 머리카락 모양 검출을 위한 순서도

본 논문에서는 입력 얼굴영상에서 두 눈의 위치를 구한 픽셀의 정보를 이용하여 region growing의 seed point를 설정한다. 먼저 검출을 시작할 수 있는 seed point 즉, 시작점 위치 설정은 머리카락의 gray 값이 조명 등에 의해 많은 영향을 보이기 때문에 머리카락 양쪽의 두 개 점을 시작점으로 설정한다. 이 결과는 두 눈과 입의 위치를 이용하여 두 눈의 x축 위치로부터 눈에서 입의 거리에 비례적으로 위쪽에 머리카락이 위치한다는 사실에 기인할 수 있고 또한 머리카락은 일반적으로 낮은 gray 값을 가지므로 3×3 window의 평균값과 머리카락에 대한 threshold를 적용하여 region growing의 시작점에 대한 적응적인 화소 값을 이용하여 머리카락 모양을 대략적으로 검출하게 된다.

#### 3.3 그 외의 요소

본 논문에서의 코에 대한 정보는 눈이나 입과 같은

어떤 모양을 갖는 형태로 분포하지 않으므로 눈과 입의 사이 국부 영상에서 임의적인 threshold를 적용하여 질은 명암으로 표현하게 된다. 그리고 귀나 얼굴의 주름 등에 의한 표현은 고려하지 않았다.

#### 4. 실험 및 고찰

다음 그림 5는 3장에서 구한 여러 구성요소의 검출된 결과와 합성한 결과의 예를 보여준다. (a)의 그림은 먼저, 눈과 입의 위치를 찾은 후, 눈 영역, 눈썹 영역, 입 영역, 코 영역에 대한 국부적 창 의 적용에 의해 특징을 구한 결과와 얼굴 윤곽(턱선), 머리카락 모양의 추출된 결과를 보여준다. (b)는 이렇게 구한 얼굴의 구성요소들을 합하여 입력 영상에 대한 간단한 캐리커처를 생성한 결과를 보여준다.

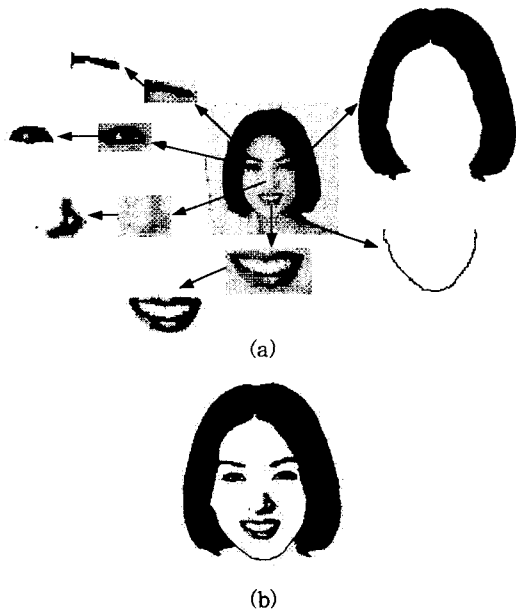


그림 5. 캐리커처의 구체적 생성방법. (a) 구성요소 추출, (b) 합성된 캐리커처 생성

그림 6은 다른 예로써 남자 얼굴에 대한 결과를 보인 것이다. 그림을 살펴보면 알 수 있듯이 눈, 눈썹, 입에 대해 구성요소를 형성하는 모양을 잘 찾을 수 있음을 알 수 있고 코의 평면적인 명암 표현으로 얼굴의 구성요소가 잘 구성됨을 알 수 있다. 그리고 얼굴의 윤곽선과 단조롭게 재구성한 머리카락을 합한 캐리커처는 영상과 매우 유사하면서도 단순한 영상을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 또한 그 영상에 살색 등의 칼라 모델로 변환한 결과를 보여준다.

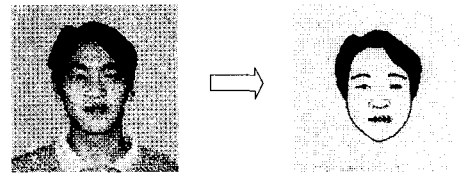


그림 6. 합성된 캐리커처 생성 예

#### 5. 결론

본 논문에서는 입력 영상에서 얼굴의 특징을 추출하고 이 특징들로부터 눈, 입 등의 구성요소들을 추출하여 캐리커처를 생성하는 알고리즘을 제안하였다. 먼저 사진이나 카메라로부터 입력받은 영상을 색상정보와 유전자 알고리즘을 이용하여 얼굴 영역과 눈, 입의 특징점을 추출하였고 다음으로 얼굴의 구성요소들을 검출하여 캐리커처를 생성하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 구한 특징 점과 얼굴의 기하학적 구조를 잘 조합하여 다양한 표정을 가진 캐리커처를 생성하는데 있다.

#### 참고문헌

- [1] S. Iwashita and T. Onisawa, "Facial Caricature Drawing with Personal Impressions," Proc. of the 5th International Conference on Soft Computing and Information/Intelligent Systems (IIZUKA'98), Vol.1, 1998.
- [2] S. Iwashita, Y. Takeda and T. Onisawa, "Expressive Facial Caricature Drawing," IEEE International Fuzzy Systems Conference Proceedings, Aug. 1999.
- [3] J. Nishino, M. Yamamoto, H. Shirai and H. Ogura, "Fuzzy Linguistic Facial Caricature drawing system," Inter. Conf. On Knowledge-Based Intelligent Electronic Systems, Apr. 1998.
- [4] J. Nishino, T. Kameyama, H. Shirai, T. Odaka and H. Ogura, "Linguistic Knowledge Acquisition System on Facial Caricature Drawing System," IEEE International fuzzy Systems Conference Proceedings, Aug. 1999.
- [5] R. Crane, "A simplified approach to Image processing," Prentice Hall PTR, 1997.
- [6] 김상균, 박순영, "유전자 알고리즘을 이용한 얼굴의 특징점 추출," 대한전자공학회 학술회, 1999. 6.