2001년 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집 제8권 제1호

얼굴 캐리커처 생성 시스템
- 얼굴 기울기 교정을 통한 -

김용균°, 이옥경, 이창수, 오해석
숭실대학교 대학원 컴퓨터학과
{ygkim, oklee, hacker}@multi.ssu.ac.kr, oh@computing.ssu.ac.kr

Facial Caricaturing System
- with Correction of Facial Decline -

Yong-Gyun Kim°, Ok-Kyoung Lee, Chang-Soo Lee, Hae-Seok Oh
Department of Computing Graduate School Soongsil University

요 약

본 논문은 사용자로부터 입력된 얼굴 사진을 얼굴 기울기 교정을 거친 후 얼굴 구성요소의 특징정보를 추출하고, 추출된 특징정보와 가장 유사한 캐리커처를 생성하는데 목적이 있다. 우리는 입력된 인물 사진에서 눈 영역 추출을 이용, 얼굴의 기울기를 교정시킨 다음 세그멘테이션을 통하여 인물의 얼굴을 추출하고, 추출된 얼굴의 수직과 수평 히스토그램을 이용하여 얼굴 구성요소를 추출한다. 또한 모양과 크기 등이 다양한 특징정보를 가진 얼굴 구성요소에 관한 데이터베이스를 구축함으로써 캐리커처의 질을 향상시키고자 한다. 우리는 사용자로부터 입력된 사진에서 추출된 얼굴 구성요소의 특징정보와 데이터베이스에 저장되어 있는 캐리커처 이미지의 특징정보와 유사도를 계산한다. 마지막으로 유사도가 가장 높은 캐리커처 이미지를 선택하여 눈, 눈썹, 코, 입, 얼굴형 등을 각각 위치에 매핑시킨다.

1. 서 론

최근 인터넷 사용자가 급증함에 따라 단순한 텍스트 서비스가 아닌 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 연구가 계속되고 있고, 특히 멀티미디어 서비스는 단순한 텍스트 서비스보다 더 큰 효과를 가져오기 때문에 다양한 분야로 확산되고 있다. 이러한 멀티미디어 서비스는 이동 통신에도 영향을 미쳐 텍스트 서비스에 이어 멀티미디어 컨텐츠 즉, 이미지 서비스를 제공하기 위한 연구 개발이 급속도로 진행되고 있다. 그러나 이러한 계속적인 연구개발에도 불구하고 실제적으로 내놓은 멀티미디어 컨텐츠는 각종 서비스에 활용하기에는 아직 너무나 미흡하다. 그리고 이와 같은 멀티미디어 컨텐츠 사업 중 최근에 특히 주목받고 있으며 다양한 서비스 분야에 이용 가능한 것 중의 하나가 캐릭터 서비스인데 수많은 사람들의 관심이 증대하고 있고, 특히 가상공간에서 아바타(Avatar) 및 캐리커처(Caricature)를 활용하여 사용자들이 직접 참여하는 서비스 이용이 활발해 지고 있다. 캐리커처는 사용자 자신의 얼굴 및 신체 특징을 부각시켜 캐릭터로 표현하는 것으로서 이를 다양한 제품에 삽입하고, 그 캐릭터가 자신을 대신하는 감정 에이전트(Emotional Agent)의 응용에도 이용되고 있다.

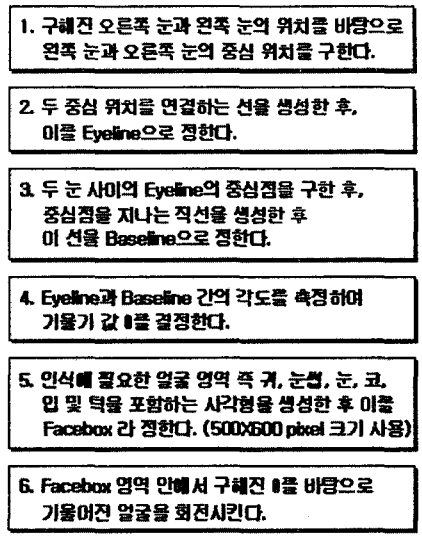
그러나 캐리커처에 대한 활발한 응용에도 불구하고 현재 캐리커처 제작 과정이 미리 정의된 캐리커처 이미지 중에서 사용자의 선택에 의해 그것을 조합함으로써 임의로 캐리커처를 생성한다든지 전문 디자이너들에 의한 수작업으로 이루어지고 있어 많은 인력과 시간 낭비를 초래하고 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 사용자 선택적이나 수작업으로 이루어지고 있는 모든 캐리커처 제작 공정을 각 얼굴 구성요소별로 충분한 데이터베이스를 구축하여 자동으로 개개인의 캐리커처를 생성하는 시스템을 개발하고 이러한 사회적 요구를 충족시켜 수많은 인적, 물적 낭비를 막는데 목적이 있다. 또한 기존의 캐리커처 생성 시스템은 인물 사진에 얼굴 정면이 제대로 나와있어야 한다는 제약이 따랐다. 이에 우리는 사용자가 입력한 인물 사진에 정면사진이라는 제약을 제거하기 위해 얼굴 기울기를 교정할 수 있는 시스템을 만들고자 한다.

본 논문에서는 먼저 얼굴 기울기를 교정하고 교정된 인물사진에서 특징정보 추출, 데이터베이스에서 유

사한 캐리커처 이미지 추출, 그리고 추출된 캐리커처 매핑의 과정으로 나누어 진행한다. 첫째, 본 논문에서는 인물 사진을 입력하면 얼굴 기울기를 교정하고, 둘째, 교정된 인물사진의 명도(Intensity)와 색상(Hue) 정보를 이용해 얼굴 영역을 추출하고, 셋째, 추출된 얼굴의 수직, 수평 히스토그램을 이용하여 눈, 코, 입, 눈썹 등을 추출해 낸다. 넷째, 우리는 분리된 눈, 코, 입, 눈썹 등의 각각에 대해 특징정보를 추출한다. 그리고 다섯째, 우리는 특징정보를 이용하여 데이터베이스에 저장되어 있는 이미 그려진 캐리커처 이미지와 추출된 이미지에 유사도를 계산한다. 마지막 여섯째, 우리는 가장 유사한 캐리커처 이미지를 검색하여 눈, 코, 입, 눈썹, 얼굴형 등을 각각 매핑시킨다.

2. 얼굴 기울기 교정

일반적으로 사람들이 자연스런 자세로 앉아 카메라를 주시하면 대부분의 경우는 얼굴이 정면으로 바르게 입력된다. 그러나 이는 개인적인 특성이라 할 수 있다. 그러나 얼굴이 기울어져 입력되면 눈 이외의 코 입 영역을 추출하는 데도 어려움이 따르며, 향후 특징정보 추출단계에서도 정확한 특징정보를 추출하는데 어려움이 발생된다. 이에 기존의 시스템들은 정면 인물 사진이라는 제약을 두었으며 우리는 얼굴 기울기를 교정해 주어 보다 정확한 특징정보를 추출하고자 한다. [그림1]은 기울어진 입력 사진에 대하여 기울기를 교정할 수 있는 알고리즘을 보여준다. 이를 위해 먼저 에지 검출과 고립 영역의 분석을 이용한 눈 영역 추출이 선행되어야 한다.

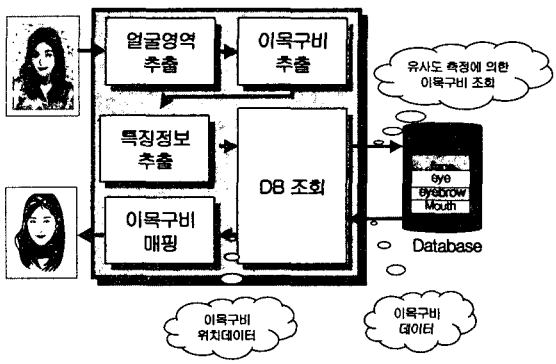


[그림 1] 얼굴 기울기 교정 알고리즘

3. 얼굴 캐리커처 생성 시스템

3.1 제안하는 얼굴 캐리커처 생성 시스템 모델

본 논문에서 제안하는 얼굴 캐리커처 생성 시스템의 전체적인 모델은 [그림 2]와 같이 보여줄 수 있다. 첫째로, 명도와 색상 정보를 이용, 얼굴 영역을 추출하고 히스토그램을 이용하여 부분 영역을 추출하는 얼굴 세그멘테이션(segmentation)과정이 선행된다. 둘째로, 얼굴특징(face features) 정보와 D/B에 분류된 정보를 이용하여 동일 class를 검색하고, 셋째, 유사한 캐리커처를 추출하기 위해 유사도 계산을 한다. 마지막으로, 지정된 위치에 추출된 캐릭터 이미지를 매핑한다.



[그림 2] 캐리커처 생성 시스템 설계

3.2 얼굴영역 추출

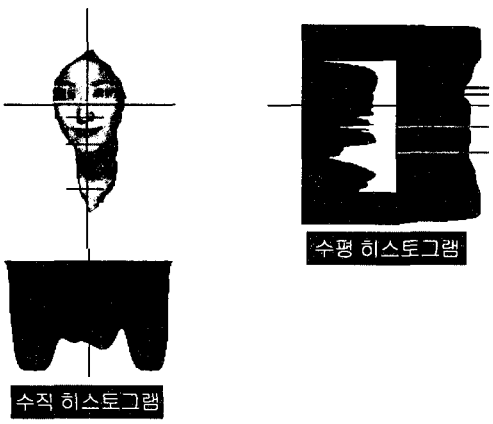
본 논문에서는 사용자의 얼굴 이미지인 사진의 명암 및 색상을 이용하여 얼굴영역을 추출하였으며 영역성장(region growing)과 영역결합(region merging)의 두 단계로 구분하여 처리한다. 배경과 인물의 구분을 위해 명암을 이용한 세그멘테이션을 실행했고, 얼굴 영역만을 추출하기 위해 색상을 이용한 세그멘테이션을 실행한다. [그림 3], [그림 4], [그림 5]는 각각 원 영상과 명도를 이용하여 배경과 인물을 구분한 것과 색상을 이용하여 얼굴영역을 추출하는 것을 그림으로 보여주고 있다.

3.3 부분(얼굴 내 : 이목구비)영역 추출

본 논문에서 이용한 부분추출은 추출된 얼굴 영역

[그림3] 원영상 [그림4] 명도를 이용한 배경제거 [그림5] 색상을 이용한 얼굴추출

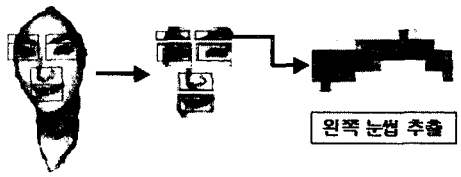
에서 수직, 수평의 히스토그램을 이용하여 이목구비의 위치를 예측하고, 추출해 내는 것이다. [그림6]은 히스토그램을 이용하여 얼굴 이미지로부터 이목구비를 예측한 것이다. 즉, 우리는 마루와 골을 분석하여 이목구비를 예측하고, 위치 정보를 이용하여 이목구비를 추출해 낸다. 이목구비를 추출할 때는 각각(눈, 입, 눈썹 등)의 통계적인 사이즈를 이용하여 그 크기에 맞게 추출해 낸다.



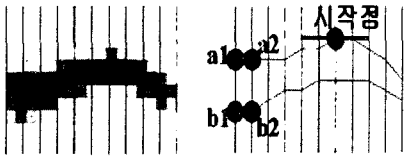
[그림6] 히스토그램을 이용한 이목구비 추출

3.4 이목구비의 특징정보 추출

우리는 히스토그램을 이용하여 추출한 이목구비를 각각의 정해진 크기에 맞게 잘라내어 이진화한다. 이목구비 영상에서 이진화는 매우 작은 이미지가 추출되어 약간의 잡음(noisy)에도 민감하기 때문에 잡음제거가 필수적이다. 그리고 우리는 이진화 되어있는 이목구비 영상에 대한 특징정보를 추출한다. [그림7]은 얼굴영상에서 이목구비를 추출하는 것으로 특징정보 추출을 설명하기 위해 왼쪽 눈썹을 추출해 내는 과정을 설명하고 있다. [그림7]은 왼쪽 눈썹의 특징 정보를 추출하기 위한 한 예이다. 왼쪽 눈썹을 세로로 10등분을 하고, 10등분된 선에 대한 각각의 시작점과 끝점, 그리고 한 점에서 다음 점까지(a1, a2)의 기울기 등을 구하여 눈썹을 특징화한다. 이와 같은 방법으로 눈, 코, 입, 얼굴형 등의 특징정보를 이용하여 데이터베이스 각각의 클래스에 접근한다.



[그림7] 이목구비(왼쪽 눈썹) 추출



[그림8] 왼쪽 눈썹의 특징정보 추출

3.5 특징정보별 클래스 분류

우리는 하나의 이미지에서 추출된 다수의 특징정보에 따라 다양한 클래스로 분류하고 있는데, 눈썹은 [그림9]와 같이 각각의 경우로 구분하여 나눌 수 있다. 이와 같이 눈, 코, 입, 얼굴형 등의 각각 형태를 고려하여 클래스화 시킨다.

	일자인 경우	좌측이 높은 경우	우측이 높은 경우	중심이 높은 경우
좌측이 두꺼운 경우				
일자인 경우				
우측이 두꺼운 경우				

[그림 9] 눈썹 특징정보별 클래스화

3.6 검색 및 유사도 계산

우리는 입력된 인물 사진에서 추출된 이목구비를 이용하여 미리 구축된 데이터베이스에서 가장 유사한 이목구비를 추출해 내기 위해 상관계수를 이용하여 유사도를 계산한다.

$$r=\frac{\sum(A_i-E_A)(B_i-E_B)}{\sqrt{\sum(A_i-E_A)^2\sum(B_i-E_B)^2}} \quad \text{식(1)}$$

$$S=r\times\omega+(1-|\alpha-\beta|) \quad \text{식(2)}$$

식(1)은 상관분석이다. 상관분석이란 독립변수와 종속변수 사이의 관계를 측정하는 분석 방법이다. 이 식에서 A_i는 입력된 이미지에서 추출된 이목구비인

A의 구간별 두께를 의미하고 B_i는 데이터베이스에 있는 이미지인 B의 두께를 의미하며, E_A, E_B은 A와 B의 평균 두께를 의미한다. 상관계수인 r의 성질은 다음과 같다.

① $-1 \leq r \leq 1$

② r값이 ±1이면 완전상관이다.

③ r값이 +1에 가까워지면 강한 양의 상관관계를 갖는다.

④ r값이 -1에 가까워지면 강한 음의 상관관계를 갖는다.

⑤ r값이 0에 가까워지면 상관관계가 없다.

상관 계수 r의 성질은 위의 내용과 같지만 $-1 \leq r \leq 0$의 값은 음의 상관관계의 경우는 좌우 반대를 의미하므로 좌우 구분하여 분류되어 있는 데이터에서 검색하므로 의미가 없는 값이고, 0인 경우 또한 상관이 없는 경우를 의미하므로 고려하지 않는다. 그러므로 r의 값은 0부터 1의 양의 실수 값을 갖는다. 또한 식(2)의 α, β는 A_i, B_i 각각의 가장 큰 가로와 세로의 비를 의미한다. 또한 ω는 가중치를 의미하는 것으로 얼마를 주느냐에 따라 결과가 많이 달라질 수 있다. 여기에선 가중치를 10으로 놓았을 때 상관분석의 효과를 가장 잘 나타났다. 식(2)의 값이 클수록 상관관계가 많다는 것을 의미하므로 유사도가 높은 것을 의미한다. 또한 r의 값이 같은 이미지가 많을 경우, 길이 대 두께의 비인 α, β를 이용하여 유사도를 계산하게 된다.

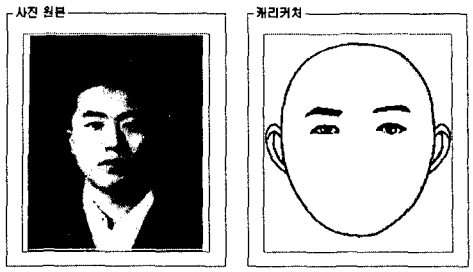
3.7 특징정보 매핑

매핑은 어떤 이미지를 다른 이미지 위에 배치시키는 것으로 이목구비 매핑의 경우는 얼굴의 이미지에 이목구비 이미지를 위치에 맞게 배치시킨다는 것을 의미한다. 입력된 얼굴 이미지에서 추출된 이목구비 데이터와 전문 디자이너에 의해 그려진 데이터베이스에서 추출한 이미지 데이터에 유사도를 계산하여 유사도가 가장 높은 각 이목구비를 검색하여 이미지를 매핑시키는 작업이다. 이 시스템에서 매핑시키는 위치는 입력된 데이터에서 추출한다. 즉 입력된 데이터의 이목구비를 추출할 때 이목구비의 위치를 찾아내고 그 위치정보를 이용하여 매핑시에 이용한다. 그러므로 각 개개인의 이목구비 위치 특징을 이용할 수 있다.

4. 실험결과 및 향후과제

실험결과의 시각적인 구분을 돕기 위해 특징 분석 테스트 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 얼굴의 이목구비를 이용하여 특징을 추출해 내는 것으로 특징이 얼마나 유사한지를 증명해 보이기 위해 이용된다.

[그림10]의 코와 입을 제외한 본 논문의 결과 이미지는 눈썹과 눈의 유사도 계산에 의해 추출된 결과가



[그림10] 시스템을 실행한 결과

좋은 것을 알 수 있다.

본 논문의 주요 연구결과는 이목구비 특징 정보를 이용한 캐리커쳐 시스템의 생성으로 유사도 계산이 핵심이라고 할 수 있다. 즉 색상정보와 모양정보를 이용한 특징정보를 추출할 수 없는 이미지에서 그 특징을 추출해야 할 경우 이용할 수 있는 유사도 계산방법은 알려지지 않은 관계로 많은 실험이 필요했다. 단순히 굵기만을 이용하기엔 너무 많은 특징정보가 손상되기 때문에 우리는 논문에서 상관계수를 이용하였다.

향후 연구과제로는 턱선 추출에 주력해야 하고, 코와 입술의 특징정보를 추출하기 위한 연구가 계속되어야 할 것이다. 또한 이미지가 500X600 pixel로 한정하였지만 사이즈 제한 없이 복잡한 뒷배경이 있는 사진에서 얼굴을 추출하는 것을 연구할 것이다. 또한 안경과 턱수염과 같이 얼굴 내에서의 복잡한 이미지를 처리 할 수 없었기 때문에 이에 대한 연구를 계속할 예정이다.

[참고문헌]

[1]Junji Nishino, Tomonori Kameyama, Haruhiko Shirai, Tomohiro Odaka and Hisakazu Ogura, " Liguistic Knowledge Acquisition System on Facial Caricature Drawing System," IEEE International Fuzzy Systems Conference Proceedings August 22-25, 1999, Seoul, KoreaMasafumi Tominaga.

[2]Jun-ichiro Hayashi, Kazuhito Murakami, Hiroyasu Koshimizu, "Facial Caricaturing System PICASSO with Emotional Motion Deformation," Second International Conference on Knowledge-Based Intelligent Electronic System, 21-23 April 1998.

[3]Francesco G.B. De Natale, Daniele D. Giusto and Fabrizio Maccioni, "A Symmetry-Based Approach To Facial Features' Extraction," IEEE 1998.

[4]Xiaobo Li and Nicholas Roeder, " Face Contour Extraction From Front-View Images," April 1994 in revised form 9 November 1994.