

얼굴 특징정보를 이용한 캐리커처 생성 시스템

이옥경^o, 박연출, 오혜석

승실대학교 정보과학대학

{oklee, parkpd}@multi.soongsil.ac.kr, oh@computing.soongsil.ac.kr

Facial Caricaturing System using Facial Features information

Ok-Kyoung Lee^o, Yeun-chool Park, Hae-Seok Oh

The Graduate School Soongsil University

요 약

캐리커처 생성 시스템은 입력된 인물 사진을 세그멘테이션을 통하여 특징(이목구비)을 추출하고, 추출된 특징정보를 이용하여 그와 유사한 특징정보를 가지는 캐리커처 이미지를 검색하여 매핑시키는 시스템이다. 캐리커처 생성 시스템에서는 얼굴의 대칭 구조를 이용하고 색상과 모양에 대한 정보를 이용하여 얼굴 각각의 특징(이목구비)을 캐리커처의 특징을 구분하는 특징정보로써 활용한다. 본 논문은 인물 사진을 세그멘테이션 처리하여 얻은 부분 영역 특징정보를 이용하여 그와 유사한 캐리커처를 자동으로 생성하는데 목적이 있다. 이 때 사용하는 대칭 구조는 씨앗 픽셀(seed pixel)을 추출한다. 특징정보는 색상의 경우 지역적인 색상정보는 이목구비를 더 뚜렷이 해주고, 전체적인 색상정보는 그 이미지의 피부색의 정보를 나타낸다. 모양의 경우 이목구비의 특징정보를 위해 불변모멘트가 주요하게 사용된다. 또한 데이터베이스는 얼굴의 세부사항(이목구비)에 대한 각각의 캐리커처로 구축되어 있고, 각 세부사항은 특징별 분류되어 있어야 한다. 이런 데이터베이스의 캐리커처와 추출된 얼굴 영상에서의 세부사항을 비교하여 유사도를 계산하고 이를 매핑하므로 개인의 특징을 가진 캐리커처를 자동으로 생성한다.

1. 서 론

최근 하드웨어의 가격하락으로 컴퓨터 보급이 확산되고 인터넷이 보편화되고 활성화됨에 따라 다양한 분야에 서비스와 소프트웨어의 보급이 확산되고 있다. 인터넷의 사용자가 증가함에 따라 단순한 텍스트 서비스가 아닌 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 연구가 계속되고 있다. 멀티미디어 서비스는 단순한 텍스트 서비스보다 큰 효과를 가져오기 때문에 다양한 분야로 확산되고 있다.

이는 이동 통신에도 영향을 미쳐 텍스트 서비스에 이어 멀티미디어 콘텐츠, 즉 이미지 서비스를 제공하기 위해 연구 중에 있다.

그러나 지속적인 연구에도 불구하고 실제적으로 내놓은 멀티미디어 콘텐츠는 매우 미흡하다. 이와 같은 멀티미디어 콘텐츠 사업 중 다양한 분야에서 이용 가능한 캐릭터에 대한 관심이 증가하고 있다. 가상공간에서 아바타(Avatar) 및 캐리커처(caricature) 이용이 활발해지고, 연예인이나 자신을 닮은 캐릭터를 다양한 제품에 삽입하고, 그 캐릭터가 자신을 대신하는 감정 에이전트(Emotional Agent)의 응용에도 이용되고 있다. 연예인이나 자신을 닮은 캐리커처를 이용할 경우 마치 그 캐리커처가 실제 인물과 같은 일체감을 줄 수 있어 다양한 산업에도 영향을 미칠 수 있다.

그러나 이러한 활발한 응용에도 불구하고 캐리커처 제작 과정이 수작업으로 이루어지고 있어 많은 인력과 시간 낭비를 초래하고 있다. 따라서, 본 연구는 수동으로 이루어지고 있는 캐리커처 작업을 데이터 베이스를 이용하여 자동으로 개인의 캐리커처를 생성하는 시스템을 개발하여 이러한 사회적 요구를 충족시키고 많은 비용의 낭비를 막는데 목적이 있다.

본 논문에서는 인물 사진에서 특징정보를 추출하고 데이터 베이스에서 유사한 캐리커처 이미지를 추출하여 매핑시키는 과정으로 나누어 진행한다. 첫째, 인물 사진을 입력하면 인물 사진의 색상을 이용해 눈, 코, 입, 눈썹을 찾는다. 둘째, 인물 사진에 수직 수평의 히스토그램을 이용하여 눈, 코, 입, 눈썹

의 위치를 찾아내고 이를 이용하여 눈, 코, 입, 눈썹등을 분리해 낸다. 셋째, 분리된 눈, 코, 입, 눈썹은 그 특징에 따라 다시 분리된다. 넷째, 특징정보를 이용하여 데이터 베이스에 저장되어 있는 캐리커처 이미지와 추출된 이미지에 유사도를 측정한다. 다섯째, 가장 유사한 캐리커처 이미지를 추출하여 각각 - 눈, 코, 입, 눈썹, 얼굴형 등 - 을 매핑 시킨다. 이때 사용자가 추출된 캐리커처 이미지를 변화시킬 수 있도록 유사도가 높은 캐리커처 이미지 순서대로 디스플레이 시켜준다. 이는 사용자에게 캐리커처를 변형시킬 수 있는 기회를 주도록 하여 프로그램에 대한 흥미를 더해 줄 수 있을 것으로 생각된다. 여기서 이용되는 데이터 베이스는 디자이너에 의해 그려진 각각 - 눈, 코, 입, 눈썹, 얼굴형 등 - 을 특징정보를 이용하여 분리해 놓은 것이다.

이 논문에서 이용되는 인물 사진은 사용자의 의해 텍 선을 잘라놓은 것을 이용하고, 헤어스타일은 배제하고 처리한 후 생성된 캐리커처를 사용자가 미리 만들어놓은 다양한 헤어스타일을 삽입할 수 있게 해 준다.

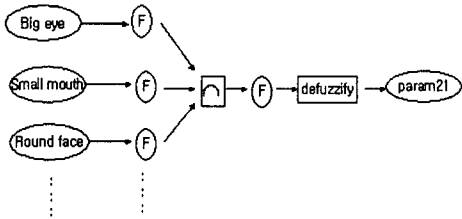
이후의 논문 구성은 2장에서 기존의 캐리커처 생성 시스템의 연구 결과를 분석하고, 기존의 방법의 요약, 문제점 분석 및 개선 방안을 제안하며, 3장에서는 얼굴 특징 정보 추출 방법과 특징정보별 이미지 분류, 특징정보별 유사도 계산 및 특징 정보 매핑을 설명하고, 4장에서는 이 논문의 실험 환경 및 평가와 실험 결과에 대한 효과를 논의한다.

2. 관련연구

캐리커처 생성 시스템은 인물 사진에 이목구비 각각의 특징정보를 이용하여 캐리커처를 생성한다. 이목구비의 특징값은 색상과 모양 그리고 얼굴의 각 특징(이목구비)의 상대적인 크기를 이용한다. 본 장에서는 기존의 연구 접근 방법 및 문제점을 분석하고, 그 문제점의 개선방안을 찾아본다.

후쿠이 대학(Fukui University)의 캐리커처 생성 시스템은 사람의 생각의 애매함과 복잡함에 단순화시켜 처리하는 퍼지

셋을 이용하여 캐리커처를 생성하는 시스템이다. 이 시스템은 표준 얼굴 이미지와 입력된 얼굴 이미지에 이목구비의 크기를 비교하여 다양한 크기의 데이터를 이용하여 캐리커처를 표현해주는 시스템이다.



[그림 1] Linguistic-based Facial Caricature Drawing System

표준 얼굴 이미지의 21개의 특징(눈크기, 눈썹두께, 코의 위치, 높이, 얼굴형태, 머리 길이 등)에 파라미터를 이용하여 입력된 이미지의 특징 정보를 추출한다. 이렇게 추출된 각각의 크기를 49개의 feature terms(big, small, round, thin, tall, short 등)를 이용하여 terms의 분석에 따라 선택하여 얼굴에 배치시키므로 캐리커처를 생성한다.

츄쿄 대학(Chukyo University)의 PICASSO System은 표준 얼굴 이미지의 윤곽선을 수많은 포인트로 표현하여 입력된 이미지에 포인트를 비교하여 그 포인트를 조절하므로 캐리커처를 생성하는 시스템이다.



[그림 2] 얼굴의 455포인트

PICASSO SYSTEM은 표준 얼굴 이미지의 특징(이목구비)과 얼굴 윤곽선을 455개의 포인트에 의해 표현하고, 입력된 얼굴 이미지를 표준 얼굴 이미지의 각 포인트를 비교한다. 비교된 확대와 축소를 조절하여 입력된 이미지를 인식한다. 이렇게 처리된 455개의 포인트를 윤곽선으로 나타내어 캐리커처를 그려주는 SYSTEM이다.

3. 얼굴 캐리커처 생성 시스템

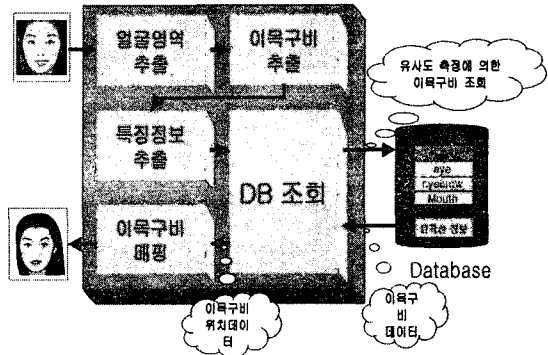
기존 캐리커처 생성 시스템의 문제점은 다음과 같다. 첫째 다양하지 않은 데이터를 이용하여 생성하므로 얼굴의 다양성이 반영되지 않는다. 둘째 표준 얼굴 이미지를 기반으로 변형작업을 통하여 입력된 얼굴 이미지의 캐리커처를 생성하여 얼굴의 형태를 그대로 그려주므로 캐리커처의 의미보다는 사진의 변형의 효과를 준다.

첫째, Facial Caricature Drawing System은 사람의 다양한 생김새를 단순한 크기를 이용하여 생성한다. 그래서 사람이 보기에는 확연히 다른 얼굴도 같은 feature terms를 이용하여 같은 얼굴을 생성할 수 있다. 본 논문에서는 변수

를 크기뿐만이 아니라 모양에도 적용시켜 모양과 크기에 따라 다양한 형태의 얼굴과 얼굴의 세부적인 특징(이목구비 등)을 적용하므로 좀 더 개인에게 맞는 캐리커처를 생성한다.

둘째, PICASSO System은 455개의 윤곽선에 대한 포인트를 가진 표준 얼굴 이미지를 이용하여 다양한 얼굴의 캐리커처를 생성하지만 입력된 이미지의 윤곽선을 이용하여 캐리커처를 그려주므로 이미지의 변형 효과를 준다. 본 논문에서는 입력된 이미지의 특징(얼굴 형태, 눈, 코, 입 등)을 추출하여 데이터베이스에 이미 저장해 놓은 이미지를 이용하므로 사진의 단순한 변형이 아닌 개개의 얼굴에 맞는 이미지를 생성해 준다.

이 논문에서 제안한 가장 중요한 개선점은 입력된 얼굴 이미지의 특징 추출과 데이터베이스를 이용한다는 것이다. 기존의 윤곽선을 그려주거나 단순한 크기를 이용한 데이터가 아닌 모양과 크기 등 다양한 특징을 데이터베이스로 구축하여 개인의 특징에 맞는 세부사항(이목구비 등)을 검색하여 매핑 시키므로 생성되는 캐리커처 시스템이다.



[그림 3] 캐리커처 생성 시스템 설계

[그림 3]은 캐리커처 생성 시스템의 모델을 보인다. 여기서 이용되는 데이터베이스는 각각의 특징에 의해 분류되어 있다. 예를 들면 얼굴 형태는 각진 얼굴과 둥근 얼굴로 그리고 눈은 위로 올라간 눈과 아래로 처진 눈으로, 등 각각의 세부사항을 특징에 따라 분류되어 있다. 입력된 이미지에 캐리커처 생성 과정은 다음과 같다.

- ▶ 세그멘테이션 : 부분 영역(segmentation) 추출
 - 색상 정보를 이용
- ▶ 특징정보추출
- ▶ 동일 class 검색
 - 얼굴 특징(face features) 정보를 이용
- ▶ 유사도 계산
- ▶ 추출된 캐릭터 이미지 매핑
 - 지정된 위치에 캐리커처 매핑

본 시스템은 사용자가 사진에 얼굴부분을 입력하면 입력된 이미지의 크기를 정형화시키고, 정형화된 이미지에 얼굴 영역과 이목구비(눈, 코, 입, 눈썹)를 구분한다. 구분된 이목구비를 각각의 특징(방향성, 크기 등)을 고려하여 재분류하고, 재분류된 데이터를 이미 구축된 데이터베이스를 이용하여 각각의 영역에서 가장 유사도가 높은 이미지를 추출한다. 여기에 이용되는 데이터베이스는 눈, 코, 입, 눈썹으로 분류되어 있고,

각각의 특징 즉, 방향성과 크기 등으로 분류되어있다. 추출된 것(얼굴, 눈, 코, 입, 눈썹 등)을 알맞은 위치에 매핑 시켜, 사용자에게 보여줄 수 있도록 설계된 것이다. 각 단계의 구체적인 알고리즘은 다음절에서 설명한다.

4. 얼굴 특징정보 표현

부분영역(segment) 추출

부분영역 추출은 얼굴 이미지를 구성 성분으로 구분하여 나누는 것이다. 이미지로부터 필요한 정보를 추출하기 위해 선행되어야하는 중요한 작업중의 하나가 세그멘테이션이다. 세그멘테이션의 이상적인 결과는 사람이 인식하는 의미 있는 물체를 추출해 내는 것이지만 현재까지는 사람이 보기에 의미 있는 객체 추출의 알고리즘은 알려진 바 없다. 이것은 이미지 처리나 분석의 모듈에서 가장 먼저 수행되는 임무이다. 또한 이 과정이 나머지 수행되어야 하는 모듈의 기초 데이터를 제공하는 중요한 부분이기도 하다. 현재 많은 이미지 세그멘테이션 기술들이 나와있는데, 부분영역 추출방법의 종류로는 에지 기반 기술, 클러스터링 기반 기술, 영역 기반 기술로 분류할 수 있다.

본 논문에서는 색상 및 영역특징 기반 부분영역 추출 방법을 이용하며, 수행하는 절차는 두 단계로 구분하여 처리한다. 첫 번째는 영역성장(region growing)단계이며, 두 번째는 영역결합(region merging) 단계이다. 영역 결합단계는 다시 세분하여 잡음 영역을 이웃영역으로 결합하는 단계와 분리된 부분영역간의 유사도에 따라 재결합 단계로 다시 구분된다.

윤곽선 정보

원 이미지에서 윤곽선을 추출하여 윤곽선의 이진 좌표점을 갖고 비교 대상 이미지와 위치와 형상에 대해 비교하는 방법이 있다. 윤곽선을 추출하는 방법은 많은 이론이 있지만 정확한 윤곽선을 찾기는 어렵다. 1, 2차 미분을 통해 기울기가 변하는 점을 윤곽선으로 검출하는 방법이 가장 기본적인 원리라 할 수 있고, 그것을 응용한 방법들도 많이 제안되어 있다. 기울기 연산자를 사용하여 크기와 방향을 갖는 벡터값으로 표현하는 방법, 소벨(Sobel) 연산법, 라플라시안 2차 미분법 등이 그 예이다. 보다 정확한 윤곽선을 구하기 위하여 끊어진 윤곽선을 연결하는 방법 또는 윤곽선 화소들을 의미있는 경계로 결속하기 위해 고안된 다른 경계 검출 방법을 거치는 경우도 많이 사용한다. 입력된 얼굴 이미지의 부분영역에 대한 특징정보를 추출한다. 부분영역에 대한 특징정보는 각 부분에 따라 추출기준이 다르다. 눈을 예를 들면 위로 올라간 눈과 아래로 치진눈, 그리고, 크기에 따라 그 특징 정보를 추출할 수 있다.

이미지 분류 (Classification)

이미지 분류란 검색 대상이 되는 이미지를 분류하여 검색되는 후보의 수를 줄이기 위하여, 물리적 대상이나 사건을 의미 있는 특징들의 추출에 기반으로 사전에 정의된 클래스 중 하나로 할당하는 것을 말한다. 앞에서 하나의 이미지에서 추출된 다수의 모양 및 영역 특징정보에 따라 다수의 클래스에 할당된다. 입력된 얼굴 이미지는 다수의 클래스로 매핑되는데 각 특징정보가 해당하는 모든 클래스의 이미지를 검색하여 유사도를 계산하게 된다.

하나의 입력된 얼굴 이미지는 얼굴의 형태 이미지에 대한 특징정보와, 각 부분영역의 특징정보가 독립적으로 클래스로 분류되므로 여러 클래스의 원소가 된다. 그래서 검색시에는 입력된 얼굴 이미지의 각 특징정보에 따라 각 클래스들의 모든 원소를 검색하여 가져온다.

모양정보에 대한 분류 기준은 부분영역의 윤곽특징으로 표현될 수 있다. 윤곽정보는 부분영역의 모양 유사성에 대한 주

관적인 해석이 가능하므로 어느 한가지 기준으로 클래스화하는 것은 상당히 어렵다. 템플릿은 질의 이미지의 윤곽정보와 비교하여 가장 유사한 템플릿의 그룹으로 분류된다. 템플릿을 비교할 때 이미지 전체를 픽셀 단위로 계산하므로 많은 계산량이 소요된다.

검색 및 유사도 계산

유사도를 계산하기 위하여 모양 특징정보를 계산한다. 모양 특징정보는 전체 이미지와 각 부분영역에 대한 특징정보로 분리하여 고려한다. 전체 얼굴이미지의 특징정보는 배경과 세그멘테이션을 통하여 얻어진 얼굴 형태를 의미하고, 각 부분영역에 대한 특징정보는 이목구비에 따라 많이 다르다.

특징정보 매핑

입력된 얼굴 이미지와 유사도를 계산하여 유사도가 높은 각 세부적인 이목구비를 검출하여 이 검출된 이미지를 이용하여 매핑시키는 작업이다. 매핑작업은 각 세부사항에 대한 위치정보를 이용한다. 예를 들면 코는 얼굴의 중간에 위치하고, 눈은 얼굴의 중심을 기준으로하여 좌우 대칭한 좌표점을 이용하며 입은 중앙의 코와의 간격을 이용하여 위치를 잡아준다. 데이터베이스에서 추출한 유사도가 높은 세부적인 캐리커처를 이용하여 위치정보를 통해 매핑시킴으로써 생성된 캐리커처를 디스플레이 시켜준다.

5. 기대효과 및 향후 과제

본 논문에서 제안한 Automatic Caricaturing System은 수동으로 작업되고 있는 작업을 자동 생성해 주므로써 인력의 낭비를 막고, 비용을 절감할 수 있으며, 기술적인 면에서는 얼굴의 특징(features)을 정확하게 찾아주므로, 얼굴 인식기술에도 이바지 할 것으로 보인다. 앞으로 향후 연구 과제는 이 시스템을 이용하여 생성된 Caricature를 이용하여 다양한 얼굴의 표정을 연출하여 감정을 가진 Caricature를 만들어 내는 것이다.

[참고 문헌]

- [1] Masafumi Tominaga, 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.
- [2] Junji Nishino, Tomonori Kameyama, Haruhiko Shirai, Tomohiro Odaka and Hisakazu Ogura, "Linguistic Knowledge Acquisition System on Facial Caricature Drawing System" 1999 IEEE International Fuzzy Systems Conference Proceedings August 22-25, 1999, Seoul, Korea
- [3] Jianming Hu, Hong Yan and Mustafa Sakalli "Facial Feature Extraction from Head-Shoulder Images" The Fifth International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision 1998.
- [4] Francesco G.B. De Natale, Daniele D. Giusto and Fabrizio Maccioni "A Aymmetry-Based Approach To Facial Features' Extraction" IEEE 1998.
- [5] Xiaobo Li and Nicholas Roeder " Face Contour Extraction From Front-View Images" April 1994 in revised form 9 November 1994.