

정면 얼굴 이미지를 이용한 캐리커처 생성 시스템

이현철*, 허기택
동신대학교 컴퓨터학과

E-Mail : {hclee, gthur}@blue.dongshinu.ac.kr

Caricature Generation System using A Front-View Facial Image

Hyun-Chul Lee, Gi-Tak Hur
Dept. of Computer Science, Dongshin University

요 약

컴퓨터그래픽의 급격한 기술 발달과 사용자 층의 다양한 멀티미디어 정보에 대한 요구로 기존의 단순한 2차원 영상 정보는 점차 3차원 정보로 표현되어가고 있고, 사용자의 예술 및 개인 문화에 대한 관심도가 높아지면서 독특한 자신만의 개성을 표현할 수 있는 아바타, 캐리커처와 같은 표현매체에 대한 욕구가 증가하고 있다. 그러나 기존의 펜이나 화필로 그리는 캐리커처는 예술성, 정교함 그리고 자신만의 독특한 특징적인 개성을 표현할 수 있는 장점이 있으나 장소, 시간, 인원 등에서 응용성과 확장성이 제한될 수밖에 없고, 이에 따른 제작비용이나 소요 시간, 노력 등이 많이 소요된다. 본 논문에서는 기존에 수동으로 이루어지고 있는 캐리커처를 한 장의 정면 얼굴 이미지를 이용하여 3차원 얼굴 모델을 생성하고, 각 얼굴 영역의 특징 요소를 스플라인으로 표현하여 스플라인의 제어선과 제어점을 조정하여 자동으로 캐리커처를 생성하는 시스템을 개발하는데 목적이 있다.

1. 서론

최근 첨단 영상 미디어 산업과 컴퓨터그래픽스의 급속한 발달과 함께 영화, 광고, 애니메이션 등 상업 영상물 제작은 물론 게임과 사용자 인터페이스 구현 등의 분야에서 캐릭터 애니메이션은 중요한 위치를 차지하고 있다. 미래의 고 부가치 문화 산업으로 부각되고 있는 애니메이션 산업의 핵심기술이 되는 캐릭터 애니메이션 기술은 컴퓨터 그래픽 애니메이션 기술과 3차원 캐릭터 애니메이션이라는 새로운 흐름을 만들어 냈다. 특히 사람, 의인화된 동물, 식물, 로봇 등과 같이 사물의 움직임을 표현하는 캐릭터 애니메이션은 2차원 애니메이션인 만화영화의 주인공을 중심으로 출발하여 게임등 주변 산업과 연계하여 발전하였다. 또 캐릭터 애니메이션은 컴퓨터 그래픽을 이용한 3차원 애니메이션의 발전을 기반으로 독특한 자신만의 개성을 표현할 수가 있고, PC 통신이나 전자메일에서 자신만의 고유한 서명, 가상현실, CF, 게임, 영화, 얼굴 인식 및 검출시스템, 시각에 의한 정보 전달 시스템, 방송 정보 시스템, 인간과 컴퓨터의 인터페이스 등으로 활용될 수 있는 장점으로 인해

더욱 관심이 집중되고 있다. 또한 사회구성원의 예술 및 개인 문화에 대한 관심도가 높아지면서 독특한 자신만의 개성을 표현할 수 있는 아바타나, 캐리커처 같은 표현매체에 대한 욕구가 팽창되고 있다. 특히 인터넷과 무선통신의 발달은 이의 욕구를 더욱 자극하고 있다. 그러나 실제로 사용되고 있는 3차원 모델들은 여러 가지 모델링 툴들을 이용하여 전체적으로 수작업에 의해 모델링 된다. 특히 기존의 펜이나 화필로 그리는 캐리커처는 예술성, 정교함 그리고 자신만의 독특한 특징적인 개성을 갖게 그릴 수 있는 장점이 있으나 장소, 시간, 인원 등에서 응용성과 확장성이 제한될 수밖에 없고, 이에 따른 제작비용이나 소요 시간, 노력 등이 많이 소요된다.

본 논문에서는 저가의 단일 카메라로 사용자 정면 얼굴을 촬영해 3차원 얼굴 모델을 생성하고, 각 얼굴 영역의 특징 정보 즉, 얼굴 윤곽, 눈, 코, 입 등을 스플라인으로 표현하고, 스플라인 상의 제어선과 제어점을 이용하여 캐리커처를 자동 생성한다. 따라서 얼굴 윤곽과 눈, 코, 입등의 특징을 보다 자연스럽게 표현할 수 있고 감정표현과 다양한 얼굴 형태의 변화를

보다 쉽게 사용자가 직관적이고 직접적으로 나타낼 수 있다.

2. 관련 연구

2.1 캐리커처

캐리커처가 지닌 뜻은 다양하며 그 작품이 띠는 성질에 따라 달라지는데 원래는 이탈리아어 "Caricare"에서 유래된 것으로 인물을 그릴 때 그 사람의 특징적인 요소나 신체의 일부를 과장하거나 우스꽝스럽게 과장시켜 그런 그림을 말한다. 인간은 원래 불합리한 것, 이해할 수 없는 것을 참지 못하고 비판하려는 정신이 있으므로 그것을 일종의 웃음과 익살로 표현하는 경우가 캐리커처로 나타난다. 그렇지만 그것이 반드시 대상을 직접적으로 공격하는 형식을 취하지 않는 경우도 있고, 비유나 우의를 빌려 쓴 경우가 있는데, 그 특징의 대상이 설정되어 있는 것이 캐리커처의 요건이라 할 수 있다. 그러므로 대상이 없는 익살은 아무리 통쾌한 것이라도 캐리커처라 할 수 없다. 캐리커처의 역사는 고대 이집트의 돌판과 피파루스에 그려진 동물 그림으로까지 거슬러 올라가며 중세 시대에 면죄부를 파는 카톨릭 교회의 위선을 폭로한 회화도 그 범주에 넣을 수 있다. 르네상스 시대에 들어 피사넬로와 레오나르도 다빈치 등이 인문주의적 사상에 입각한 회화를 그렸고, 또 북유럽의 뒤러, 홀바인, 보스, 브로이갈 등의 화가들에 의해 구상적인 작품이 발표되어 근대적 캐리커처의 원형이 형성되었고, 그 뒤를 이어 칼로, 피라네지, 호가스, 로랑생, 고야 등의 뛰어난 작품이 탄생하였다.

20세기의 캐리커처는 그 양과 질에 있어서 상상을 초월할 만큼 풍부하고, 수많은 잡지와 책, 신문, 포스터 등을 통해 발표된 캐리커처는 어떤 특정인을 회화화 하던 단계를 지나 개인의 초상화에게까지 그 영역을 넓혀가고 있으며, 기교 및 방법 또한 놀랄 만큼 발전하였다. 일반적인 얼굴 모델의 특징으로 동양인들은 서양인들에 비해 얼굴이나 몸매의 특징이 강하지 않는데, 그만큼 고유한 특징을 잡아내기가 쉽지 않다. 그렇지만 캐리커처가 언제나 왜곡이나 과장만을 의미하지는 않고, 웃는 모습이나 행복한 얼굴표정, 시선과 동작 등을 더욱 풍부하게 할 수 있다는 점에서 초상화와는 다른 분위기를 주며, 캐리커처 작업은 보통 사진을 토대로 작업이 이루어져 많은 시간과 노력을 필요로 한다.

2.2 캐리커처 생성

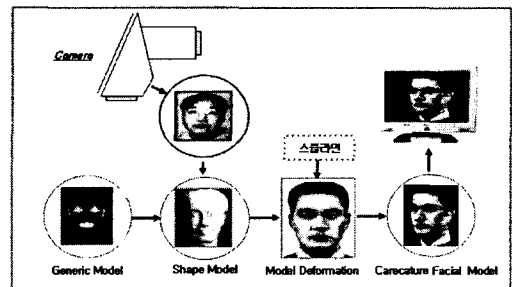
자동화된 캐리커처 생성 시스템은 사람의 얼굴을 검출하는 기술이 가장 중요한 핵심적인 기술이며, 이는 얼굴의 형태에서부터 눈, 코, 입, 귀, 머리모양 등의 개인의 특징에 맞게 얼굴 형태를 구성하고, 각 특징에 가장 잘 의인화된 캐리커처 영상을 생성하는 것이 중요하다.

쥬료대학의 PICASSO 시스템은 얼굴이미지의 윤곽선 추출 후, 얼굴영역의 특징점을 제어점으로 표현하고 이를 조정하여 캐리커처를 생성하는 시스템이다. 후쿠이 대학의 캐리커처 생성 시스템은 입력된 얼굴 이미지와 얼굴 각 특징요소의 다양한 크기의 데이터를 이용하여 캐리커처를 생성해주는 시스템이다.

기존 캐리커처 생성 시스템은 표준적인 얼굴 이미지를 대상으로 캐리커처를 생성하여, 얼굴 형태를 그대로 그려주므로 다양한 형태의 캐리커처를 생성할 수 없고, 각 얼굴을 특징 영역으로 구분하여 미리 준비된 얼굴 영역 데이터베이스에서 해당 얼굴이미지를 선정하고 합성하므로, 많은 종류의 얼굴 영역을 데이터베이스화해야 하고, 그와 유사한 형태를 수동적으로 찾아야하는 불편함이 있다. 또한 얼굴 형태의 윤곽선을 수많은 포인트로 지정하여 얼굴을 표현하므로 사용자의 많은 노력과 시간을 필요로 했다.

3. 얼굴이미지 기반 캐리커처 생성

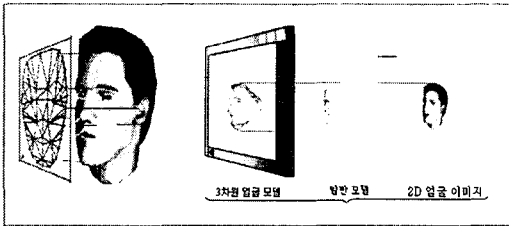
본 논문에서는 저가의 단일 카메라로 사용자의 정면 얼굴을 촬영해 3차원 얼굴 모델을 생성하고, 각 얼굴 영역의 특징 정보 즉, 얼굴 윤곽, 눈, 코, 입 등을 스플라인으로 표현하고, 제어선과 제어점을 이용하여 캐리커처를 자동 생성하는 시스템을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. <그림 1>은 본 논문에서 제안한 전체적인 시스템 흐름도이다.



<그림 1> 전체적인 시스템 흐름도

3.1 3차원 얼굴 모델 생성

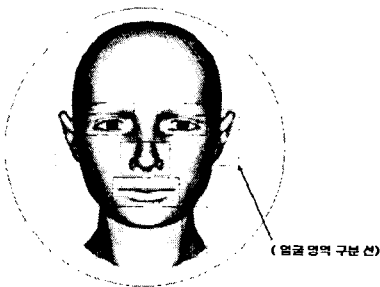
2차원 이미지를 이용하여 특정한 사람의 얼굴을 만드는 방법은 몇 가지 공통점이 있다. 현재의 시각처리 기술로는 2차원 영상 몇 개로부터 3차원 정보를 많이 얻어 낼 수가 없다. 따라서 특정한 모델을 대상으로 하지 않고 일반인의 특징을 가지고 있는 가상의 일반 모델(Generic Model)을 사용하여 3차원 얼굴 모델을 생성 한다.



<그림 2> 3차원 얼굴모델 생성

3.2 얼굴 특징 요소 구분

생성된 3차원 얼굴 모델을 이용하여 개인의 캐리커처를 제작하기 위해서 개개인의 특징적인 개성을 표현할 수 있도록 얼굴의 전체적인 크기, 위치 및 방향을 기준으로 얼굴의 특징 요소를 서로 다른 그룹의 영역으로 구분하고 스플라인을 이용하여 표현하였다. 이러한 특징요소들은 대부분 얼굴 전체 및 각 구성요소들 간의 경계선상에 위치하고 있다.



<그림 3> 얼굴특징 요소 영역 구분

사람의 얼굴에서 식별 가능한 특징 요소에는 머리 형태, 이마 크기 및 위치, 눈, 코, 입, 눈썹, 뺨, 얼굴 외곽선 등이 있다. 2차원 사진에서 해당 얼굴 영상의 각 구성요소 들에 대한 개별적인 영상이 추출되고, 이러한 특징점을 3차원 모델 상에서 변형하여 캐리커처를 생성한다.

3.3 스플라인

함수 $y=S_k(x)$ 와 $y=S_{k+1}(x)$ 는 각각 $[x_k, x_{k+1}]$ 과 $[x_{k+1}, x_{k+2}]$ 에서 정의되는 곡선이라고 하면, $y=S_k(x)$ 와 $y=S_{k+1}(x)$ 는 (x_{k+1}, y_{k+1}) 을 동시에 지나기 때문에 함수들의 집합 $\{S_k(x)\}$ 로 부분구간 다항식 곡선이 만들어지고, 이것을 $S(x)$ 로 나타낸다. 사용하기 가장 쉬운 다항식인 1차식을 사용하면, 점들을 지나는 선분들로 이루어진 다각형 모양의 경로를 구할 수 있다. 이것을 Lagrange 다항식을 사용하면, 부분구간 1차 곡선을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$S_k(x) = y_k \frac{x-x_{k+1}}{x_k-x_{k+1}} + y_{k+1} \frac{x-x_k}{x_{k+1}-x_k}$$

단, $x_k \leq x \leq x_{k+1}$

이 방법으로 구한 곡선은 직선과 같이 나타나고, 점-기울기 공식으로부터 선분에 대한 동치 식 $S_k(x) = y_k + d_k(x-x_k)$ 으로 변환 된다. 그리고 최종적인 1차 스플라인 함수는 다음과 같은 형태를 갖는다.

$$S(x) = \begin{cases} y_0 + d_0(x-x_0), & x \in [x_0, x_1], \\ y_1 + d_1(x-x_1), & x \in [x_1, x_2], \\ \vdots & \vdots \\ y_k + d_k(x-x_k), & x \in [x_k, x_{k+1}], \\ \vdots & \vdots \\ y_{N-1} + d_{N-1}(x-x_{N-1}), & x \in [x_{N-1}, x_N] \end{cases}$$

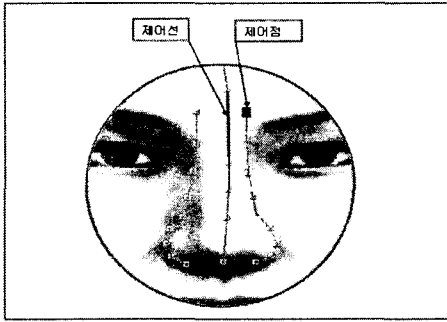
단, $d_k = (y_{k+1} - y_k) / (x_{k+1} - x_k)$

스플라인은 자연스럽고 정밀한 곡면을 만들어 낼 수 있고, 제어점(Vertex)을 가지고 있기 때문에 미세한 조절과 수정이 가능하다. 곡선을 확대하거나 회전하는 등 변환에 있어서 곡선을 구성하는 모든 점에 대해 작업을 가하는 대신에 곡선의 특징적인 점들만 변환한다.

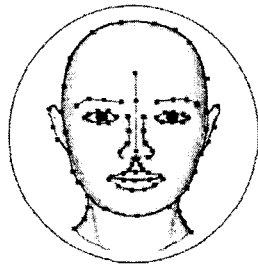
3.4 스플라인을 이용한 캐리커처 생성

2차원적인 얼굴 이미지를 이용하여 3차원 얼굴 모델을 변형하기 위해서 얼굴의 특징 요소에 따라 얼굴 모델을 변형하기 위한 제어선과 제어점이 필요하다. 얼굴의 형태는 복잡하고 세밀하기 때문에, 제어선과 제어점은 얼굴에 적합하도록 3차원 메시 상에 서로 다른 그룹으로 분할하여 사용하였다. 제어선을 이용하여 얼굴을 변형 시킬 때, 사용자가 전체적으로 이동

시켜서 얼굴의 윤곽, 크기 위치 및 방향에 따라 전체적인 변형을 가능하게 하였다. 그리고 개인 얼굴의 특징에 따라 제어점을 이동하여, 정확하고 세밀한 제어를 통해 얼굴모델 변형을 가능하게 하여 캐리커처를 생성한다.

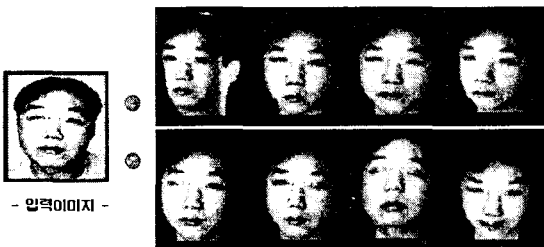


<그림 4> 스플라인의 제어선과 제어점



<그림 5> 얼굴의 제어점

<그림 4>는 스플라인 안의 제어선과 제어점의 관계를, <그림 5>는 3차원 얼굴모델 상의 제어선과 제어점의 분포를 나타낸 것이다. 다음 <그림 6>은 스플라인을 이용하여 캐리커처를 생성한 얼굴모델이다.



<그림 6> 생성된 얼굴 모델

4. 결론

본 논문은 저가의 단일 카메라로 사용자 얼굴을 촬

영해 3차원 얼굴 모델을 생성하고, 각 얼굴 영역의 특징 정보 즉, 얼굴 윤곽, 눈, 코, 입 등을 스플라인으로 표현하고, 스플라인상의 제어선과 제어점을 이용하여 입력된 얼굴 이미지를 바탕으로 캐리커처를 생성한다. 따라서 얼굴윤곽과 눈, 코, 입등의 특징을 특정 개인의 형태에 따라 보다 자연스럽게 표현할 수 있고 감정표현과 다양한 형태의 변화를 보다 쉽게 사용자가 직관적이고 직접적으로 나타낼 수 있다. 향후 연구과제로는 얼굴의 깊이 정보를 표현할 수 있는 단위 벡터량을 이용하여 좀더 다양한 얼굴모델 변형을 통해 특정 개인의 개성에 맞고 실감나는 캐리커처를 구현하는 것이다.

[참고문헌]

- [1] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술 동향", 정보과학회지, 제17권 2호, PP49-59, 1999.
- [2] 이옥경외, "얼굴 특징 정보를 이용한 캐리커처 생성시스템", 한국정보과학회, Vol.27 No.2, 2000.
- [3] 이혜진, "근육 모델 기반의 자연스러운 3차원 얼굴 표정 애니메이션", 한국정보추계학술발표논문집 제9권 제1호, pp265-268, 2002
- [4] 여창욱, 이성환, "모멘트 특징 기반 신경망을 이용한 실시간 얼굴 영역 추출", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집
- [5] 유태웅, 오일석, "색채 분포 정보에 기반 한 얼굴 영역 추출", 정보과학회논문지(B) 제 24권 제 2호, 1997.
- [6] 최형일 "지식 기반 얼굴 영상 인식 기술의 현황", 정보과학회지 제 11권 제 5호. 1993.
- [7] Ebroul Izquierdo M. and Silko Kruse, "Image analysis for 3D modeling , rendering, and virtual view generation," Computer vision and Image understanding, Vol. 71, No. 2, 1998.
- [8] Frederic I. Parke, Keiths Waters, "Computer Facial Animation, A K Peters Wellesley, 1996.
- [9] Frederic I. Parke, "Computer Generated Aanimation of Faces, MS thesis, Univ, of Utah, Salt Lake City, December 1974.
- [10] Masafumi Tominaga, Jun-ichiro Hayasi, Kazuhito Marakami, Hiroyasu Koshimizu," Facial Caricaturing System PICASSO with Emotional Motion Deformation" Second Intenational