

반자동적인 대응점 찾기를 이용한 3차원 얼굴 모델 생성

최인호^o 강봉남 성재원 김대진

포항공과대학교 컴퓨터공학과 지능형 미디어 연구실

ihchoi@postech.ac.kr bnkang@postech.ac.kr jwsung@postech.ac.kr dkim@postech.ac.kr

Building a 3D Morphable Face Model using Finding Semi-automatic Dense Correspondence

Inho Choi^o Bong-Nam Kang Jaewon Sung Daijin Kim

Intelligent Media Lab, Dept. of CSE, POSTECH

얼굴 검출, 인식 및 분석은 컴퓨터 비전과 패턴 인식 분야에서 매우 흥미롭고 폭넓게 다루어지는 문제이다 [1]. 하지만 입력 데이터의 다양성과 다변성이 매우 높다는 점, 사용되는 데이터가 비전정보를 기반으로 하여 외부환경의 변화에 민감하다는 점 때문에 많은 연구가 진행되어 왔으며 앞으로 해결해야 할 많은 문제들이 산재되어 있다. 실제 얼굴 인식 및 인증 시스템은 많은 상용화 시도가 있었고 기술개발도 많이 이루어졌다. 하지만 컴퓨터 시스템의 성능 한계와 비싼 장비 등의 이유로 대부분은 2차원 비전 정보를 이용하여 연구가 진행되어왔다. 이 때문에 2차원 기반의 많은 연구들은 2차원 비전 정보가 갖는 부정확성 및 적은 정보량으로 인한 문제점들을 그대로 포함하고 있다. 이에 본 논문에서는 3차원 비전 정보를 기반으로 얼굴 인식 및 분석에 사용될 수 있는 3차원 얼굴 모델의 효율적인 생성에 대해서 제안하였다.

2차원 비전 정보 기반의 얼굴 연구는 먼저 얼굴 방향에 민감하다는 문제점을 가지고 있다 [2]. 사람의 얼굴은 3차원 형태인데 비해 카메라를 통해 들어오는 영상은 2차원이므로 입력 데이터는 실제 얼굴의 투영된 데이터이다. 이는 카메라를 통하여 들어올 수 있는 영상이 매우 다양하다는 것을 의미한다. 그리하여 한 사람의 얼굴을 정면에서 180° 범위의 데이터를 상하좌우 15° 단위로 수집한다고 하더라도 64가지의 데이터가 존재하게 된다. 하지만 3차원 데이터는 포즈의 변화가 없기 때문에 데이터의 종류가 극히 제한적이다. (이것은 3차원 카메라의 field of view에 의존적이다.) 또한, 2차원 비전 정보는 조명에 매우 민감하다는 문제점도 가지고 있다 [3]. 3차원 데이터에서는 가상의 조명을 생성하여 입력데이터와 유사한 조명 환경을 생성하는 것이 가능하며, 얼굴 데이터 학습시에도 가상의 조명을 통한 다양한 데이터를 생성할 수 있다.

이렇게 3차원 비전 정보를 이용한 얼굴 연구는 다양한 장점에도 불구하고 활발한 연구가 진행되지 못하였는데 3차원 카메라의 느린 처리속도, 낮은 해상도 및 높은 가격, 컴퓨터 시스템의 낮은 처리속도가 그 원인이었다. 하지만 최근 이러한 문제들이 점차 개선되고 있으며 컴퓨터 성능 또한 과거에 비하여 기하급수적으로 증가하였기에 3차원 얼굴 연구가 다시 활발해지고 있는 추세이다.

3차원 얼굴 연구를 위해서는 3차원 얼굴 모델이 필요하다. 본 논문에서는 모델의 표현과 매칭에 널리 사용되고 있는 선형 모델의 한 종류인 3차원 morphable 얼굴 모델의 생성을 보다 효율적으로 할 수 있는 방법에 대해서 제안하였다 [4]. 3차원 morphable 얼굴 모델 생성을 하기 위해서 주성분분석방법을 사용하였으며 점진적인 성능 향상을 위한 bootstrapping 알고리즘을 통하여 3차원 morphable 얼굴 모델의 성능을 향상시켰다.

다양한 얼굴을 표현할 수 있는 변형 가능한 3차원 얼굴 모델을 생성하기 위해서는 얼굴들을 충분히 표현할 수 있을 정도의 데이터베이스가 있어야 한다. 즉, 데이터베이스를 가지고 여러 특징들을 표현할 수 있는 3차원 얼굴 모델을 생성할 것이다. 다양한 얼굴에 대해 데이터베이스를 수집하였더라고 각각의

얼굴 데이터에 대해서 어떠한 관련성이 있는지를 알아내야 한다. 즉, 각각의 얼굴 데이터에서 눈의 위치는 어떠한지, 코의 위치는 어디인지, 다른 부분들의 위치가 어디인지를 알아내야 3차원 얼굴 모델을 생성하기 위한 데이터셋의 가치가 있다. 본 논문에서는 optical flow[5]를 이용하여 3차원 얼굴 데이터들 간의 대응점을 찾는다. 하지만 optical flow만으로 점들 간의 대응 관계를 찾을 수는 없다. 이를 위해서 논문에서는 반자동적인 방법을 사용한다. 먼저 대표적인 몇 개의 특징점을 수동으로 지정한 뒤에 이 점들을 초기 위치로 지정하여 optical flow를 적용한다. Optical flow는 각 3차원 얼굴의 형태에 대한 normal vector와 텍스처의 gradient 정보에 가우시안 피라미드가 적용된 데이터를 기반으로 대응점을 찾는다.

찾아진 대응 관계 정보를 기반으로 각 점들을 warping하여 데이터들의 전체적인 형태를 일치하도록 변형한다. 이러한 데이터들을 이용하여 주성분분석방법을 통해 3차원 morphable 얼굴 모델을 생성한다. 또한 3차원 얼굴 데이터간의 정확한 형태 일치율을 하기 위해서 bootstrapping[6]을 사용하여 모델의 성능을 점진적으로 증가시킨다.

본 논문은 3차원 얼굴 처리 및 분석 알고리즘을 위한 반자동적인 대응점을 이용한 3차원 얼굴 모델 제작 및 그 성능을 향상을 위한 알고리즘에 대해서 제안하였다. 논문에서는 3차원 모델로 많이 알려진 선형 모델 기반의 3차원 morphable 얼굴 모델을 주성분분석을 통한 재생성을 이용하여 만드는 방법과 대응점을 optical flow를 통하여 반자동적으로 찾는 방법, 대응 관계를 향상시켜 3차원 morphable 얼굴 모델의 성능을 향상시키는 방법에 대해 구현을 하였으며 반자동적인 방법으로 optical flow의 초기위치를 정하는 방법에 대해서 제안하였다.

참고문헌

- [1] X. Tan, S. Chen, Z. Zhou and F. Zhang, "Face recognition from a single image per person: A survey," *Pattern Recognition*, vol. 39, no. 9, pp. 1725-1745, 2006.
- [2] D. Beymer, "Face recognition under varying pose," *Proc. of the IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 756-761, 1994.
- [3] P. N. Belhumeur and D. J. Kriegman, "What is the set of Images of an Object Under All possible Lighting Conditions?," *Proc. of the IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 270-277, 1996.
- [4] V. Blanz and T. Vetter, "A Morphable Model For The Synthesis Of 3D Faces," *Proc. of the 26th annual Conf. Computer graphics and interactive techniques*, pp. 187-194, 1999.
- [5] B. K. P. Horn and B. G. Schunck, "Determining Optical Flow," *Artificial Intelligence*, vol. 17, pp. 185-203, 1981.
- [6] T. Vetter, M.J. Jones and T. Poggio, "A bootstrapping algorithm for learning linear models of object classes," *Proc. of the IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 40-46, 1997.