

실감 영상회의 시스템을 위한 헤어스타일 탐색 방법

*허재영 *,**장성걸 *,**박종일[†]

*한양대학교 컴퓨터 소프트웨어학과

**아리아엣지(주)

*jyhurs@hanyang.ac.kr *,**xiaoqie0125@hanyang.ac.kr *,**jipark@hanyang.ac.kr

Hairstyle Recognition Method for Realistic Video Conference System

*Jai-Young Hur *,**Xingjie Zhang *,**Jong-Il Park[†]

*Hanyang University Department of Computer Science

**AriaEdge Company

요약

최근 코로나 19로 인해 비대면 활동이 늘어나고 있다. 비대면 회의, 비대면 강의, 비대면 과제 등이 이에 해당한다. 그에 따라 가상공간을 활용한 활동 또한 많은 관심을 받고 있다. 가상공간에서 인물들 사이 원활한 소통 및 현실감을 위해서는 실사적인 인물모사가 필요하다. 따라서 실제 인물의 헤어스타일과 유사한 헤어스타일을 자연스럽게 증강시켜주는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 실사적인 아바타 생성을 위한 헤어스타일의 분류 및 탐색방법을 제안한다. 이를 위해 본 논문에서는 우선 PCA(Principal Component Analysis) 와 K-means clustering 을 통해 헤어스타일에 대한 군집화를 진행한다. 그리고 Shape Indexed features를 이용하여 군집화 된 결과로부터 제일 유사한 헤어스타일 탐색방법을 제안하고 그 효용을 입증하였다.

1.서론

최근 코로나 19가 기승을 부림에 따라 비대면 활동과 가상공간에서의 활동이 많은 관심을 받고 있다. 비대면 비즈니스 디지털 혁신 기술개발사업에서 제안하는 차세대 실감 원격미팅 시스템개발 또한 실사 아바타 객체에 기반하는 가상공간에서의 미팅시스템을 개발하는 것을 지향하고 있다. 이때 가상환경에서의 효율적인 활동은 현실성의 반영률에 영향을 받게 된다. 그러므로 현실성을 부각시키기 위해 헤어스타일에 대한 묘사는 필수적이다. 본 논문은 이런 세부적인 헤어스타일을 묘사하기 위해 헤어스타일 분류 및 유사 헤어스타일 탐색방법을 제안한다.

유사 헤어스타일을 탐색하기 위해서는 다양한 헤어스타일로 구성된 데이터베이스가 필요하다. 본 논문에서는 Liwen Hu가 제안한 USC-HairSalon [1]의 344개의 헤어스타일로 구성된 데이터 셋을 사용한다. 본 논문의 헤어스타일 탐색 위한 과정은 다음과 같다. 효과적인 헤어스타일 인식을 위해 제공된 데이터들을 머리카락의 방향성을 잘 나타낼 수 있는 방향성 이미지(Oriented image)로 변환한다. 변환된 데이터에 대해 PCA [3]를 이용하여 주성분을 보존하고 노이즈를 제거하면서 차원을 축소한다(그림 1). 주성분 분석이 완료된 헤어스타일 데이터 셋에 대해 K-평균 교신저자

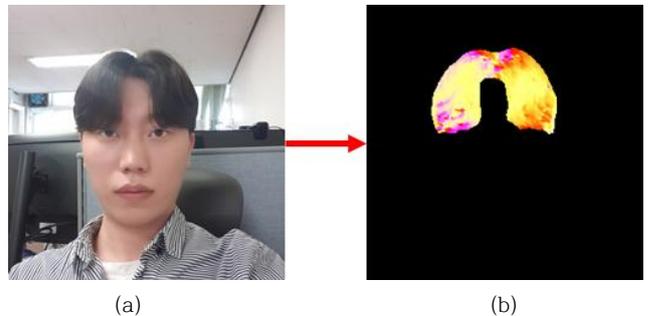


그림 1. 방향성 이미지 생성

평균 군집화(K-means clustering) [4]를 적용하여 헤어스타일의 군집을 생성한다. 이렇게 생성된 군집 내의 헤어스타일들은 형태적 특징이 유사한 특성을 보인다. 하지만 입력 데이터와 최적의 대응관계를 찾아내기 위해서는 군집 내에서 세부적인 차이를 나타낼 수 있는 추가적인 특징이 필요하다. 본 논문에서는 생성된 군집 내에서 유사한 헤어스타일을 탐색하기 위해 shape indexed features [5]를 이용한 헤어스타일 인식방법을 제안한다.

2. 헤어스타일 탐색 시스템

본 논문에서 제시하는 헤어스타일 탐색 시스템은 크게

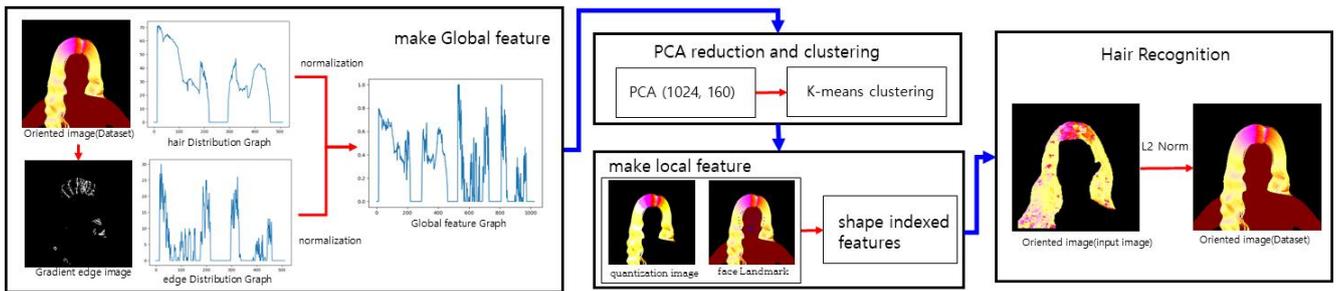


그림2. 시스템 파이프라인

2단계로 구성되어 있다. 첫 번째 단계에서는 주성분 분석 (PCA) 및 K-평균 군집화(K-means clustering)를 이용하여 형태적으로 비슷한 헤어스타일의 군집을 생성한다. 다음 shape indexed features를 이용하여 각 군집내부의 헤어스타일의 디테일한 차이를 감지하는 특징을 만들어 준다. 이 특징을 이용하여 최종적으로 최적의 유사 헤어스타일을 탐색해준다.

2.1 헤어스타일 군집화 단계

방향성 이미지는 머리카락의 방향을 나타내는 α , β 두 채널과 배경, 몸체 및 머리카락의 영역을 분리하기 위한 마스크 채널 m , 세 개의 채널로 구성된다. 그리고 헤어스타일은 전체적인 형태와 머리카락의 방향이 크게 변하는 부분으로 특정 지을 수 있다. 머리카락의 영역을 나타내는 m 채널을 이용하여 헤어스타일의 형태적 특징을 추출하고 머리카락의 방향을 나타내는 α , β 채널의 변화를 이용하여 방향적 특징을 추출한다. 이때 머리카락의 형태적 특징은 얼굴을 중심으로 좌우 분포의 차이가 헤어스타일을 결정하는데 중요한 요소로 고려된다. 따라서 본 논문에서는 방향성 이미지를 y 축을 기준으로 반으로 나누고 이미지의 좌측은 하단에서 상단으로, 우측은 상단에서 하단 순으로 각 행의 헤어영역에 속한 픽셀의 개수를 특징으로 하여 머리카락의 분포데이터를 구성한다. 동시에 α , β 값의 변화를 분석하여 기울기의 변화가 크게 일어나는 픽셀들을 추출하고 머리카락의 분포데이터와 동일한 방식으로 특징을 생성한다 (그림 3). 이때 형태적 특징과 방향적 특징은 수치적 범위가 큰 차이를 보이는데 이는 추후에 진행하게 될 주성분분석과 K 평균 군집화의 결과에 부정적 영향을 미친다. 이런 편차를 줄이기 위해 형태적 특징과 방향적 특징을 각각 0과 1사이로 정규화 한다. 그리고 정규화 된 두 데이터를 연결하여 헤어스타일의 특징을 생성하였다. 그림 4에서 그 결과를 보여준다.

하나의 방향성 이미지에 대한 헤어스타일의 특징은 1024차원으로 구성된다. 특징의 특색을 보전하고, 차원을 줄이기 위해 주성분분석을 사용한다. 그리고 차원을 축소된 특징을 K 평균 군집화를 통해 8개의 군집으로 군집화를 진행한다.

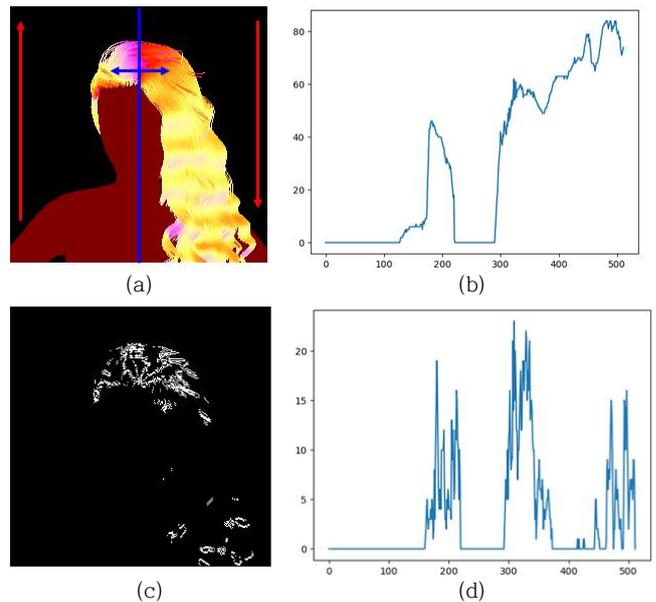


그림 3. (a) 방향성이미지와 특징을 생성하기 위한 데이터생성 순서의 방향을 보여줌. (b) (a)를 통해 얻은 머리카락 분포데이터의 그래프. (c) 머리카락의 방향성 특징 이미지. (d) 머리카락의 방향성 특징 그래프.

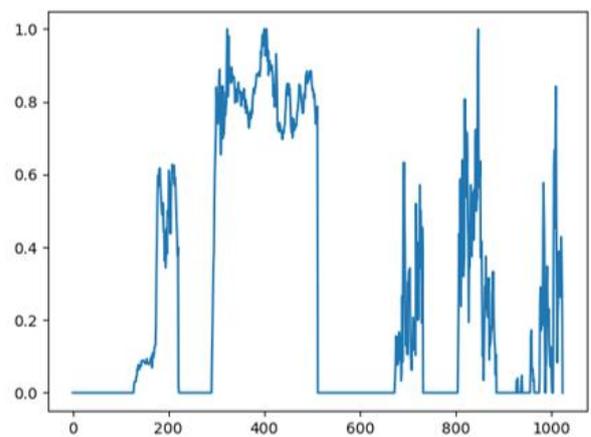


그림 4. 헤어스타일 특징 그래프.

2.2 군집 내 헤어스타일 탐색

군집화 된 방향성 이미지들은 각각의 공통된 특징을 가지고 있다. 하지만 각 군집사이 형태적 차이로 인해 군집 내에서 유사한 헤어스타일을 탐색 시 고려되어야 할 부분이 다르다. 본 논문에서는 군집화 된 각각의 군집 내 이

미지들의 디테일 한 차이를 구분할 수 있는 특징을 추출하기 위해 shape indexed features를 이용한다.

각 군집내의 이미지들을 디테일하게 구분하기 위해 우선 방향성 이미지에 무작위로 500개의 위치를 정해준다. 그리고 선정된 500개의 위치를 기준으로 가장 가까운 얼굴의 기하학적 특징점을 매칭 시키고, 해당 위치에 기술자를 적용하여 feature pool을 생성한다. 그중에서 기하학적 특징과의 거리가 일정이상인 feature를 제거한다. 그렇게 하면 모든 데이터들은 얼굴주변에 분포하게 된다. 특징 기술자는 그림 6에서 보여주는 바와 같다. 우선 특징점의 위치를 중심으로 일정범위 내의 무작위크기의 부분영역을 생성하고 다시 부분영역을 3x3 영역으로 분할한다. 그리고 방향성 이미지의 화소 값은 머리카락의 방향을 나타내게 되는데 유사한 헤어스타일이라고 하더라도 세세한 방향의 차이는 존재할 수밖에 없다. 따라서 이런 세세한 차이의 영향을 제거하기 위해 방향성 이미지에 대해 양자화(quantization)를 진행한다. 본 논문에서는 머리카락의 방향을 8개의 방향으로 양자화 시킨다(그림 5). 그리고 부분영역내의 9개의 영역에 각각 방향 히스토그램을 생성하고 연결하여 해당영역에 대한 특징으로 사용한다.

생성된 특징들 중 동일 군집에 속한 헤어스타일들 차이를 보다 명확하게 묘사할 수 있는 특징은 군집마다 다르다. 본 논문에서는 특징들이 해당 군집 내에서의 분산의 크기를 이용하여 군집 내 헤어스타일의 차이에 영향력이 큰 특징 5개를 선택한다. 그리고 이 특징들을 연결시켜 최적의 헤어스타일을 탐색하기 위한 특징으로 사용한다. 공식 (1)에서는 군집 내에서 특징에 대한 분산을 구하는 방법을 보여준다.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \text{dis}(f_i, \bar{f})^2} \quad (1)$$

여기서 n은 군집내의 특징의 개수를 나타내고, f_i 는 i 번째 데이터에 대한 특징 값, \bar{f} 는 평균 값, 그리고 $\text{dis}(f_i, \bar{f})$ 는 두 값의 차이를 측정하는 함수를 의미한다(공식 (2)).

$$\text{dis}_n(IF, DF) = \sqrt{(f_{i1} - f_{a1})^2 + (f_{i2} - f_{a2})^2 + \dots + (f_{im} - f_{am})^2} \quad (2)$$

$(IF = (f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{im}), DF = (f_{a1}, f_{a2}, \dots, f_{am}))$

여기서 IF는 선택된 군집 내 영향력이 큰 5개의 영역을 입력영상에 적용해 구한 5개의 특징을 나타내고, DF는 군집 내 하나의 이미지에 대한 영향력이 큰 5개의 특징을 나타낸다. 공식 (2)를 통해 입력 영상과 군집내의 이미지들의 특징에 대한 차이를 구하고, 그 차이 값이 최소가 되는 이미지를 탐색하여 가장 유사한 이미지를 찾아준다.

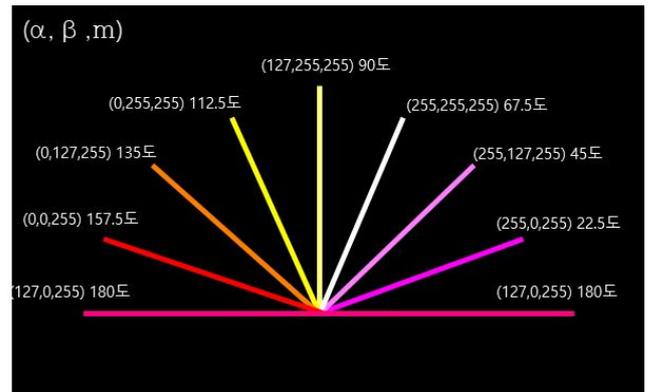


그림5. 방향성 이미지 양자화.

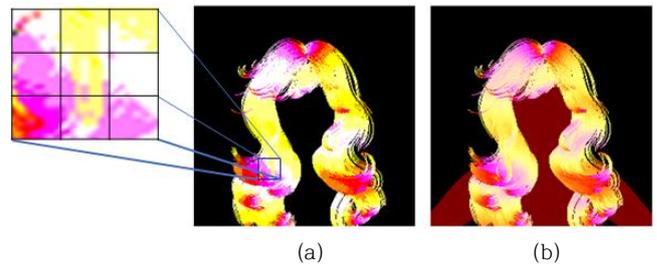


그림6. (a) 그림 5를 통해 방향성 이미지를 양자화 시킨 이미지에서 하나의 부분 영역을 다시 9개의 영역으로 나누는 것을 보여줌. (b) 방향성 이미지.

3. 실험 결과

주성분분석과 K 평균 군집화는 헤어스타일의 분포와 머리카락의 방향의 변화가 큰 부분의 분포를 특징으로 사용하였다. 그 결과 머리카락의 길이나 머리카락의 좌우 영역별 분포, 앞머리 유무, 머리카락의 방향의 변화를 통해 군집화가 진행된 것을 확인할 수 있었다(그림 7).

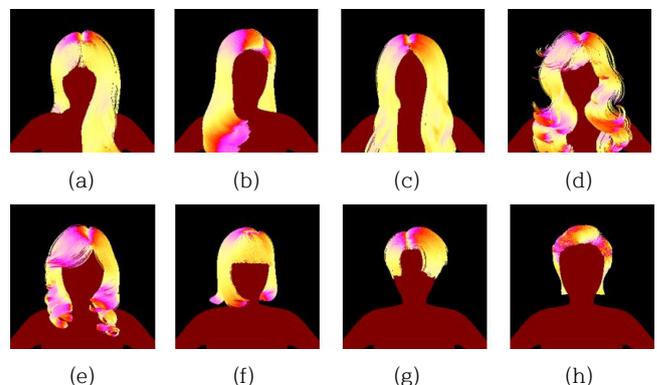


그림7. 군집화를 통해 생성된 군집들의 대표 이미지. (a) 장발의 우측 헤어밀집 분포, (b) 장발 좌측 헤어밀집 분포, (c) 장발 좌우 헤어대칭 분포, (d) 장발 헤어웨이브 분포 (e) 중장발, (f) 단발, (g) 남성형 헤어 앞머리 있음, (h) 남성형 헤어 앞머리 없음.

군집 내의 헤어스타일 탐색 시스템은 shape indexed features를 이용하여 각각의 군집별 비교해야할 특징의 부분영역이 다르게 위치하는 것을 알 수 있었고, 생성한 특징을 통해 입력 이미지와 유사한 헤어스타일을 탐색해준 것을 확인할 수 있다 (그림 8). 그림 9에서는 본 논문에서 제안한 방법을 통해 유사한 헤어스타일의 탐색 결과를 보여준다.

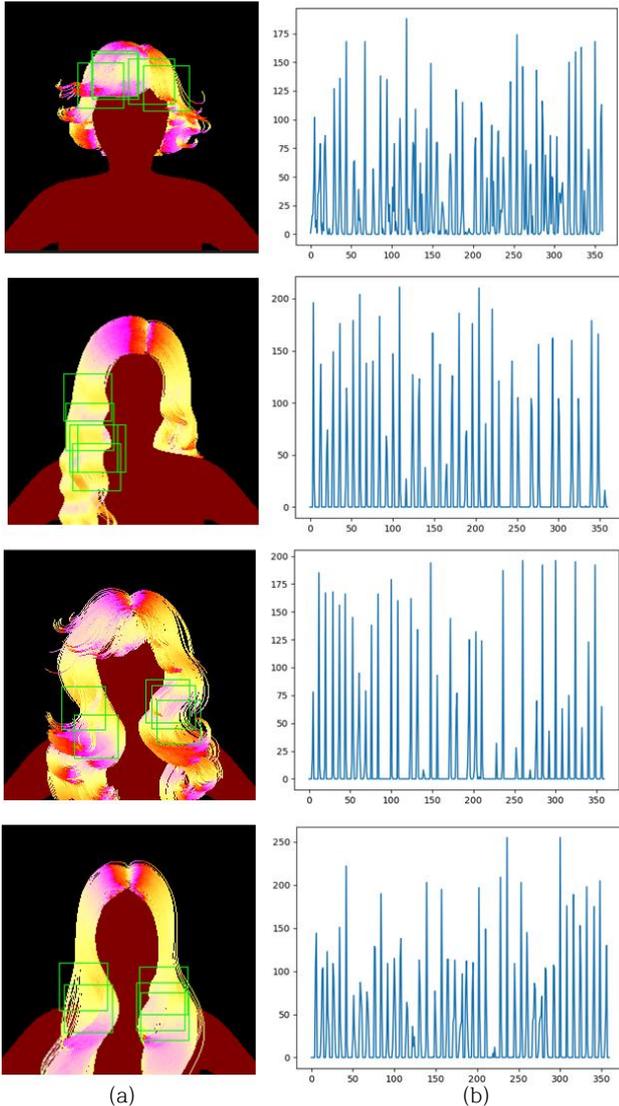


그림 8. 세세한 이미지 비교를 위해 사용한 특징. (a) 5개의 특징을 생성하는 부분영역, (b) 5개의 특징을 하나로 합친 그래프.

[감사의 글]

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A4A1029800).

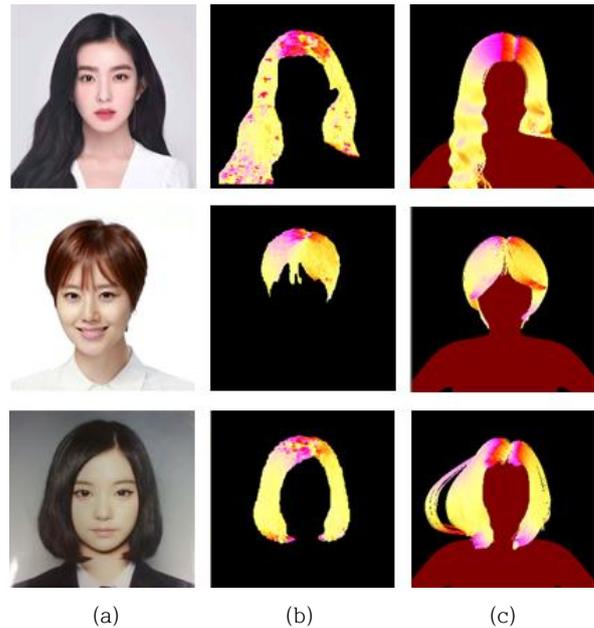


그림 9. 탐색결과. (a) 실제 인물 이미지, (b) 생성된 방향성 이미지, (c) 데이터 셋에서 탐색된 유사한 방향성 이미지.

4. 결론

본 논문에서는 헤어스타일의 분포와 머리카락의 방향의 변화 큰 부분의 분포를 특징으로 사용하여 군집화를 진행하였다. 또한 분류된 군집 내의 헤어스타일들에 대한 세분화된 분류를 위해, 통계학적 방법을 이용하여 군집내의 헤어스타일들의 세세한 차이를 잘 묘사할 수 있는 특징을 생성하고 탐색을 진행하였다. 그리고 다양한 입력데이터에 대해 실험을 거쳐 유사한 헤어스타일을 찾아낸 것을 실험을 통해 확인하였다. 본 논문에서 제안하는 유사 헤어스타일 탐색 방법은 가상환경에서 실사 아바타 생성시 3D 헤어스타일의 증강에 유용하게 적용될 것을 기대한다.

[참고 문헌]

- [1] Liwen. Hu, Chongyang. Ma, Linjie. Luo and Hao. Li, "Single-View Hair Modeling using a Hairstyle Database", *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 34, No.4, pp.1-9, July 2015.
- [2] Changqian. Yu, Jingbo. Wang, Chao. Peng, Changxin. Gao, Gang. Yu and Nong Sang, "Bisenet: Bilateral segmentation Network for Real-time semantic Segmentation", *In Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV)*, pp. 325-341, 2018.
- [3] Svante. Wold, Kim. Esbensen and Paul. Geladi, "Principal Component Analysis", *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol.2, No.1- 3, pp.37-52,1987.
- [4] Aristidis. Likas, Nikos. Vlassis and Jakob J. Ver beek, "The global k-means Clustering Algorithm", *Pattern Recognition*, Vol.36, No.2, pp.451-461, 2003.
- [5] Xudong. Cao, Yichen. Wei, Fang. Wen and Jian. Sun, "Face Alignment by Explicit Shape Regression", *International Journal of Computer Vision*, Vol.107, No.2, pp.107-190, April 2014.