

# 형태 기반 디지털 눈 화장 방법

이재윤, 강행봉  
가톨릭대학교 디지털미디어학부  
e-mail : ljj\_13@naver.com, hbkang@catholic.ac.kr

## Eye Shape based Digital Eye Makeup

Jae-Yoon Lee, Hang-Bong Kang  
Digital Media, Catholic University of Korea

### 요 약

일반적으로 눈 화장은 화장을 처음 하는 사람뿐만 아니라 화장에 능숙한 사람에게도 어려운 일이다. 또한 눈 형태는 사람마다 다르고, 형태에 따라 어울리는 눈 화장 방법 역시 다양하다. 본 논문에서는 눈 형태를 기반으로 효과적인 눈 화장 방법을 제안한다. 효과적인 눈 형태에 따른 검색을 하기 위해 에지(edge)를 기반으로 데이터베이스 영상과 입력영상의 눈 형태를 비교하여 유사한 눈 형태를 검색한다. 검색된 눈 화장 영상을 입력 영상의 눈 형태로 와핑(Warping)하여 눈 화장 스타일을 적용한다.

### 1. 서론

일반적으로 눈은 형태, 크기에 따라 어울리는 화장 방법이 다르다. 그러나 메이크업 아티스트가 아닌 보통 사람들은 자신의 눈 형태에 어떤 화장 방법이 어울리는지 알기 쉽지 않다. 기존에 Dong Guo 와 Terence 가 제안한 방법[1]에서 디지털 화장 기법은 얼굴 전체 화장을 하는 것과 달리 얼굴 전체에서 눈 영역만을 기존 방법으로 화장 한다면 질감의 차이로 자연스러운 결과를 얻을 수 없다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 눈 형태 기반 검색 및 픽셀 별 가중치 적용 블렌딩 기법을 통해 사용자에게 어울리는 눈 화장법을 보여주는 방법을 제안한다.

먼저 눈 형태를 기반으로 검색하기 위한 눈 화장 영상의 데이터베이스를 구축한다. 특정 눈 형태에 어울리는 화장법을 검색하기 위해 눈의 에지(edge)를 기반으로 형태를 데이터베이스의 영상들과 비교하여 눈 화장된 영상 중 유사한 눈 형태를 가진 영상을 검색한다. 두 번째로 검색된 눈 화장 영상의 화장법을 와핑(Warping)과 가중치에 의한 결합으로 눈 화장 결과 영상을 만든다.

### 2. 눈 화장

효과적인 눈 형태 기반 눈 화장 방법을 위해 본 논문에서는 4 가지 단계를 수행한다. 첫째, 입력 영상의 눈과 눈 화장 영상의 눈의 영역을 검출하여 비교하고 유사한 눈 형태를 가진 영상을 데이터베이스에서 검색한다. 둘째, 효과적인 눈 화장을 위해 데이터베이스에서 검색된 영상의 눈을 입력 영상의 눈 형태로 와핑(Warping)한다. 셋째, 자연스러운 화장 결과를 위해, 와핑한 눈 화장 영상과 입력 영상을 가중치에 의해 결합한다. 마지막으로 눈의 동공 및 흰자를 수정한다.

### 2.1 눈 검출 및 매칭

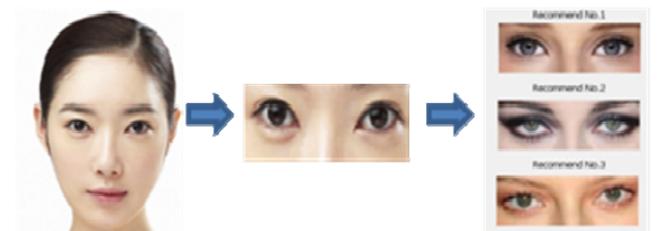
본 논문에서는 효과적인 눈 검출을 위해 Viola & Jones 가 제안한 Robust Real-time Object Detection [1] 방법을 이용하였다. (그림 1)은 이를 이용하여 검출된 눈 영역을 보여주는 예이다.



(그림 1) 검출된 눈 영역

눈 영역의 화장을 위해 입력 영상뿐만 아니라, 데이터베이스에서 화장이 된 영상 눈 영역을 검출한다.

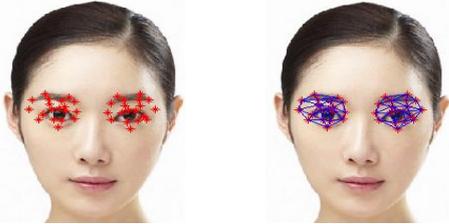
입력 영상에서 검출한 눈 영역은 데이터베이스의 눈 영역과 형태 비교를 위해 Canny Edge Detector 를 이용하여 에지를 추출한다. 에지 영상을 이용한 효과적인 형태 비교를 위해, Borgefor 와 Gunilla 가 제안한 에지 매칭 알고리즘[2]을 이용하여 입력 영상의 눈 형태와 데이터베이스의 눈 형태와 비교하여 유사도를 검사한다. (그림 2)는 입력 영상의 눈 영역과 데이터베이스의 눈 영역들과 비교하여 유사도가 높은 상위 3 개의 영상을 검색한 결과이다.



(그림 2) 입력 영상의 눈 형태를 데이터베이스에서 검색한 결과

## 2.2 화장을 위한 눈 영역 변형

(그림 2)와 같이 데이터베이스에서 검색된 영상의 화장법을 입력 영상에 적용하기 위해 눈 영역을 입력 영상의 눈 형태로 와핑한다. 와핑을 위해 본 논문에서는 (그림 3)과 같이 38 개의 랜드 마크로 58 개의 매시를 구성하여 이용하였다.



(그림 3) 랜드 마크와 매시

(그림 4)는 입력 영상으로 (그림 2)에서 입력 영상의 눈 형태를 기반으로 데이터베이스에서 검색한 세 가지 영상의 눈 영역을 입력 영상의 눈 형태로 와핑한 결과이다.



(그림 4) 데이터베이스에서 검색된 눈 영역 와핑 결과의 예

## 2.3 눈 화장 및 블렌딩 기법

검색된 눈 영상을 와핑한 영상 E와 입력 영상 I를 다음 식(1)을 이용하여 결과 영상 R을 생성한다.

$$R(p) = \begin{cases} \gamma I(p) + (1-\gamma)E(p), & \text{if } p \in M \\ I(p), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

, 여기서 p는 영상의 픽셀 좌표로서, 매시(M)에 포함 될 때, 가중치  $\gamma$ 에 의해 위 식을 이용한다. 이 때, 가중치  $\gamma$ 를 일정하게 준다면, 입력 영상의 피부 질감과 데이터베이스에서 검색된 영상의 피부 질감이 다르므로, (그림 5)와 같이 부자연스러운 문제점이 발생한다.



(그림 5) 일정한 가중치  $\gamma$ 에 의한 입력 영상과 검색 결과 영상 결합 결과의 예

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 일정한 가중치가 아닌, 픽셀 좌표마다 서로 다른 가중치를 갖게 해야 한다. 그러므로 픽셀 좌표 각각의 가중치를 얻기

위해 눈의 중심을 기준으로 타원의 영역을 구성한다.

$$\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{2a}\right)^2 = 1 \quad (2)$$

, 여기서 x와 y는 눈을 중심으로 구성된 타원의 좌표값이고, a는 타원 단축의 반지름으로써, (그림 1)에서 구한 눈 영역의 높이를 이용한다. 이 때, 눈은 높이보다 너비가 더 큰 값을 가지므로, 장축 반지름의 길이는 단축의 2배를 이용한다. 이와 같이 타원의 영역을 구성 한 뒤, 아래의 식(3)을 이용하여 타원 안에서 가중치를 구한다.

$$\gamma = \frac{\text{dist}(I(x,y), C(x,y))}{\text{dist}(E(x,y), C(x,y))}, \quad I(x,y) \in M \quad (3)$$

(식 3)에서 보듯이 가중치  $\gamma$ 는 입력 영상의 픽셀 위치가 매시(M) 안에 있을 때, 유클리디안 거리 (Euclidean Distance)를 구하기 위해 dist 함수를 이용하여 입력 영상 I의 픽셀 좌표, 타원 E의 좌표, 중점 C의 좌표들로 선형적인 가중치  $\gamma$ 를 구한다.

## 2.4 동공 및 흰자 수정

눈 화장 결과를 보면 (그림 6)의 (a)와 같이 입력 영상의 동공 및 흰자가 검색 결과 영상의 동공이 된 문제점이 발생한다. 이처럼 동공 및 흰자를 수정하지 않으면 입력 영상의 눈을 보여주지 못하기 때문에 원하는 결과 영상을 얻을 수 없다. 그러므로, 식(1)의 화장 적용을 예외 처리 부분에 아래 식(4)를 추가하여 적용하였다.

$$R(p) = I(p), \quad p \in M(e) \quad (4)$$

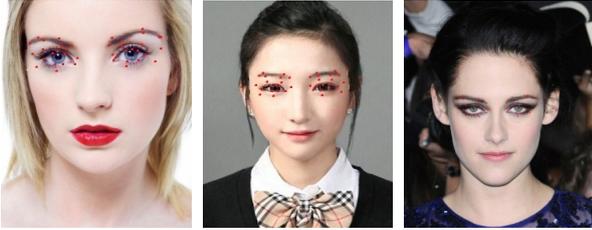
, 여기서 M(e)는 동공 및 흰자 부분을 의미한다.



(그림 6) 동공 및 흰자 부분 수정 결과의 예 : (a) 수정 전, (b)수정 후

## 3. 실험결과

본 논문에서 사용한 데이터베이스는 얼굴 정면 사진 100 장으로 구성된다. 데이터베이스의 영상은 (그림 7)과 같이 238x337의 영상들로 38 개의 랜드 마크를 수기로 작성하여 저장한다.



(그림 7) 데이터베이스로 사용된 영상의 예

입력 영상 역시 238x337의 수기로 랜드 마크가 작성된 영상을 사용한다. (그림 2)에서 보듯이 입력 영상의 눈을 검출하여 검색한 결과에 해당하는 눈 형태에 적용 가능한 세 가지 화장 방법이 검색 결과로 도출된다. 본 논문에서 제안한 방법으로 검색 결과 영상의 화장법을 입력 영상의 눈에 적용하면 (그림 8)과 같은 결과 영상을 얻는다.



(그림 8) 검색 결과에 따른 화장 결과 영상

실험 결과 눈 형태를 기반으로 화장 방법을 검색하고 이를 적용해 봄으로써 좀 더 자연스러운 눈 화장 표현이 가능함을 확인 할 수 있었다.

#### 4. 결론

얼굴에서 눈 화장만을 한다면, 피부 질감의 차이로 어색한 결과를 얻는다. 디지털 화장 기법은 얼굴 전체를 화장하는 기법으로 블렌딩 단계에서 픽셀마다 일정한 가중치를 사용하여 왔다. 그러나 이러한 방법으로 눈 영역 화장을 수행할 경우, 사용자 개인의 피부 질감 차이로 인해 자연스러운 결과를 얻기 어렵다. 이에 본 논문은 가중치를 통한 블렌딩 기법을 이용하여 눈 화장에서 자연스러운 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 또한 제안된 방법은 화장된 영상으로 구성된 데이터베이스로부터 사용자의 눈 형태를 기반으로 검색하고 이를 가상으로 적용하여 제공함으로써 사용자는 자신의 눈 형태에 맞는 자연스러운 화장 기법을 선택할 수 있었다.

본 실험에서 가중치는 선형적인 방법을 이용하여 구한다. 하지만, 선형적인 방법은 눈 영역의 넓이에 따라 비교적 부자연스러운 결과를 보이기도 한다. 그러므로 가중치를 구하는 방법을 개선한다면, 사용자의 만족도를 높일 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0024641).

#### 참고문헌

- [1] Dong Guo, Terence Sim, Digital Face Makeup by Example, Computer Vision and Pattern Recognition, 2009, CVPR 2009
- [2] Borgefors, Gunilla, Hierarchical chamfer matching : a parametric edge matching algorithm, Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE, 1988
- [3] Paul Viola, Michael Jones, Robust Real-time Object Detection, International journal of computer vision, 2004
- [4] F. Bookstein, Principal warps, Thin-plate splines and the decomposition of deformations." Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 11.6 (1989): 567-585.
- [5] W.-S. Tong, C.-K. Tang, M.S. Brown, Y.-Q. Xu, Example-based cosmetic transfer, In proc. Pacific Conference on Computer Graphics and Applications, 2007.