

사이버공간에서 실질적인 아바타를 위한 TBCC 얼굴매칭기법

조종근^{*}, 백두원

송실대학교 컴퓨터학과 미디어연구소

e-mail: jkdang@media.soongsil.ac.kr

TBCC Face Matching Method For Essential Avatar In Cyber-Space

Jong-Keun Cho, Doo-Won Paik

Dept. of Computing Science, Soongsil Univ.

요약

본 논문은 서로 다른 얼굴이미지 사이의 얼굴매칭기법의 새로운방법인 TBCC(T-Block constraints Condition)얼굴매칭기법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 방법은 T영역안의 이목구비에다가 제어영역을 두고, T영역과 제어영역들을 분리하여 2개의 영상으로 각각 만든 다음에 각각의 correspondence가 있는 영상끼리 왜핑(Warping)을 한 후에, 제어영역들은 2단계구조를 가진 계층적인 선형조합(Linear Combination)모델에 적용시켜 최적의 위치를 찾아낸 후에, T영역에 왜핑시켜서 하나의 합성사진을 만들어 낸다. 합성사진에서 피부색이 다른 문제는 정규분포를 이용한 크로스디졸브(Cross-Dissolve)방법인 이미지프로세싱 기법을 새롭게 적용하며, 그리고, T모양의 자국이 남는 것은 본 논문에서 제안하는 T-Block Color Interpolation방법을 적용해서 해결한다.

1. 서론

최근 인터넷을 활용한 전자상거래에 있어서, 사용자의 제품에 대한 자기만족도를 최대한 올려주기 위해서, 정면을 바라보고 있는 사용자의 2D얼굴 이미지를 입력받아 사용자와 가장 흡사한 아바타(Avatar)를 생성하는 것이 논문의 목적이다.

그래서, 본 논문은 정면을 바라보고 있는 모델의 얼굴이미지에 자신의 2D 얼굴이미지(증명사진)에서 귀를 제외한 이목구비인 T-Zone 영역의 이목구비들을 제대로 보정하면서 왜핑(Warping)시킨 후, 서로 다른 얼굴색상문제를 해결해서, 가상의 아바타(Avatar)를 생성하는 시스템을 구현한다.

2. 관련연구

2.1. 이미지변형(Metamorphosis)방법

기존 연구들의 접근방법에는 다음과 같은 3가지 과정을 통해 이미지변형(Metamorphosis)방법인 모핑(Morphing)을 하게 된다.[3]

- ◎ Feature specification
- ◎ warping
- ◎ color interpolation

2.1 기존의 이미지모핑(Morphing)방법

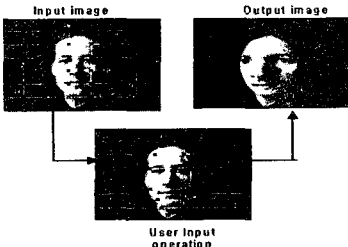
2.2.1 메쉬(Mesh)모핑

이미지를 여러개의 사각형 메쉬(Mesh)로 나누고, 그물모양처럼 그 메쉬들이 어떤 형태의 스플라인-메쉬(spline mesh)로 변화하는가를 알아내어, 각각의 메쉬를 그에 대응하는 메쉬로 2-pass 알고리즘을 이

용하여 매핑하는 것이다.

매쉬와핑은 크게 아래와 같이 4단계의 과정을 거치며, 실험결과는 [그림 1]과 같다.

- ①소스/타겟 이미지에 각각의 매쉬를 설정한다
- ②소스/타겟 매쉬(Mesh)의 중간 지점들을 계산한다
- ③수평으로 리샘플링(Resampling)한다
- ④수직으로 리샘플링(Resampling)한다



[그림 1] 매쉬모핑을 적용한 input과 output

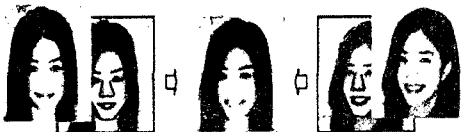
2.2.2 FDD(Free Form Deformation)

FDD(Free Form Deformation)는 분산된 점들을 이용하는 방법으로써 3차원의 변화하는 물체에 대해서 매우 강력한 방법이다. 3차원 격자를 다루어 물체를 변형시키는 것에 기초를 두고 있다.

다루어지는 격자는 물체의 각 점에 대한 새로운 위치를 정하는 변형함수(deformation function)를 결정한다. 이것을 기초로 변형함수(deformation-function)는 B-Spline을 사용하여 2차원 와핑에 적용하는 방법이 제안되었다.

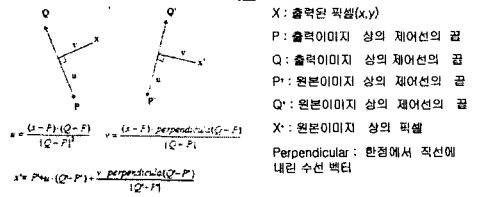
2.2.3 필드(Field)모핑

필드(Field)모핑[6]은 [그림 2]에서 보는 것처럼, 왼쪽과 오른쪽 이미지에서 서로 대응되는 특징(Feature)에다가 각각의 직선을 입력받고, 각 Pixel이 mapping되는 위치는 두 직선으로부터의 거리와 직교하는 점의 위치에 따라서 결정된다.



[그림 2] Feature-Based 이미지 모핑

아래의 [그림 3]에서 점 P와 Q를 연결하는 직선에 의하여 특징(Feature)을 표시하였다고 할 경우, 이미지의 임의의 점 X와 직교선사이의 관계 u, v는 다음과 같다.



[그림 3] 필드모핑에서 사용되는 제어선과 공식

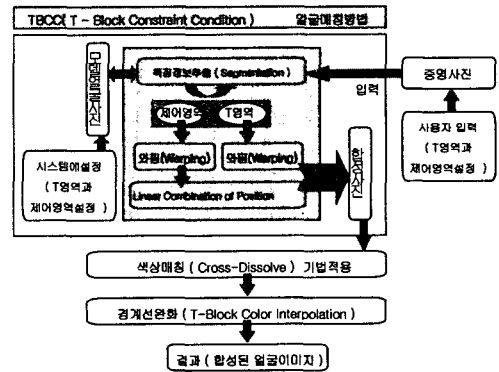
음식에서와 같이 결정된다.

먼저 u, v가 결정되면, 다른 영상에서 P와 Q가 대응하는 점 P'와 Q'에 의하여 X가 매핑될 점 X'를 구한다.

3. TBCC 얼굴매칭 시스템구조

3.1 TBCC 얼굴매칭 시스템구조

아래의 [그림 4]는 새로운 얼굴매칭방법인 TBCC 얼굴매칭 시스템구조이다.



[그림 4] TBCC 얼굴매칭 시스템구조

결국, 두 장의 얼굴이미지는 다음과 같은 과정을 거쳐서, T영역만 합성된 얼굴이미지를 얻게 된다.

- ◎ 특징정보추출(Segmentation)
- ◎ T영역을 제어영역의 와핑(warping)
- ◎ T영역에 2단계를 가진 Linear Combination 모델에 적용
- ◎ 색상매칭기법적용(Cross-Dissolve)
- ◎ 경계선완화(T-Block Color Interpolation)

3.1.1 특징정보추출(Segmentation)

특징정보추출은 이미지를 T영역과 T영역 안의 제어영역으로 구분하여 나누는 것이다. 이목구비부분

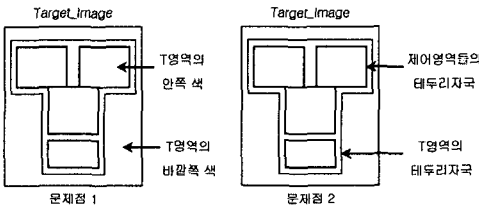
에 제어영역을 설정해서 일정비율 이상은 늘어나지 못하게 제약조건(Constratin Condition)을 준다.

본 논문에서는 사용자가 입력한 증명사진에 [그림 5]와 같이 사용자가 T영역과 제어영역을 마우스로 설정해주면 분리해낸다.

3.1.2 와핑(Warping)

와핑은 사용자가 입력한 증명사진 이미지를 2단계로 분리시킨 각각의 영상들 즉, 제어영역을 제외한 T영역과 T영역안의 제어영역들을 각각 대응되는 모델이미지에 와핑을 시키는 것이다.

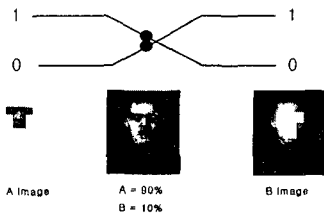
3.2 색상매칭(Cross-Dissolve)의 원리를 이용



[그림 5] Target_Image에 발생한 문제점 2가지

첫 번째로, Linear Combination모델에 적용을 시킨, Target_Image T영역의 안쪽색깔과 T영역의 바깥쪽 색깔이 같지 않을 것이다.

두 번째는 Source_Image T영역을 2종류의 제어영역 4개와 제어영역을 제외한 T영역으로 분리해서 오버랩을 했기 때문에 4개의 제어영역과 제어영역을 제외한 T영역을 오버랩한 이미지모델들의 테두리에 자국이 남을 것이다.

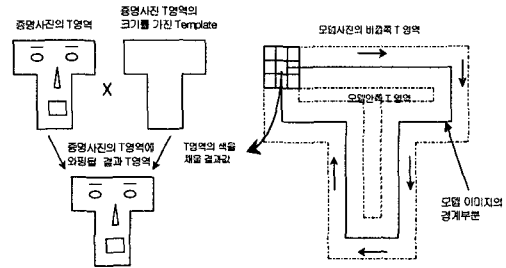


[그림 6] Target 이미지의 T영역을 Cross-Dissolve 원리에 적용한 예

[그림 6]에서 보는 것처럼 서로 다른 두 이미지간의 색상을 매칭시켜야 한다. [그림 6]에서 보는 것처럼 왼쪽이미지의 T영역과 오른쪽이미지의 흰색부분인 T영역 즉, 흰색의 Opacity 효과를 이용해서 크로

스디졸브(Cross-Dissolve)를 해 보았다. 그런데, 모델사진이 검은색계통에 사용자의 증명사진이 흰색계통일 경우였다. 이진 당연한 결과였다.

그래서, 생각을 해낸 방법이 모델사진 T영역을 잘라버리기 전에 아래의 [그림 7]처럼 모델사진에서 T영역 경계부분의 모든 픽셀값을 나열해서 모델의 피부색과 비슷한 픽셀값을 얻어오는 방법을 사용한다.



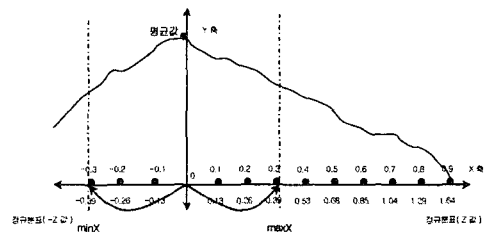
[그림 7] 모델 T영역에서 피부색과 비슷한 픽셀 값 얻어오는 방법

모델의 피부색과 비슷한 픽셀값을 얻어내기 위해 사용되는 5단계는 다음과 같다.

1. 각 Line을 따라가면서 모든 픽셀들의 RGB값을 추출한다.
2. 이 RGB값들의 평균을 구한다.
3. 30%의 픽셀들로 다시 평균, 분산 그리고 표준편차를 구한다.
4. 이 값들을 가지고, $Z = ((X - \text{평균}) / \text{표준편차})$ 의 공식과 정규분포표의 값을 참조해서 잘라낸 Boundary값을 구한다.

$$\text{mixX} = (-Z) * \text{표준편차} + \text{평균}$$

$$\text{maxX} = (Z) * \text{표준편차} + \text{평균}$$



[그림 8] minX와 maxX를 구하기 위한 정규분포 곡선

5. $\text{minX} < X < \text{maxX}$ 에 위치한 값들의 평균을 다

시 구해서 실제 Target(모델사진)의 T-Block에 적용할 T영역의 Template의 RGB값을 구해서 적용을 한 후에 색상매칭(Cross-Dissolve)을 한다.

3.3 경계선완화(T-Block Color Interpolation)

본 논문에서는 아래의 수식식에서와 같이 RGB를 그대로 적용하여 에지를 검출한다.

$$C(x, y) = [Rt(x, y) - Rs(x, y)] / Rt(x, y) > Tr \ \& \ [Gt(x, y) - Gs(x, y)] / Gt(x, y) > Tg \ \& \ [Bt(x, y) - Bs(x, y)] / Bt(x, y) > Tb$$

여기서, $Rt(x, y)$ 는 비교할 픽셀(Pixel)의 Red값, $Rs(x, y)$ 는 원래 픽셀의 Red값을 의미한다. 그리고 Tt 은 비교할 픽셀의 공차(Tolerance)를 의미한다.

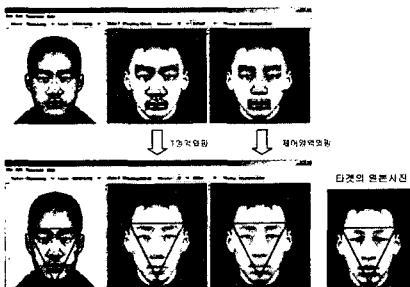
Interpolation이 필요한 주위에 있는 8개의 pixel을 보고, 참조할 픽셀이 있는지 확인하고, 참조할 픽셀의 수가 부족하면 한 단계 더 넓혀서 16개의 픽셀을 더 보고 참조를 한다.

4. 실험 방법

TBCC 얼굴매칭시스템은 펜티엄III 450MHz PC 기종과 128 Ram을 가지고 있는 윈도우 2000의 운영체제에서 Java로 프로그래밍 하였다. 본문의 실험방법은 백인종, 황인종 그리고 흑인종과 비슷한 피부를 가진 6명을 선택해서 30가지의 경우에 대해서 비교 분석을 하였다.

5. 실험 결과

모든 경우에 대한 결과를 넣을 수가 없기 때문에, 크게 1가지의 경우에 대해서만 결과를 캡춰해서 넣었다.



[그림 9] T영역과 제어영역을 와핑한 결과비교

[그림 9]는 검은색의 얼굴을 가진 증명사진을 흰색의 얼굴을 가진 모델사진에 적용한 결과화면이다.

모델의 얼굴사진이 밝은색의 피부색 계통을 가질 경우에는 증명사진의 이미지가 어떤 종류의 색이든간에 거의 완벽할 정도로 T영역의 와핑과 색상처리가 잘 되었다. 그러나, 모델이 검은색 계통의 피부를 가질 경우에는 그다지 좋지 않은 경우가 발생하는 경우가 생겼다.

특히, 황색계통의 피부색을 가지는 증명사진을 검은색계통의 피부색을 가진 모델에 적용하거나 또는 반대의 경우에는 적용이 잘 안 되는 경우가 있다. 이런 경우를 제외한 다른 경우에는 매우 만족스러운 결과가 나온다.

6. 결론 및 향후 연구과제

본 논문은 단순히 자기사진에서 T영역만을 모델 사진에 와핑하는 것이 아니라, 사용자 이목구비들의 크기와 서로간의 비율을 최대한 보정해 가면서 모델의 얼굴에 와핑을 한 후에, 피부색문제는 정규분포를 이용하여 좀더 정교한 색상매칭을 하는 새로운 Cross-Dissolve방법을 적용한 TBCC얼굴매칭시스템을 구현하였다.

향후 연구과제로는 얼굴사진에서 T영역과 제어영역들을 정확하게 자동으로 추출해 내는 일을 연구해야 할 것이다.

[참고 문헌]

- [1] Michael Jones and Tomaso Poggio. Model-based matching of line drawings by linear combinations of prototypes. In ICCV, pp. 531-536, 1995.
- [2] Michael Jones and Tomasso Poggio. Multi-dimensional morphable models. In ICCV, pp. 683-688. IEEE Computer Society Press, 1998.
- [3] S.Y.Lee, K.Y.Chwa and S.Y.Shin, "Image Metamorphosis Using Snakes and Free-Form Deformation", Computer Graphics, pp. 439-448, 1995.