

영상처리를 이용한 가상거울 시스템 개발

변영섭, 정세기, 김재명, 노영주
한국산업기술대학교 컴퓨터공학과
{yanoxi, tprl3030}@naver.com, finalko90@hanmail.net, yrho@kpu.ac.kr

Development of Virtual Mirror System

Yeong-Seop Byeon, Se-Gi Jung, Jae-Myeong Kim, Young J. Rho
Department of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

요 약

이미지 프로세싱 기술을 응용하여 실시간 가상거울 시스템을 개발하였다. 본 가상거울에서는 머리의 색을 정적으로 바꿀 수 있을 뿐만 아니라, 비추는 방향에 따라 동적으로 바꿀 수도 있다. 본 논문에서는 이러한 가상거울 시스템 구현에 적용한 알고리즘과 구현한 방법을 설명하였다. 본 논문에서는 개발을 중심으로 설명하고자 하였으며, 자세한 내용은 본문에서 기술한다.

1. 서론

하드웨어의 발전은 고성능을 필요로 하는 증강현실, 혹은 가상현실 기술의 발전을 가져왔다. 스마트폰은 몇 년 사이 엄청난 발전을 통해 고성능 장치가 되었으며 각종 기기들 역시 소형화 및 고성능화 되었다. 이로 인해 고성능을 필요로 하는 각종 기술들, 영상처리나 가상현실, 증강현실 기술들이 점점 실생활에 응용할 수 있을 정도의 발전이 이루어지고 있다. 본 논문은 이러한 점에 초점을 맞춰 실생활에서 응용할 수 있는 가상거울 시스템을 설계하고 구현하였다.

현재 발전된 CPU 및 그래픽 처리장치의 성능과 실제 거울 역할을 할 수 있는 모니터, 거기에 카메라의 성능이 발전하면서 이제 단순 거울과 같이 사용자의 모습을 비추는 정도는 매우 선명하며 실제 거울과 비교했을 때 위화감이 없을 정도이다. 이 프로그램은 이러한 점을 이용하여 사용자의 모습을 변화시켜 적용해볼 수 있는 가상거울 시스템을 목표로 한다.

모니터의 경우 현재 디스플레이 기술들은 거울 수준의 얇고 선명한 화질을 자랑하며 실제 거울처럼 만들 수 있는 수준에 있으므로 이런 디스플레이를 상정한 모니터를 사용하며 간단한 캠 카메라를 이용하여 촬영되는 영상을 실시간으로 영상처리를 하여 사용자의 모습을 변화시킬 수 있도록 한다. 본 논문에 쓰이는 프로그램은 사용자의 머리색을 바꾸어 실제 염색 시 바뀌게 되는 모습을 확인하고 비교해 볼 수 있도록 사용자의 모습을 보여준다.

2. 관련 연구 및 개발

2.1 카메라 및 모니터를 사용한 가상 헤어변경

현재 실제로 미용실에서 쓰이고 있는 기계로 자리에 앉은 미용실 손님의 머리모양을 변경해 볼 수 있는 가상

헤어변경 시스템이 있다. 이 시스템은 거울처럼 사용할 수 있는 모니터에 정면에서 보이는 헤어스타일을 미리 이미지로 저장한 뒤 화면에 나타내어 사용자가 머리 위치를 맞춰 확인해보는 시스템이다.

해당 시스템의 단점은 어디까지나 이미지 파일이기에 상당히 어색하며 사용자의 머리 위치를 파악 하는 게 아닌 정면에 이미지파일을 나타내어 사용자가 직접 위치를 맞춰주는 시스템이기에 거리가 조금만 다르거나 위치가 틀어지면 제대로 맞춰 볼 수 없다는 단점을 가지고 있다. 결국 이러한 단점으로 인해 미용실에서 사용하는 이 시스템은 사용하더라도 어색하고 사용하는데 나오는 불편함 때문에 설치를 하더라도 사용되지 않는 기계가 되게 된다. 이런 단점을 해결하여 사용자가 맞춰볼 필요 없이 사용자를 인식하며 어색한 이미지를 통한 헤어스타일 확인 보다는 염색 시 변경되는 색상 확인이 더 필요성 있는 기능이 된다.

2.2 사용자 인식 기능 분석

사람의 얼굴을 인식하는 기술은 상당히 발전하여 이제 대부분의 사람을 인식할 수 있는 수준에 이르렀지만 아직 단점이 없는 것은 아니다. 얼굴인식의 경우 채광, 사용자의 자세나 위치, 액세서리의 유무 등으로 인식여부에 차이가 생기게 된다. 그러나 거울 시스템을 상정한 경우 사용자의 목적이 분명하며 사용자의 위치는 큰 변화가 생기지 않는다. 이 때문에 가상거울 시스템은 사용자의 얼굴을 인식하고 이에 맞춘 증강현실 기술을 구현하는데 최적의 환경이나 아직 이런 기능을 제공하는 별다른 기술이나 기기는 극소수인 상황이다.

2.3 유사 논문

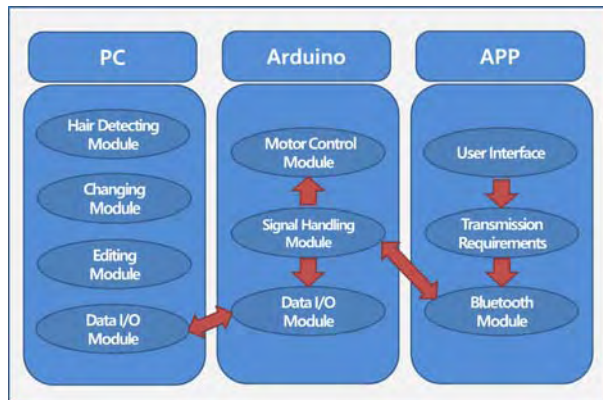
유사 기능을 구현한 기존의 논문을 살펴보면, 얼굴인식을 할 경우에는 배경 제거 후 윤곽선 검출, 이진화, 모폴로지 과정을 거쳐 얼굴을 인식을 하고 있으며,[1] 색을 변경할 경우 기존의 머리영역에 가상의 이미지를 입력시켜 색을 변환하고 있다 [2].

이러한 방법들을 사용할 경우 배경과 얼굴의 구분이 모호할 경우 검출이 어려워지는 경우가 생기고, 가상의 이미지를 입력시키는 경우 실제 이미지와는 다른 모습의 변화된 모습이 보여지게 된다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위하여, 기존의 논문과는 다른 얼굴검출 방식과, 색 변경 방식을 사용 및 구현하게 되었다.

3. 시스템 설계

(그림1)은 본 논문에서 제시한 가상거울 시스템의 구성을 보여준다.

PC와 Arduino는 Serial 통신을 이용하여 통신을 하고 Arduino와 APP은 Bluetooth를 이용하여 통신을 한다. APP에서 사용자가 요구사항을 입력하면 이 요구사항이 Arduino로 전달이 되고 Arduino에서 이 요구사항을 Serial 통신을 이용하여 PC에 전달을 해주는 방식으로 양방향 통신이 가능하도록 구현되었다.



(그림 1) 시스템 구성도

4. 시스템 주요 기능

4.1 hair 인식

○ 얼굴 부분 인식

Opencv에서 제공하는 haarcascade_frontface_alt2.xml 이란 훈련 알고리즘을 이용하여 캠으로 촬영되고 있는 실시간 영상에서 사람의 얼굴부분을 인식하여 인식된 얼굴부분을 사각형으로 표시를 하고 이 좌표를 저장하도록 구현하였다.[3] 기존의 논문에서 사용하던 윤곽선 검출 방식보다 좀 더 인식률이 높은 훈련알고리즘을 사용함으로써 시스템의 정확도를 상승시켰고, 훈련알고리즘을 사용하기 때문에 얼굴인식이 되지 않은 경우에도 지속적인 훈련을 통해 인식률을 상승시킬 수 있도록 하였다.

영상에서 사람의 얼굴 부분을 인식할 때 프로그램을 사

용하지 않는 다른 사람의 얼굴도 검출될 가능성이 있기 때문에 일정 영역을 지정해 놓은 다음 그 부분에 있는 사용자의 얼굴만 인식하도록 구현하였다.

○ 머리 부분 인식

얼굴 부분이 인식된 후에 이 정보를 바탕으로 머리 부분을 인식하게 되는데 다음의 방법을 사용하여 머리 부분을 선택한다. 만약 이 조건을 만족하지 못할 경우 반복문을 돌려 조건이 맞는 좌표가 나올 때 까지 반복을 하도록 하였다. 이때 빛, 각도 등 여러 조건과 환경에 따라 인식을 및 정확도가 달라질 수 있는데 이를 보완하기 위해 피부색 검출 시 RGB 영상보다 성능이 좋은 YCrCb 영상을 추가로 사용하여 인식률을 높였고, 영상에서 여러 가지 조건을 추가 하여 다양한 비교를 통해 정확한 머리 부분을 인식하도록 하였다 [4].

다음과 같은 알고리즘을 적용하였다.

- (1) 얼굴부분 인식 후 저장된 사각형 영역의 좌표 중 상단 중앙의 한 좌표를 선택
- (2) 캠으로 받은 영상에서 얼굴부분과 머리 부분의 구분을 쉽게 하기 위하여 기본 RGB 영상을 YCrCb 영상으로 변환한 영상을 하나 생성
- (3) 캠으로 받은 RGB영상과 변환을 시켜 얻은 YCrCb 영상에서 상단 중앙의 한 점이 다음의 조건을 만족하면 해당부분을 머리 부분이라 판단을 하고, 만약 좌표 값이 다음 조건을 만족하지 못한다면 좌표 값을 변경(y축의 값을 1씩 감소)시켜가며 조건에 맞는 점을 선택
 - (3-1) YCrCb 영상에서의 RGB 값 중 R의 값이 $120 < R < 150$ 을 만족
 - (3-2) YCrCb 영상에서의 RGB 값 중 G의 값이 $110 < G < 140$ 을 만족
 - (3-3) YCrCb 영상에서의 RGB 값 중 B의 값이 $B < 120$ 을 만족
 - (3-4) RGB 영상에서 RGB 값 중 R의 값이 $R < 150$ 을 만족

4.2 hair 추적

○ 머리 전체 영역 파악

머리 부분 인식으로 한 좌표가 선택이 되면 이 좌표를 바탕으로 머리 전체의 영역을 파악하도록 구현을 하였다. 8방향 검출 알고리즘 두 가지를 사용하였는데 실시간 영상처리를 위해 매 프레임마다 이 알고리즘을 사용하여 머리 부분의 이동이 발생할 경우라도 추적을 할 수 있게 하였고, 속도를 향상시키기 위하여 두 가지의 알고리즘을 스레드를 사용하여 실시간 영상처리가 좀 더 빨리 되도록 하였다.

○ 8방향 검출 알고리즘 - 1

한 좌표를 기준으로 8방향으로 비교를 해가면서 기준

점이 되는 좌표와 유사한 색이면 배열 안에 좌표 값을 넣어놓고 재귀호출을 통해 검출을 계속하고 유사한 색이 아니면 검출을 그만하도록 하였다.

색을 비교할 경우 RGB값을 비교하여 검출을 하게 되는데 다음과 같은 특징들을 활용하여 머리 부분 검출 시 정확도를 상승시켰다.

- (1) 머리 부분은 빛의 간섭을 받을 경우 R 값은 크게 변하지 않고 B 값의 변동이 큼
- (2) 피부는 빛의 간섭을 받을 경우 B값은 크게 변하지 않고 R 값의 변동이 큼
- (3) R값의 변동이 크지 않으면서 B 값의 변동이 비교적 큰 부분을 머리 부분으로 인식



(그림 2). 8방향 검출 알고리즘 1

또 알고리즘을 하나로만 검출을 하였을 경우 인식되지 않는 머리 부분이 생겨서 두 가지의 검출 알고리즘을 사용하여 정확도를 상승시켰다. 다음은 8방향 검출 알고리즘의 내용이다.

- (1) 머리 부분 인식을 통해 기준이 될 좌표 값 획득
- (2) 비교를 할 좌표 값을 선정 (그림 2 참조)
- (3) (2)를 통해 얻은 좌표 값을 기준이 되는 좌표 값과 비교를 통하여 머리 부분인지 확인
 - (3-1) 비교할 점의 R, G, B 값이 기준점의 R, G, B 값과 차이가 많지 않음 (60 이하)
 - (3-2) 비교할 점이 피부색이 아님 (R과 G의 차이가 35 이하)
 - (3-3) 비교할 점이 배경이 아님 (R, G, B의 합이 630 이하)
- (4) 비교할 점이 기준점과 유사하다고 판단 시 특정배열에 좌표 값을 넣고 재귀호출을 진행 (2)~(4)의 과정을 반복, 만약 비교할 점이 기준점과 유사하지 않다고 판단될 경우 종료
- (5) 모든 방향의 검출이 종료되었을 경우 특정 배열에 저장되어있는 좌표 영역을 머리 부분이라 판단하고 이를 영상처리에 활용

○ 8방향 검출 알고리즘 - 2

앞에 나온 8방향 검출 알고리즘과 구현방식은 비슷하지만 검출 방향을 다르게 하여 머리 부분 인식이 좀 더 정확하게 되도록 하였다. <그림3>은 두 번째 알고리즘의 검출 방향이다.



(그림 3) 8방향 검출 알고리즘 2

4.3 hair color 변경

기존의 논문에서는 머리 영역에 가상의 이미지를 입히는 방식을 사용하여 실제 모습과 변경된 모습이 유사하지 않고, 변경된 모습이 어색하다는 단점이 있었다. 이러한 단점들을 보완하기 위해 이 논문에서는 머리영역에 임의의 이미지를 입히는 방식이 아닌 검출한 부분의 RGB 값을 변화시키는 방법을 선택하였다. 검색을 할 때에 기존에 머리색에 변화시키고자 하는 색을 입히듯이, 이 시스템에서도 기존의 머리 영역의 RGB값을 구한 후 사용자가 원하는 색으로 RGB값을 변화시키는 방법을 사용하여, 실제 모습과 가상 거울 안에서의 모습이 최대한 유사하게 나오도록 하였다.

○ color change 모드

시스템에 몇몇 색상을 입력시켜 놓고 사용자가 변경하기 원하는 색상을 선택하면 머리 부분의 색이 실시간으로 변경 되는 기능이다. 위에서 검출을 통해 획득한 좌표의 RGB 값을 변화를 시켜주어 화면을 통해서 검색을 한 사용자의 모습을 볼 수 있도록 한다.

○ customizing 모드

시스템에 입력되어 있는 색상이 아니라 사용자가 직접 RGB 값을 변경시켜가며 색상을 변경시킬 수 있는 모드이다. 사용자가 직접 자신이 원하는 색을 선택함으로써 만족도를 올릴 수가 있고, 기존 hair의 RGB값, 변경된 RGB값, 증가/감소시킨 RGB 값 출력기능을 추가하여 자신이 원하는 색이 어떤 RGB값인지 알 수 있다.

4.4 hair display

기존의 사용자의 모습과 변경된 사용자의 모습을 동시

에 볼 수 있도록 두 화면을 display 해준다.

또 사용자의 요구에 따라 화면의 크기를 조절하는 기능도 제공을 한다.

[3] OpenCV website : <http://opencv.org/>

[4] Opencv wiki project :

<https://sites.google.com/site/opencvwikiproject/home>



(그림 4) 화면 모습

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 다룬 프로그램은 카메라와 PC 내 영상처리 기술의 연동을 통하여 사용자에게 자신의 머리색깔을 변화시키고 그것을 직접 화면을 통하여 실시간으로 확인할 수 있는 증강현실을 서비스한다.

또한, 자체 개발한 알고리즘을 통하여 자동으로 프로그램 내에서 헤어 영역을 인식하고, 스마트 기기와 Bluetooth 연결을 통한 편리한 제어 UI를 바탕으로 사용자가 보다 쉽고 편리하게 해당 가상 거울 시스템을 이용할 수 있는 환경을 제공한다.

그리고 실생활에서의 영상처리 기술의 활용범위가 점점 커지고 있는 상황이기 때문에 본 프로그램의 활용성은 매우 높다고 볼 수 있다. 또한, 지속적인 피드백을 통한 기능의 개선과 추가가 가능하다. 본 프로그램의 경우 미용실, 스티커 사진기 등의 장소와 접목을 시켜 유용하게 활용 될 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 본 프로그램을 이용하기 위해서는 장비비용 및 유지비용이 필요하기 때문에 사용대상이 비교적 한정적일 수밖에 없다고 볼 수 있다. 이를 해결하기 위해 Smartphone application으로써의 전환 작업의 필요가 있을 것이다. 따라서 본 프로그램의 스마트폰 내 인식과 원활한 동작을 위한 최적화 작업과 스마트폰 내부 기능과 연계한 추가 기능 구현에 대한 충분한 검토와 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 강남순, 웹캠을 이용한 실시간 얼굴인식과 이상적 헤어스타일 적용방법에 관한 연구, 신성대학교 2010
- [2] 강동국, 2D 가상헤어스타일러: 컬러 영상분할 및 반자동 필드 모핑, 백석대학교 2007