



국민대학교
전자정보통신대학
컴퓨터공학부


캡스톤 디자인 I

종합설계 프로젝트

프로젝트 명	천의 얼굴
팀 명	얼굴 코디
문서 제목	결과보고서

Version	1.4
Date	2019-05-25

팀원	조승현 (조장)
	김상열
	김가연
	이대현
	이진구
	강남삼

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING

이 문서에 포함되어 있는 정보는 국민대학교 전자정보통신대학 컴퓨터공학부 및 컴퓨터공학부 개설 교과목 캡스톤 디자인 I 수강 학생 중 프로젝트 “천의 얼굴” 을 수행하는 팀 “얼굴코디” 의 팀원들의 자산입니다. 국민대학교 컴퓨터공학부 및 팀 “얼굴코디” 의 팀원들의 서면 허락없이 사용되거나, 재가공 될 수 없습니다.

문서 정보 / 수정 내역


Filename	결과보고서-천의얼굴.doc
원안작성자	조승현, 김상열, 김가연, 이대현, 이진구
수정작업자	조승현, 김가연, 김상열, 이진구, 이대현

수정날짜	대표수정자	Revision	추가/수정 항목	내 용
2019-05-22	이진구	1.0	최초 작성	결과보고서 초안 작성
2019-05-23	조승현	1.1	내용 수정	연구/개발 내용 추가
2019-05-24	김가연	1.2	내용 수정	시스템 요구사항 및 설계도 추가
2019-05-25	이대현	1.3	내용 수정	테스트케이스 추가
2019-05-26	김상열	1.4	내용 수정	활용/개발된 기술 추가

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

목 차

1. 개요.....	4
1.1 프로젝트 개요.....	4
1.2 추진 배경 및 필요성.....	4
1.2.1 추진 배경.....	4
1.2.2 기술 시장 현황.....	5
1.2.3 개발된 시스템의 문제점.....	6
1.2.4 개발된 기술과의 차별성.....	6
2. 개발 내용 및 결과물.....	7
2.1 목표.....	7
2.2 연구/개발 내용 및 결과물.....	8
2.2.1 연구/개발 내용.....	8
2.2.2 시스템 기능 요구사항.....	14
2.2.3 시스템 비기능(품질) 요구사항.....	15
2.2.4 시스템 구조 및 설계도.....	166
2.2.5 활용/개발된 기술.....	177
2.2.5.1 활용 기술.....	177
2.2.5.2 개발된 기술.....	18
2.2.6 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안.....	199
2.2.7 결과물 목록.....	20
2.2.8 설문조사 결과.....	21
2.3 기대효과 및 활용방안.....	25
3. 자기평가.....	25
4. 참고 문헌.....	27
5. 부록.....	29

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

5.1 사용자 매뉴얼.....	29
5.2 테스트 케이스.....	31

1 개요

1.1 프로젝트 개요

본 프로젝트(이하 FaceCody)는 “표정 합성 어플리케이션”이다. 눈을 키우거나 필터를 적용하는 기존 어플리케이션과 같은 단순한 보정 작업을 제공하는 것이 아닌, 원하는 표정으로의 합성 기능을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 사진 촬영 장소와 얼굴의 방향에 관계없이 FaceCody 를 통해 찍은 사진이라면 자연스러운 합성 결과를 기대할 수 있다.


번거로운 절차 없이 사용자가 원하는 사진(이하 Source Image)과 편집할 사진(이하 Target Image)을 선택하는 단순한 작업만으로 합성된 사진을 얻을 수 있는 어플리케이션을 개발하는 것을 목표로 한다.

1.2 추진 배경 및 필요성

1.2.1 추진 배경

스마트폰의 카메라 기술 발전으로, 스마트폰을 이용해 사진을 찍는 사람들이 늘어나고 있다. 간편하게 사진을 찍을 수 있을 뿐만 아니라 다양한 보정 어플리케이션과 필터 기능 등의 이점으로 스마트폰 카메라를 사용한다. 하지만 원하는 표정의 사진을 얻기 위해서는 여전히 여러 번의 사진을 찍어야 하며, 합성 어플리케이션을 사용하더라도 만족스러운 합성 결과를 얻기 힘들다. 포토샵과 같은 편집 프로그램을 사용하면 자연스러운 결과물을 얻을 수 있지만 이러한 툴 사용법에 익숙하지 않은 사용자들은 부자연스러운 결과를 얻을 가능성이 높다.

본 프로젝트는 “표정 합성 시스템”을 개발하여 복잡한 보정 작업을 간편한 합성 작업으로 대체할 수 있는 어플리케이션을 개발하고자 한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

1.2.2 기술 시장 현황

1. Face Completion



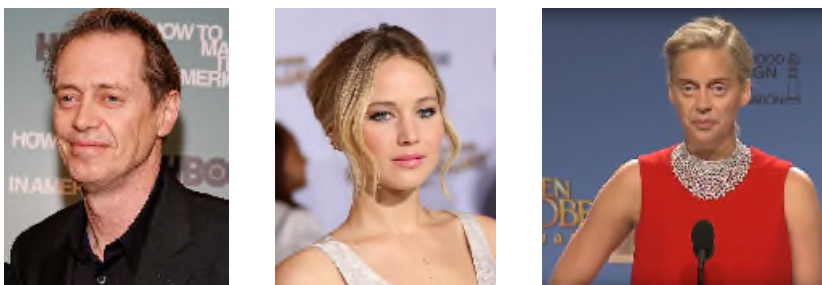
GAN 모델을 사용하여 학습된 Image Completion 기술로, 사진 속 가려진 얼굴 부분을 인공지능을 이용해 복원하는 기술이다. 사진을 전체적인 부분(사람 전체 부분)과 세부적인 부분(얼굴 부분)으로 나누어서 학습한다.

한 장의 사진만으로도 복원이 가능하지만 학습되지 않은 사람의 사진은 자신의 신체 부위가 아닌 학습된(다른) 사람의 것으로 복원되거나 복원 자체가 잘 안되는 경우도 있다.¹

[그림 1] Face Completion 예시


2. 딥페이크(Deepfake)

오토인코딩 모델을 이용해 개발된 기술로 서로 다른 인물 A, B에 대하여 동일한 인코더와 서로 다른 2개의 디코더를 사용하여 학습을 진행한다. 인코더를 통해 대상 A에서 생성된 Latent Face를 대상 B의 디코더에 전달함으로써 B의 얼굴에 A의 얼굴이 합성된다. 딥러닝 방식의 특성상 주어지지 않은 정보에 대해서는 제대로 대응하지 못한다. 얼굴에 장애물이 존재하거나 얼굴의 일부가 잘린 경우에는 부자연스러운 합성 결과가 나온다.



[그림 2] DeepFacke 예시

¹ https://jayhey.github.io/deep%20learning/2018/01/05/image_completion/
<https://arxiv.org/pdf/1704.05838.pdf>

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

1.2.3 개발된 시스템의 문제점

- 1) 기존 보정 어플리케이션에서 제공하는 표정 변화 기능은 고정된 템플릿으로만 보정이 가능하다.
- 2) Group Shot 과 같은 합성 어플리케이션 경우 합성할 두 사진의 얼굴 방향, 촬영 장소, 얼굴 크기와 같은 요소들의 차이가 있다면 원하는 결과물을 얻지 못하였다.
- 3) 기존 어플리케이션들은 자연스러운 합성 사진을 만든다는 목적보다는 재미를 위한 요소로써 사용되고 있다.
- 4) 원하는 표정 사진을 얻기 위해서는 포토샵과 같은 사진 편집 프로그램을 사용해야 한다. 하지만 편집 툴을 다루는 데 익숙하지 않은 사용자의 경우 합성 방법을 익혀야 하고 반복적인 보정 작업으로 많은 시간을 소모하는 단점이 있다.


1.2.4 개발된 기술과의 차별성

- 1) 본인 얼굴을 이용한 합성

GAN 모델을 이용한 합성 시스템의 경우, 미리 학습된 사진을 통해 합성을 수행하기 때문에 학습되지 않은 사람의 얼굴은 다른 사람의 얼굴로 합성된다는 단점이 있다. 이에 대한 예시로 양쪽 동공의 색이 다르게 합성되는 경우를 들 수 있다. 본 프로젝트는 얼굴 인식기술을 이용하여 본인의 얼굴 표정으로 합성한다.

- 2) 3 차원 얼굴 정보를 이용한 합성

2 차원 상에서의 단순한 합성 방식의 경우, 얼굴의 방향이 다르거나 빛의 환경이 다른 사진을 자연스럽게 합성할 수 없다. 이 프로젝트는 2 차원 이미지로부터 3 차원 얼굴 모델을 생성하여 합성 가능한 얼굴 방향의 스펙트럼을 넓히고 빛과 색을 보정하여 합성의 퀄리티를 높인다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25


2 개발 내용 및 결과물

2.1 목표

스마트폰 카메라 기술의 발전으로 많은 사진을 찍고 SNS 에 사진을 공유하면서 사진 편집 및 보정 어플리케이션의 수요가 늘어나게 되었다. 우리는 기존의 보정 어플리케이션 기능 중 제한적인 템플릿만을 제공하거나, 만족스럽지 못한 결과물을 내는 표정 편집기능에 주목하였다.

본 프로젝트는 FaceCody 를 이용하여 찍은 사진이면 얼굴 방향, 장소와 관계없이 원하는 표정 사진으로 보정된 사진을 얻는 것을 목표로 한다. 또한, 기존의 번거로웠던 조작방법을 Source Image 와 Target Image 를 선택하는 단순한 방법으로 구현하여 사용자의 편의성을 향상시키고자 한다.

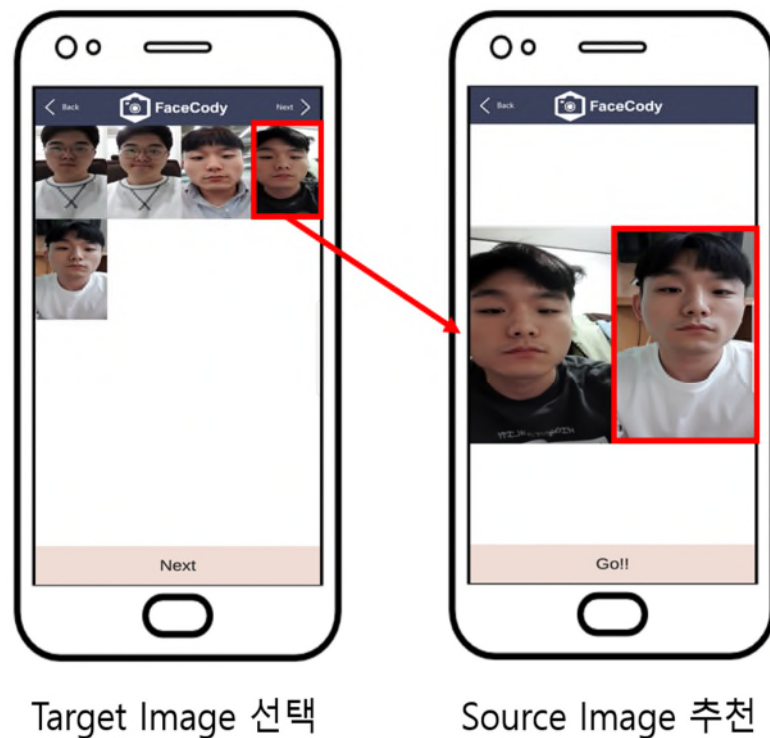
위와 같은 목표를 위해 사용자의 얼굴을 3 차원으로 Modeling 하여 합성 과정에 사용한다. 이 과정에서 증강 현실 플랫폼인 'ARCore'를 활용하여 합성 방법에 대한 새로운 접근법을 제시한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.2 연구/개발 내용 및 결과물

2.2.1 연구/개발 내용


1) Source Image 자동 추천



[그림 3] Source Image 자동 추천 과정

사용자가 Target Image 를 선택하면 FaceCody 는 다음과 같은 합성 적합도 알고리즘을 사용하여 Source Image 를 추천한다. 첫째로, 얼굴 방향 유사도를 계산하여 정면을 바라보는 사진을 선별한다. Source Image 가 정면에 가까울수록 자연스러운 합성 이미지를 기대할 수 있기 때문이다. 이후, 선별된 사진 중에서 Happiness 값이 가장 높은 사진을 추천한다. Happiness 값은 Microsoft Azure – Face API 를 사용하여 얻어낸다.

Source Image 추천을 통해, 사용자가 선택해야 하는 부분을 최소한으로 줄임으로써 프로젝트의 목표 중 사용자의 편의성 향상을 달성하였다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2) Unwrapped Image 생성



Original Image




Unwrap Image

[그림 4] Unwrapped Image 구현 결과

ARCore로부터 얻은 3 차원 Mesh 정보를 활용하여 Unwrapper 구현하였다. Original Image의 Vertices(좌표)를 Affine Transform 을 통해 UV 좌표계(3 차원 Mesh 좌표를 2 차원으로 나타낸 좌표계)로 변환하여 Unwrapped Image 를 생성하였다. 생성된 Unwrapped Image 는 3D Modeling 을 진행할 때 Texture 로 사용된다.


기존 계획서에서의 합성은 2 차원의 사진 정보만을 이용하는 방법이다. 하지만 2 차원 상에서 얼굴의 방향이 다른 두 사진의 합성은 매우 부자연스러운 결과를 보였다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

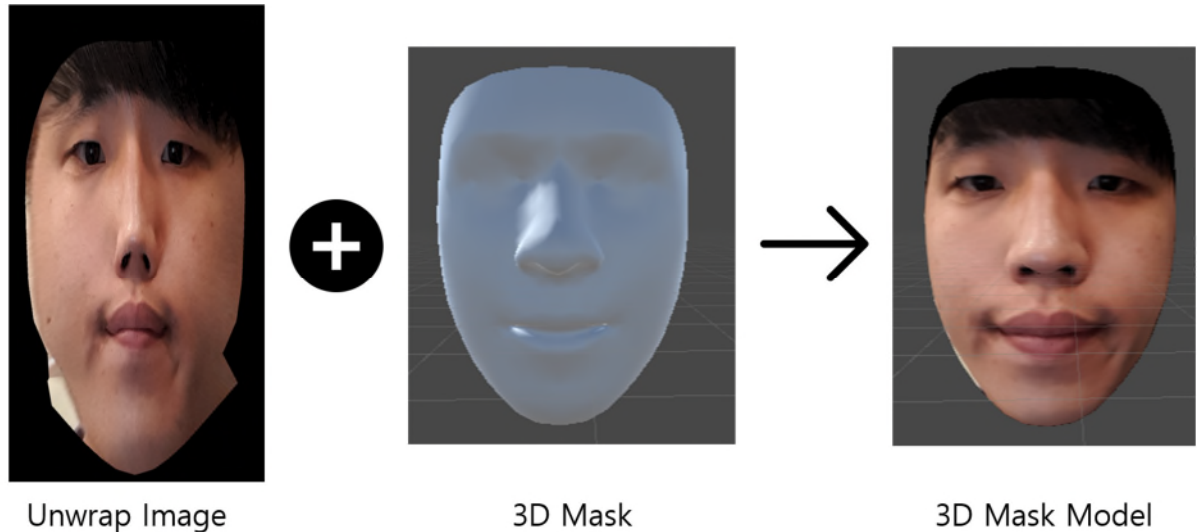


[그림 5] 2 차원 정보만을 이용하여 다른 얼굴 방향의 사진을 합성한 결과(Group Shot)

합성에 있어서 동일한 얼굴 방향의 사진끼리 만 합성이 가능하다는 것은 큰 제약 조건이다. 이러한 제약조건을 해결하고자 얼굴을 3 차원으로 모델링하는 방법을 도입하여 문제점을 해결하였다. Unwrap 과정은 3 차원 모델링에 필요한 Texture 를 만들기 위해 추가된 단계이다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25


3) 3D Modeling



[그림 6] 3D 모델링 결과

Unwrapped Image 와 얼굴의 3 차원 좌표인 Vertices 를 이용하여 만든 3D Mask 를 이용하여 3D Model 을 Unity 를 통해 구현하였다. ARCore 를 통해 얻은 Head Pose 를 이용하여 3D Model 의 방향을 Target Image 의 얼굴방향과 일치시킨다.

위에서 언급한 얼굴 방향의 제약조건을 해결하는 단계이며, 3 차원의 얼굴 Model 을 이용하여 Target Image 와 동일한 방향의 표정 사진을 만들어 자연스러운 합성이 가능하게 유도하였다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

4) 빛 적용



빛 적용 전




빛 적용 후

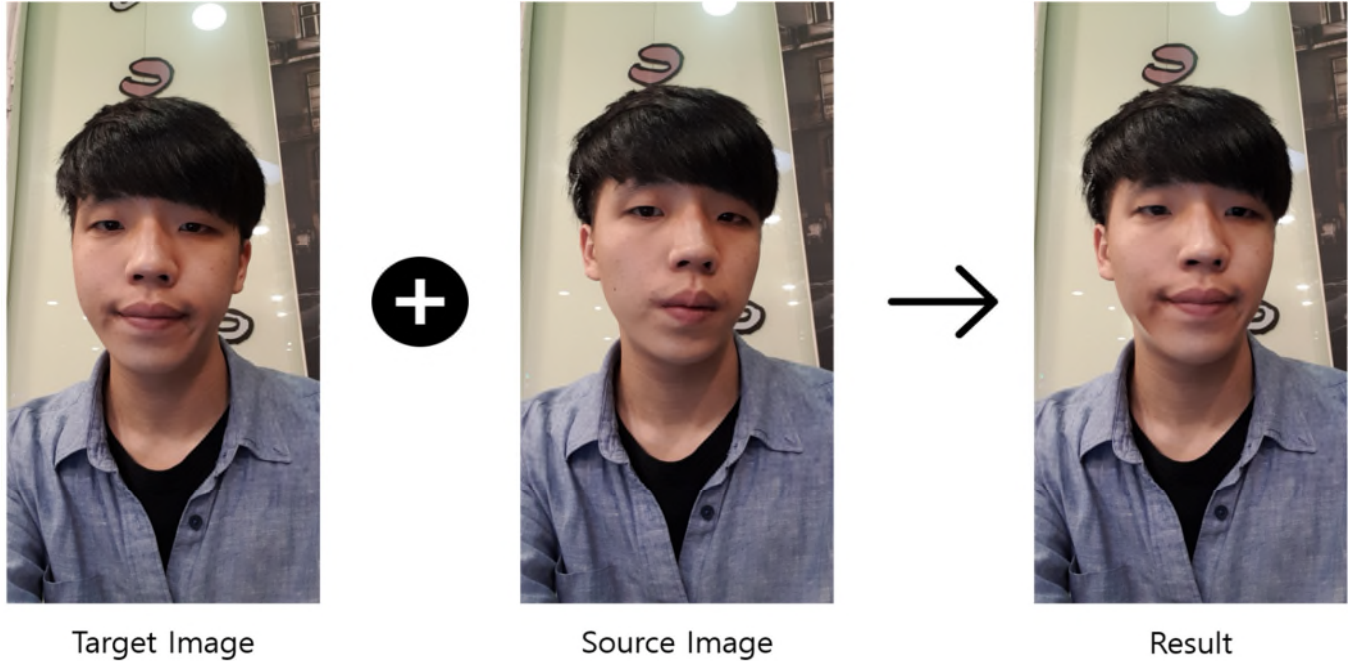
[그림 7] 빛 적용 결과

Source Image 에서 얼굴 전체의 빛 조건을 동일하게 만들어 주는 작업을 통하여 얼굴에서 빛의 차이를 제거하는 과정이다. 이때 Homomorphic 필터를 사용하여 노출된 조명을 제거하는 과정을 거친다. 빛이 제거된 Source Image 를 Unwrapper 에 입력으로 하여 빛이 제거된 3D Model 얼굴을 얻을 수 있다.

ARCore 를 통해 얻은 빛의 세기(intensity)값을 이용하여 3D Model 에 새로운 빛을 적용함으로써 Target Image 와 Source Image 간에 빛 환경의 차이를 최소화하였다.


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

5) 합성

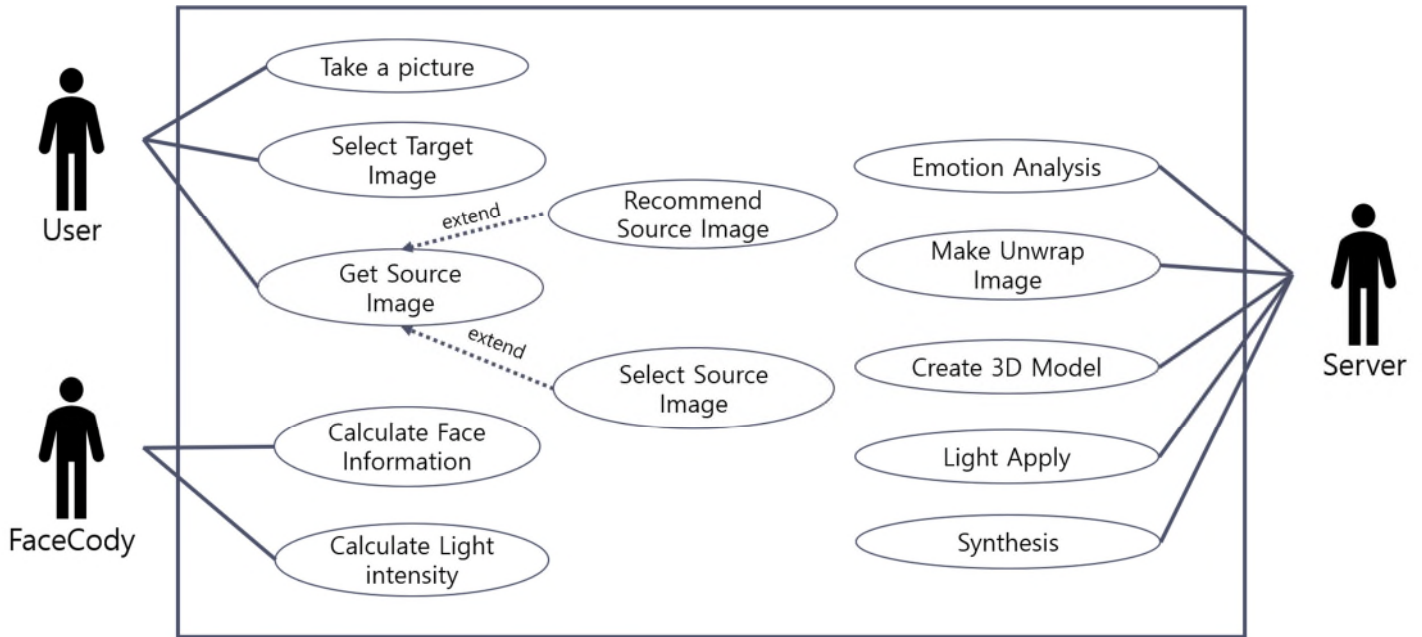


[그림 8] 합성된 이미지

Target Image 와 Model Image 를 합성한다. 이 때, OpenCV 의 SeamlessClone 을 사용하여 합성을 진행하였다. SeamlessClone 은 이미지 합성에 쓰이는 기술이며, 합성할 부분과 전체 사진의 이질감을 없애 주는 기능을 제공한다. 이 때, 합성할 사진이 Target Image 의 어디에 위치할 지를 지정해 주어야 하며, 본 프로젝트에서 위치값(이하 Center Point)이 정확하지 않은 것이 만족스러운 결과를 얻지 못하게 하는 요인이었다. 이 문제는 Center Point 를 3D Model 의 Center Pose 와 마스크의 중심 좌표를 이용하여 맞춰 줌으로써 합성의 정확도를 높였다.


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.2.2 시스템 기능 요구사항



[그림 9] Use Case Diagram


기능 요구사항	수행여부
Take a picture	완료 – 촬영 버튼으로 사진 촬영 가능
Select Face	삭제 – 단체 사진에서 개인사진으로 변경
Select Target Image	완료 – 갤러리에서 Target Image 선택 가능
Light estimation	완료 – 사진 촬영 시, ARCore 에서 측정된 빛의 세기를 활용
합성 적합도 계산	완료 – 얼굴 방향 유사도와 감정 분석을 기반으로 한 Source Image 추천에 사용
Select Source Image	완료 – 사용자는 추천된 Source Image 를 선택할 수 있으며, 추천된 이미지가 마음에 들지 않을 경우, 갤러리에서 선택하는 방법과, 원하는 표정을 촬영하는 방법으로 Source Image 를 변경 가능.
Recommend Source Image	완료 – 감정 분석 결과 Happiness 가 가장 높은 표정 사진을 추천

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

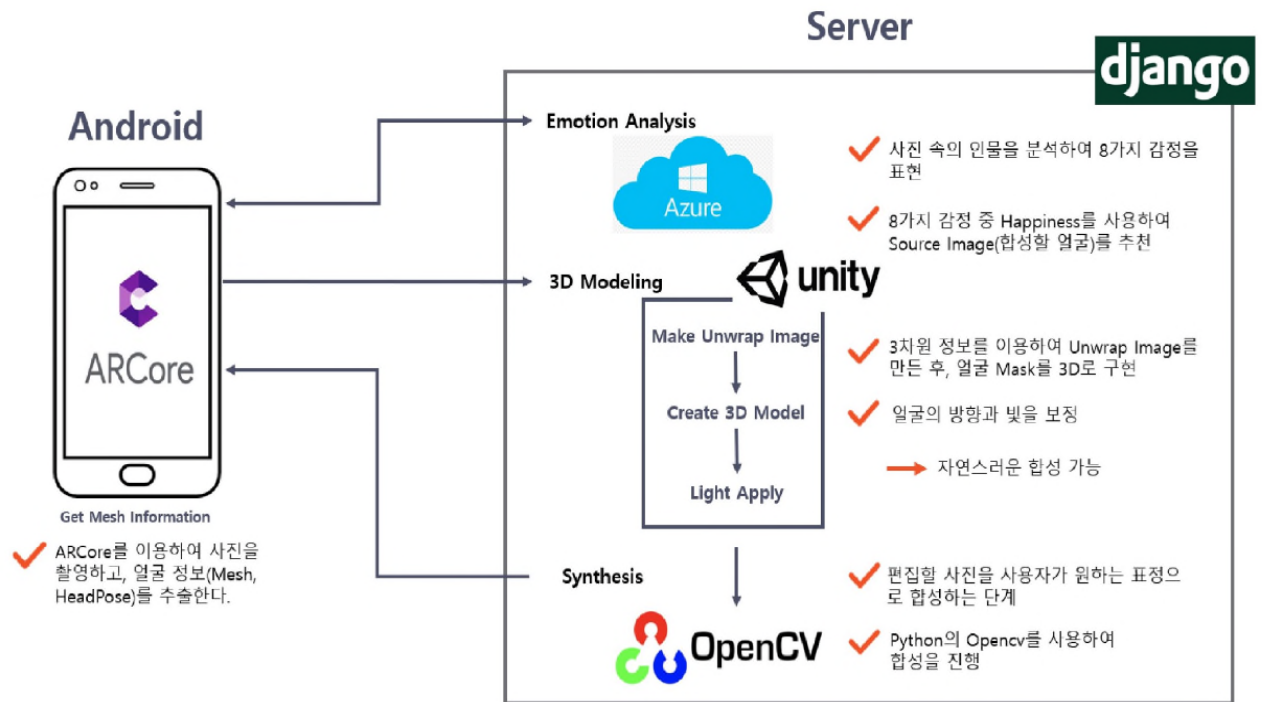
Emotion Analysis	완료 – Face API 를 이용, 사진을 전송하여 8 가지 감정 중 Happiness 의 값을 저장
Make Unwrapped image	완료 – 사용자의 3D Mesh 정보를 통해, OpenCV 를 활용하여 Unwrapped image 를 생성
Create 3D Model	완료 – Unwrapped image 와 얼굴의 방향 정보를 이용하여 3D Model 을 생성
Light Apply	완료 – 추정된 빛의 세기를 Unity 를 통해 3D Model 에 적용
Synthesis	완료 – Target Image 와 3D Model Image 를 이용하여 합성 결과물을 생성
Color Correction	완료 – OpenCV SeamlessClone 을 이용하여 색 보정을 진행

2.2.3 시스템 비기능(품질) 요구사항

비기능 요구사항	수행 여부
사진에 찍힌 사람의 수가 30 명일 때, 5 초 이내에 모든 얼굴을 인식할 수 있어야 한다.	미달성 – ARCore 의 Augmented Face 기능이 다중 트래킹을 제공하지 않았기 때문에 단체사진에 적용이 불가능하였다.
합성 적합도 계산을 5 초 안에 수행해야 한다.	달성 – 합성 적합도를 계산하는 대신 감정 분석을 통하여 Source Image 를 추천해주는 방법으로 수정하였다.
서로 다른 해상도 및 고해상도의 이미지처리가 가능해야 한다.	달성 – ARCore 가 작동하는 3 대의 기기(G6, Galaxy 9, Galaxy Note 9)를 통해 촬영한 서로 다른 해상도의 사진을 합성한 결과 OpenCV 에서 제공하는 Resize 함수를 사용하여 해결할 수 있었다.
합성이 완료된 사진이 10 초 안에 출력 되어야 한다.	미달성 – ARCore 가 Unwrapped image 를 제공하지 않았다. Unwrapped image 를 만드는 과정 중 Warping Transform 에서 많은 시간을 소요하였다.


 <div> <p>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</p> </div>	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.2.4 시스템 구조 및 설계도



[그림 10] 시스템 구조도

1. 사용자는 ARCore 를 통해 촬영한다.
2. FaceCode 는 사용자의 3D Mesh 정보를 저장한다.
3. FaceCode 는 이미지를 서버에 전송한다.
4. 서버는 이미지를 Face API 를 활용하여 Happiness 정보를 FaceCode 에 전송한다.
5. 사용자는 Source Image 와 Target Image 를 선택하여 합성을 요청한다.
6. FaceCode 는 2 장의 Image 와 각각의 3D Mesh 정보를 전송한다.
7. 서버는 Unwrap 과정과 Modeling 과정, Synthesis 과정을 거쳐 합성 Image 를 FaceCode 에 전송한다.
8. Face Code 는 합성 Image 를 Display 한다.
9. 사용자는 합성 Image 의 저장여부를 선택한다.
10. FaceCode 는 합성 Image 를 갤러리에 저장한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.2.5 활용/개발된 기술

2.2.5.1 활용 기술


1) ARCore

ARcore 는 스마트폰에서 증강 현실 환경을 구축하기 위해 개발된 플랫폼으로 기계학습을 사용하여 Depth sensor 없이도 사용자의 얼굴을 3D model 로 재현할 수 있다. Tensorflow Lite 를 사용하기 때문에 모바일 환경에서 실시간으로 동작 가능하다. 얼굴의 위치를 검출하는 Detector, 얼굴의 기하학적인 구조를 예측하는 3D Mesh Model 2 개의 신경망으로 이루어져 있다.

본 프로젝트에서는 ARCore 의 Augmented Face 기능을 이미지 합성에 적용하였다. ARCore 에서 얻을 수 있는 얼굴 정보에는 Vertices, UV, Triangles, Head Pose, Light intensity 등이 있다.

2) FACE API

Face API 는 사진 속 사람들의 얼굴을 탐지, 인식 및 감정 분석 서비스를 제공하는 Microsoft Azure 의 인공지능 서비스이다. 위 프로젝트에서 사용하는 감정 분석 서비스는 27 개의 Face Landmark 를 이용하여 사진 속 얼굴을 분석하고 8 가지 감정(anger, contempt, disgust, fear, happiness, neutral, sadness, surprise)의 값을 0 과 1 사이의 수치로 나타낸다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.2.5.2. 개발된 기술

1) Make Unwrapped Image

ARCore 로부터 얼굴의 Vertices 와 UV 좌표계를 추출하고, OpenCV 의 Affine Transform 을 이용하여 Vertices 좌표계의 픽셀 값을 UV 좌표계의 픽셀 값으로 변환하였다. 기존의 방식들은 Triangle 단위로 Polygon 을 나누어 Transform 을 수행한다. 본 프로젝트의 경우, Triangle 의 개수가 898 개로 보편적인 방식들의 Triangle 개수 보다 40 배 많기 때문에 오랜 처리 시간을 요구하였다. 이를 해결하고자, 446 개의 Rectangle 과 6 개의 Triangle 로 나누어 Affine Transform 을 수행한다. 이는 2 배 이상 빠른 처리 속도를 보인다.


2) Make 3D Model

합성에 있어서 얼굴의 방향이라는 제약조건을 해결하기 위해 3D Modeling 을 수행하였다. Vertices 를 이용하여 3D Mesh 를 만들고 Unwrapped Image 를 Texture 로 사용하여 Source Image 에 대한 3D Model 을 구현하였다. Target Image 의 Head Pose 와 Center Pose 를 활용하여 3D Model 의 Transform 조정하여 Target Image 와의 얼굴 방향 및 위치를 일치시켰다.

3) Light

빛은 합성의 자연스러움을 판단하는 중요한 요소이다. 이미지를 Illumination Element(Low Frequency)와 Reflectance Element(High Frequency)을 부분으로 나누어 High Pass Filter 를 통해 Illumination Element 를 제거하는 방법으로 이미지의 조명을 제거하였다.

ARCore 의 Light Estimation 기능을 사용하여 얻은 빛의 세기를 이용하여 3D Model 에 적용함으로써 이미지 사이의 조명 차이를 최소화하였다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.2.6 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안

1) Multi Tracking

ARCore 의 Augmented Face 기능이 Multi Tracking 을 제공하지 않았기 때문에 단체사진에서 각각의 인물이 원하는 사진으로 합성이 불가능하였다. 이에 따라 개인 사진에서 원하는 표정으로의 합성으로 주제를 변경하였다.

2) Synthesis


2 차원 정보를 가지고 합성을 진행하면, 얼굴 방향이 다른 사진은 합성할 수 없다. 이에 대한 해결 방법으로 2.2.1 연구 개발 내용에 명시한 Unwrapped Image 와 3D modeling 을 제시하였다. 얼굴의 외곽 크기가 다른 사진을 합성할 시 (ex 입을 벌린 사진과 입을 다문 사진의 합성) 합성된 결과물이 부자연스러운 것을 확인할 수 있었다. 이러한 문제점을 사용자의 눈 끝 사이의 거리 비와 머리 끝 점과 턱 끝 점의 거리 비를 구하여 수평 방향과 수직 방향으로의 resize 를 적용하는 방법으로 해결하였다.

3) Silver Triangle

Unwrap 과정에서 삼각형의 넓이가 너무 작아 Pixel 정보를 가져오지 못하는 경우가 발생하였다. 이러한 부분은 Unwrapped Image 에서 검은색으로 나타난다. 이를 해결하기 위해, Silver Triangle 을 탐지하는 알고리즘을 구현하고, 탐지된 Silver Triangle 은 OpenCV 의 Inpaint 기술을 이용하여 주변의 픽셀 값으로 대체하였다.

4) 개인 셀카 모드에서만 촬영 가능

ARCore 의 Augmented Face 기능이 정면 카메라에서만 지원되기 때문에 생긴 제한요소이다. 시간적 제약조건으로 차후 캡스톤 2 에서 Tensorflow Lite 를 이용하여 수정할 예정이다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.2.7 결과물 목록

대분류	소분류	기능	형식
Server	Emotion analysis	사진 속 인물의 감정을 분석	Face Api
	합성	Target Image 와 빛 적용된 사진의 합성	Python - OpenCV
	Unwrapped image	얼굴의 3 차원 정보와 Image 를 이용하여 Unwrapped image 생성	Python - OpenCV
	3D Modeling	얼굴의 3 차원 좌표와 Unwrapped image 를 이용하여 얼굴 Mask 3D Model 을 생성	Unity - C#
	Light Apply	Target Image 와 비슷한 빛 조건을 적용	Python - OpenCV
Mobile Device	화면 구성	전체적인 화면을 구성	Unity - C#
	버튼 클릭	사용자의 누른 버튼에 대한 동작 수행	Unity - C#
	Source Image 추천	Target 사진을 선택하면 얼굴 방향을 기준으로 정렬하여 가장 행복해 보이는 사진 추천	Unity - C#

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.2.8 설문조사 결과

Google 스프레드시트를 이용하여 사용자의 의견을 수집하였다.

1> 설문 내용

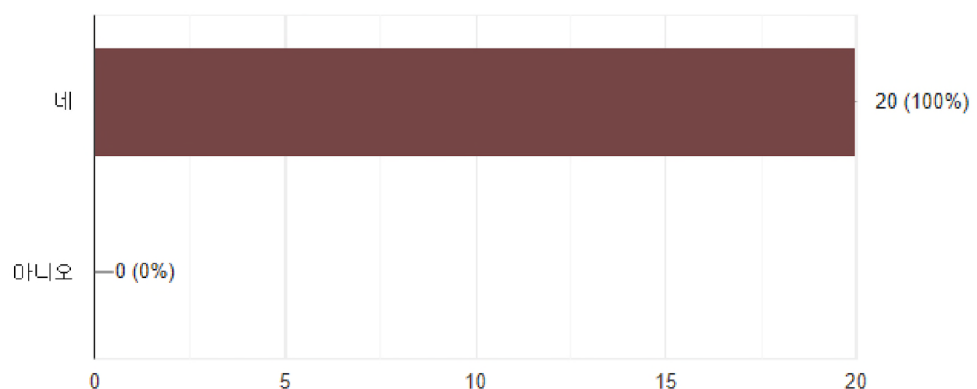
1. FaceCody 와 같은 서비스가 필요하다 생각됩니까?
2. FaceCody 를 이용한 결과물의 만족도는 어떠합니까?
3. FaceCody 의 조작법 난이도는 어떠합니까?
4. FaceCody 가 개선해야 할 점은 무엇이라 생각됩니까?
5. FaceCody 를 다운 받아 사용할 의향이 있습니까?
6. 추가적인 개선 사항과 사용후기를 간단하게 남겨주세요.

2> 설문 결과


응답자 수는 총 20 명이며, 설문 결과는 다음과 같다.

1. FaceCody와 같은 서비스가 필요하다 생각합니까?

응답 20개

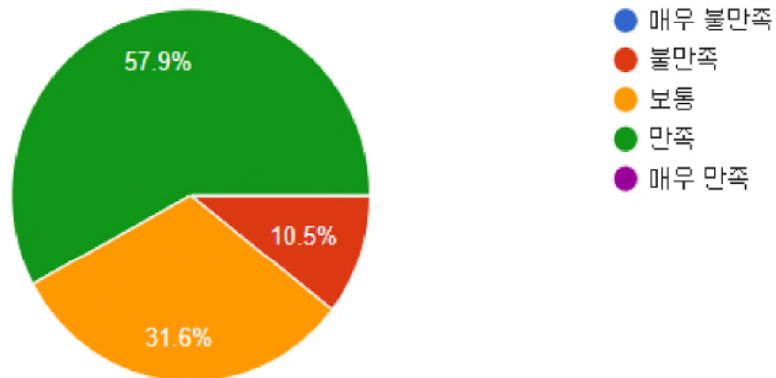


[그림 11] 설문조사 결과 - 서비스의 필요성

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2. FaceCody를 이용한 결과물의 만족도는 어떠합니까?

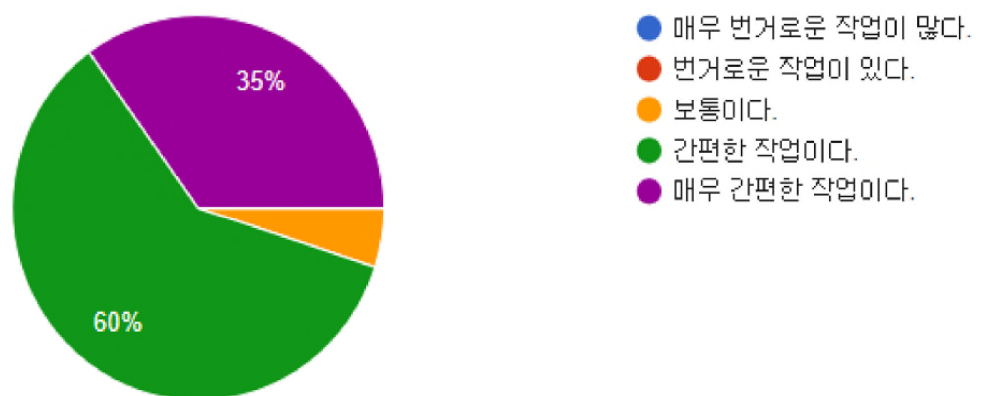
응답 19개




[그림 12] 설문조사 결과 - 만족도

3. FaceCody의 조작법 난이도는 어떠합니까?

응답 20개

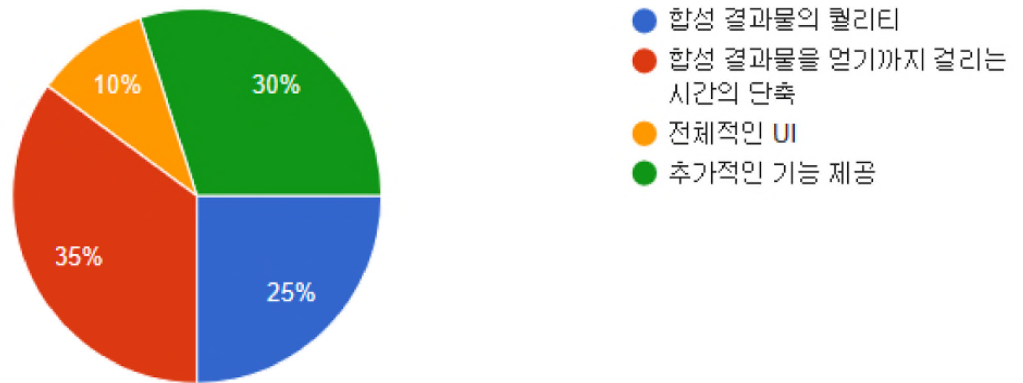


[그림 13] 설문 조사 결과 – 조작 난이도

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

4. FaceCody가 개선해야 할 점은 무엇이라 생각 됩니까?

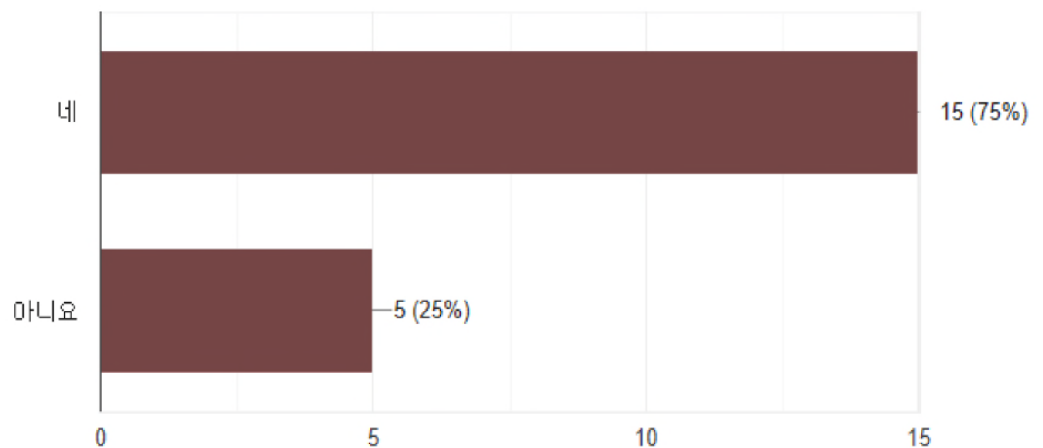
응답 20개




[그림 14] 설문 조사 결과 - 개선점

5. FaceCody를 다운받아 사용할 의향이 있습니까?

응답 20개



[그림 15] 설문 조사 결과 - 재사용 의사


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

6. 추가적인 개선사항과 사용후기를 간단하게 남겨주세요.

응답 20개

합성 결과물이 좀 더 잘 나왔으면 해요
필터 기능이 추가되면 좋을것 같네요
편집 앱으로 사용하려면 결과물의 퀄리티가 더 좋아야 할 것 같네요
개발 고생하셨습니다
간단한 합성할때는 사용할거 같네요
간단하게 합성된 사진을 얻을 수 있어 좋았다
후면 카메라 사진도 합성이 가능하면 좋겠네요
출시 하려면 합성 퀄리티가 더 좋아져야 할것 같네요
핸드폰으로 간단하게 합성이 가능해서 좋았다
앱스토어에 나왔으면 좋겠네요
간편하게 합성된 사진을 얻을 수 있어 좋았다
후면 카메라에서도 작동하면 좋겠네요
고생하셨어요!
간단하게 합성 사진을 얻어 좋았다
전체적으로 좀 더 수정해야 할 것 같네요
한번쯤 사용해 볼만 했다
필터기능이 있으면 더 좋을것 같네요
합성 사진의 퀄리티가 더 좋아지면 많이 쓰일것 같네요
한번쯤 필요하다 느낀 기능이었다
합성 사진이 다른 앱보다 잘나와서 신기했다

[그림 16] 설문 조사 결과 - 사용후기

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2.3 기대효과 및 활용방안

1) 여행지사진 촬영

사용자는 얼굴의 방향, 찍는 장소에 관계없이 합성을 진행할 수 있다. 예를 들면 관광지에서 잘 나온 사진을 찍으려 여러 번의 사진 촬영을 할 필요없이 구도만 정하여 사진을 찍은 후 사용자가 원하는 시점에 새로운 사진을 찍거나 기존에 찍어 둔 원하는 표정의 사진과 합성하는 방법을 적용할 수 있다. 이러한 방안은 관광에 집중할 수 있는 환경을 제공할 것으로 보인다.

2) 카메라 필터 어플리케이션과의 연동


사용자가 원하는 표정으로 사진을 찍은 후 필터나 잡티제거와 같은 보정 어플리케이션을 이용하여 합성 후 보정한다면 더 만족스러운 합성 결과를 얻어 낼 수 있다.

3 자기평가

1. 최종 결과물

본 프로젝트 최종 결과물은 사용자가 선택한 이미지에 대하여 원하는 얼굴로 합성된 이미지를 제공하는 어플리케이션이다. 관광 명소에서 찍은 사진의 얼굴을 언제 어디서든 원하는 얼굴의 사진으로 합성할 수 있다.


구글 ARCore 의 Augmented Face 기능을 사용하여 사용자가 사진 촬영 마다 3D Mesh 정보를 저장한다. 사용자가 합성을 요청하면 Source Image 와 Target Image 에 해당하는 3D Mesh 정보를 Server 에 전송하여 Source Image 에 대한 Texture 와 Model 을 생성하고 Target Image 이미지의 Head Pose, 위치와 일치시킨다. 이후 사용자에게 합성 이미지를 보여주어 Gallery 에 저장 여부를 선택하도록 한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

2. 자기 평가(결과물의 사용가능성 여부)


ARCore 의 Augmented Face 기능은 2019.1 에 발표된 기능이다. 이 기능을 프로젝트에 사용하기 위하여 초기에 많은 시행착오를 겪었다. 그 과정에서 발표내용과는 다르게 Multi-Tracking 을 제공하지 않는다는 것을 알게 되었고 이 점을 보완하지 못한 점이 아쉽지만 이 점을 보완한다면 더 좋은 서비스로 발전할 수 있을 것이라고 생각한다.

본 Application 은 바로 사용 가능하지만 사용자의 만족도 측면에서 좋은 점수를 얻기는 어려울 것이라고 판단된다. 단체사진에 적용할 수 없는 어플리케이션이기 때문이다. 향후 이러한 단점을 극복할 수 있는 ARCore 의 기능을 구현한다면 단체사진에도 적용이 가능할 것이라고 판단된다. 또한 보정 어플리케이션과 연동된다면 더욱 완성도 있는 어플리케이션이 될 것이다.


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

4 참고 문헌

번호	종류	제목	출처	발행년도	저자	기타
1	논문	Face Completion	https://jayhey.github.io/deep%20learning/2018/01/05/image_completion/ https://arxiv.org/pdf/1704.05838.pdf			
2	웹페이지	Facial landmarks with dlib, OpenCV, and Python	https://www.pyimagesearch.com/2017/04/03/facial-landmarks-dlib-opencv-python/	2017.4.3	adrian Rosebrock	
3	웹페이지	Head Pose Estimation	https://www.learnopencv.com/head-pose-estimation-using-opencv-and-dlib/	2016.9.26	SATYA MALLICK	
4	웹페이지	Seamless Cloning	https://www.learnopencv.com/seamless-cloning-using-opencv-python-cpp/	2015.3.2	SATYA MALLICK	
5	기술문서	Realistic Inverse Lighting from a Single 2D Image of a Face, Taken under Unknown and Complex	https://www.researchgate.net/publication/2838650	2015.5	Davoud Shahlaei and	

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

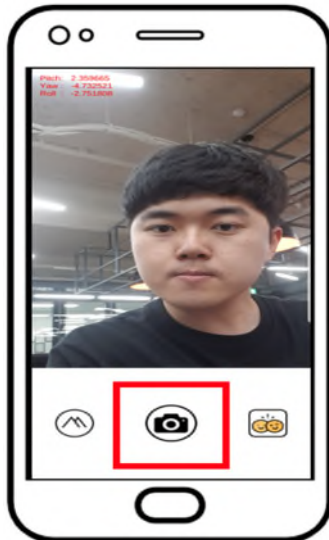
		Lighting	61_Realistic_inverse_lighting_from_a_single_2D_image_of_a_face_taken_under_unknown_and_complex_lighting		Volker Blanz	
6	웹페이지	3d landmark	https://github.com/1adrianb/face-alignment	.	Adrian Bulat	
7	기술문서	Generative Face Completion	http://faculty.ucmerced.edu/mhyang/papers/cvpr17_face_completion.pdf	CVPR 2017	Anonymous CVPR submission	
8	웹페이지	deep fake	https://github.com/deepfakes/faceswap			

 <p>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</p>	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

5 부록

5.1 사용자 매뉴얼

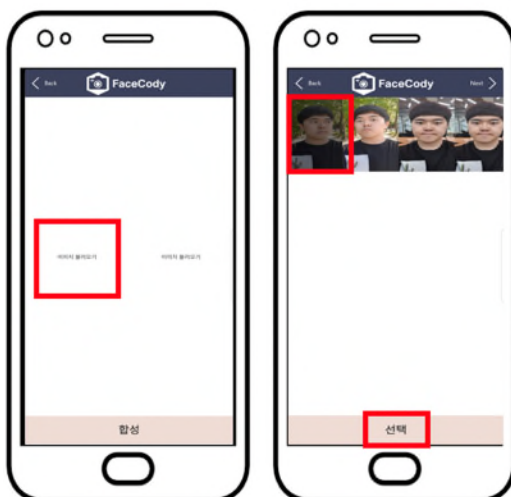
1. FaceCody 를 이용하여 사진 촬영



[그림 17] 사진 촬영 예시


- ✓ 사용자는 화면 하단의 카메라 버튼을 클릭하여 사진을 촬영한다.
- ✓ 화면 하단 오른쪽 버튼은 "합성" 버튼
- ✓ 화면 하단 왼쪽 버튼은 "갤러리" 버튼

2. Target Image 를 선택



[그림 18] Target Image 선택 예시

- ✓ 사진 촬영 후, 오른쪽 하단의 "합성" 버튼을 클릭한다.
- ✓ 이동된 화면에서 왼쪽의 "이미지 가져오기"라 명시된 box 를 클릭하면, 갤러리로 이동하게 되고, 합성을 원하는 사진을 선택한다.
- ✓ 선택이 끝나면 "Target Image" box 를 통해 선택된 사진을 확인할 수 있다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

3. Source Image 선택



✓ Target Image 를 선택하면 오른쪽의 "Source Image" box 에 자동으로 원하는 표정의 사진이 추천되는 것을 확인

✓ 추천된 사진이 원하는 표정이라면 다음 단계를 진행

✓ 추천된 사진이 마음에 들지 않을 경우 추천된 Source Image 를 클릭하여 갤러리로 이동하여 직접 원하는 사진을 선택

✓ 갤러리에도 원하는 사진이 없을 경우 이전 화면으로 이동하여 "뒤로가기"버튼을 터치하여 직접 원하는 표정의 사진을 촬영

[그림 19] Source Image 선택 예시

4. 합성 후 결과물 확인




✓ Source Image 의 선택이 완료되면 왼쪽 아래 부분의 "합성" 버튼을 누르면 된다.

합성을 진행을 표시하는 화면의 종료 후, 합성된 결과물을 확인할 수 있다.


합성 결과가 마음에 든다면 저장 버튼을 눌러 핸드폰에 저장할 수 있다.

[그림 20] 합성 결과물 예시

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

5.2 테스트 케이스

대분류	소분류	기능	테스트 방법	기대 결과	테스트 결과
Server	감정 분석	사진 속 인물의 감정을 분석	FaceCody 로 사진을 찍으면 Server 에서 해당 사진의 분석된 감정 결과 중 Happiness 값이 Server 의 Emotion 폴더에 저장된다.	해당 사진의 이름으로 저장된 Happiness 결과값이 text file 로 저장된다.	성공
	합성	Target Image 와 빛 적용된 사진의 합성	Target Image 와 빛 적용이 된 mask Image 를 seamlessClone 을 이용하여 합성과 색보정을 한다.	합성 결과물과 Target Image 의 빛 환경의 비슷하게 되며 부자연스러운 부분이 없다.	성공
Mobile	Unwrap Image	얼굴의 3 차원 정보와 Image 를 이용하여 Unwrappe d image 생성	FaceCody 로 찍은 사진과 얼굴 정보를 이용하여 Unwrapped image 를 생성하는 알고리즘을 실행시킨다.	사진 속 얼굴이 2 차원으로 펴진 Unwrapped image 가 생성된다.	성공
	3D Modeling	얼굴의 3 차원 좌표와 Unwrappe d image 를 이용하여 얼굴 Mask 3D Model 을 생성	Unwrapped image 와 얼굴의 3 차원 정보를 이용하여 3 차원 얼굴을 만들고, Target Image 와 동일한 방향으로 수정하는 알고리즘을 실행시킨다.	Unity 상에서 3 차원 얼굴 mask 모델이 생성된다.	성공
	Light Apply	Target Image 와 비슷한 빛 조건을 적용	빛 환경을 모두 뺀 사진으로 만든 Unwrapped image 를 3 차원 모델을 만들 때 사용한 후, 모델 정면에서 ARCore 에서 획득한 빛의 세기로 조명을 비추는 알고리즘을 실행한다.	3D 모델에 전체적인 빛 보정이 된다.	성공

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	천의 얼굴	
	팀 명	얼굴 코디	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-05-25

	<i>Target Image</i> 저장	촬영된 사진을 갤러리에 저장	FaceCody 를 이용해 사진을 찍으면 갤러리에 해당 사진이 저장된다.	갤러리에 사진이 저장된다.	성공
	<i>Source Image</i> 추천	가장 행복 해 보이는 사진 추천	Target Image 를 선택하면, 해당 인물사진 중 Happiness 가 가장 높은 사진을 출력한다.	갤러리에서 Target Image 를 선택하면 동일 인물 사진 중 가장 행복지수가 높은 사진을 출력한다.	성공