

캡스톤 디자인 I

종합설계 프로젝트

프로젝트 명	FBI (Face Brain I(E)motion)
팀 명	차인표(차가운 인간의 표정에서 감정을 읽다)
문서 제목	수행결과 보고서

Version	1.3
Date	2020-06-12


팀원	이 연지 (조장)
	김 경진
	김 소정
	서 명희
	이 예림
지도교수	윤 상민 교수

CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING

이 문서에 포함되어 있는 정보는 국민대학교 소프트웨어융합대학 소프트웨어학부 및 소프트웨어학부 개설 교과목 캡스톤 디자인 수강 학생 중 프로젝트 FBI를 수행하는 팀 차인표의 팀원들의 자산입니다. 국민대학교 소프트웨어학부 및 팀 “차인표”의 팀원들의 서면 허락없이 사용되거나, 재가공 될 수 없습니다.

문서 정보 / 수정 내역


Filename	수행결과보고서-FBI.doc
원안작성자	이연지
수정작업자	이연지, 김경진, 김소정, 서명희, 이에림

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

수정날짜	대표수정자	Revision	추가/수정 항목	내 용
2020-06-06	김경진	1.0	최초 작성	프로젝트 개요 및 개발 내용
2020-06-06	이연지	1.1	내용 수정	연구개발 내용 추가
2020-06-08	이예림	1.2	내용 수정	현실적 제한 요소 및 해결 등 추가
2020-06-09	서명희	1.3	내용 수정	사용자 매뉴얼 수정 및 추가

목 차

1	개요	3
1.1	프로젝트 개요	3
1.2	추진 배경 및 필요성	3
2	개발 내용 및 결과물	5
2.1	목표	5
2.2	연구/개발 내용 및 결과물	5
2.2.1	연구/개발 내용	6
2.2.2	시스템 기능 요구사항	22
2.2.3	시스템 기능 비요구사항	23
2.2.4	시스템 구조 및 설계도	24
2.2.5	활용/개발된 기술	24
2.2.5	결과물 목록	25
2.2.6	현실적 제한 요소 및 그 해결 방안	25
2.2.7	결과물 목록	26
3	자기평가	27
4	참고 문헌	27
5	부록	28
5.1	사용자 매뉴얼	28
5.2	운영자 매뉴얼	29
5.3	배포 가이드	29
5.4	테스트 케이스	30
5.5	프로젝트 수행에 대한 기술 문서	30

 <div> 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I </div>	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

1 개요

1.1 프로젝트 개요

컴퓨터와 인간이 떼어 놓을 수 없는 사이가 되면서 인간과 컴퓨터의 상호작용은 더욱 중요해진다. 이제는 컴퓨터가 인간과 같이 학습 및 사고를 하는 것을 넘어, 인간과 같은 감정을 공유하며 상호작용하는 기술이 요구된다. 감정 측정 방법에는 크게 생각, 행동/표정, 신체적 반응을 이용하며, 기존 기술들은 대부분 한 가지 데이터를 이용하는 단일 패턴 기반 시스템이다.


표정과 뇌파를 이용한 감정인식은 각각 한계점을 가지고 있다. 이 프로젝트는 두 가지 데이터를 기반으로 사용자의 감정을 분석하는 멀티 모달 감정인식 시스템을 개발하여 각 데이터가 가진 한계점을 보완하고, 감정인식 기술의 성능을 높이고자 한다.

사용자의 표정과 뇌파로부터 감정을 분석하는 딥러닝 모델을 각각 학습하고, 학습된 모델의 실제 동작을 보여주기 위하여 동영상을 시청하는 사용자의 감정을 실시간으로 분석하는 웹 어플리케이션을 개발한다. 웹 페이지는 사용자의 감정을 실시간으로 분석하며, 시청이 끝난 영상에 대한 최종평가를 도출한다. 도출된 결과에 기반하여 유사한 영상을 재생하거나 다른 카테고리의 영상을 재생하는 추천 시스템 또한 개발하여 컴퓨터와 사용자의 감정적인 상호작용을 보여준다.

1.2 추진 배경 및 필요성


오늘날 컴퓨터는 단순한 일 처리에만 사용되는 것을 넘어 사용자와의 감정적 유대감, 개개인에 맞춤형된 서비스 제공 등에도 이용될 수 있도록 많은 노력을 기울이고 있다. 자동차와 탑승자 간의 감정 인식 제어 기술, 항공사의 안면 인식 기술, 의료보험회사의 음성 인식 기술을 통한 고객 경험 향상 등 많은 기업들이 보다 발전된 맞춤 서비스를 제공하기 위하여 발빠른 움직임을 보이고 있다. 다양한 맞춤 서비스에 있어서 사용자의 순간순간 변하는 감정을 인식하는 것은 중요한 요소이다. 컴퓨터가 사용자의 감정을 인식하는 상황 인지 능력은 사용자 중심의 인터페이스를 갖추는데 있어 필수적이다. 2018년 감정 인식 기술 분야의 글로벌 시장규모는 120억 3700만 달러를 기록하였으며, 2019~2024년 기간 동안 40.46%의 높은 성장을 지속하여 2024년에는 910억 6700만 달러의 대규모 시장을 형성할 것으로 예상된다.

대부분의 감정 인식 기술은 상대적으로 하드웨어의 제약이 없는 표정과 음성 기반에 중점을 두고 있다. 특히 표정인식은 그동안 많은 연구가 이루어져 왔으며, 기술의 안정성이 높고 접근성 또한 좋기 때문에 MS, IBM을 포함한 대기업부터 스타트업 까지 많은 회사들이 표정인식 기술을 다양한 분야에 활용하고 있다. 하지만 표정 기반 감정인식의 한계점 또한 꾸준히 대두되고 있다. 인간이 자신의 감정을 항상 표정으로 드러내는 것은 아니며, 감정과 반대되는 표정을 거짓으로 지어내는 것도 가능하다. 또한 표정을 나타낼 수 없는 상태인 환자들의 감정을 분석하는데에 있어 표정인식의 한계점이 명확히 드러난다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

이 프로젝트는 위와 같은 표정인식의 한계점을 인간의 뇌파를 이용하여 보완하고자 한다. 뇌파 신호는 감정과 높은 연관성을 가짐을 꾸준히 증명해 보였으며 감정인식 분야에서 많은 연구가 이루어졌다. 두가지 이상의 입력 데이터를 사용하는 멀티 모달 시스템은 한 가지 데이터를 이용한 감정인식보다 높은 성능을 얻을 수 있다. 많은 연구들은 주로 표정과 음성을 함께 이용하는 시스템이 활발하게 연구되어 왔기에, 이 프로젝트는 표정과 뇌파를 함께 감정 분석에 이용하는 멀티 모달 시스템이라는 장점을 지닌다.

본 시스템은 표정 기반 감정인식, 뇌파 기반 감정인식, 표정과 뇌파 멀티 모달 감정인식 세 가지 모두 가능하다. 뇌파 기기가 없는 경우 사용자의 표정만으로 실시간으로 감정 분석한다. 반대로 인위적으로 표정을 왜곡하거나 표정 변화가 크지 않은 사람의 경우 표정만으로 감정 분석이 어려운 점을 뇌파 기반 감정인식으로 해결한다. 마지막으로 표정과 뇌파 멀티 모달 감정인식의 경우 각 감정인식 모델의 한계점을 보완해 더 정확도 높은 결과를 기대할 수 있다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

2 개발 내용 및 결과물

2.1 목표

본 프로젝트는 사용자의 표정과 뇌파 신호를 기반으로 감정을 분석하는 딥러닝 모델을 학습하고, 해당 모델로 영상을 시청하는 사용자의 감정을 실시간으로 분석하는 웹 어플리케이션 개발을 목표로 한다. 멀티 모달 데이터를 이용함으로써 표정과 뇌파 중 하나만 이용하는 감정인식 모델이 가지는 한계를 극복하여 기존의 기술보다 감정 분석에 대한 신뢰도와 정확도를 높이고자 한다.


2.2 연구/개발 내용 및 결과물

2.2.1 연구/개발 내용

마일스톤	개요	시작일	종료일
계획서 발표	개발 환경 완성 (OpenBCI 기기, OpenCV, Pytorch, Django) 산출물 : 1. 프로젝트 수행 계획서 2. 프로젝트 기능 일람표 3. 뇌파 센서	2020-02-28	2020-03-27
설계 완료	시스템 설계 완료 산출물 : 1. 시스템 설계 사양서 2. 데이터베이스 모델링 3. 감정인식 모델 디자인	2020-03-09	2019-03-27
1차 중간 보고	감정인식 모델 학습 완료, Scaffolding, 로그인 기능 산출물 : 1. 프로젝트 1차 중간 보고서 2. 프로젝트 진도 점검표 3. 1차분 구현 소스 코드	2020-03-28	2020-04-23
2차 중간 보고	체험 및 분석 기능 산출물 : 1. 프로젝트 2차 중간 보고서 2. 프로젝트 진도 점검표 3. 2차분 구현 소스 코드	2020-04-24	2020-05-15
구현 완료	시스템 구현 완료 산출물: 최종 구현 소스 코드	2020-05-16	2020-05-31
테스트	시스템 통합 테스트 산출물: 1. 성능 평가 및 오류 보고서 2. 리팩터링된 소스 코드	2020-06-01	2020-06-09
최종 보고서	최종 보고 산출물: 최종 보고서	2020-06-09	2020-06-19

- FBI 프로젝트의 일정별 주요 산출물

- 1차 중간 보고
 - 1. 백엔드
 - a. Rest API 정의 (수정)

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

본 시스템의 주요 3가지 기능인 로그인, ~~채점~~, 분석을 큰 카테고리 두어 세부적으로 API를 정의하였다.


* 체험 기능은 1차 중간 보고 피드백을 반영하여 누락하였음.

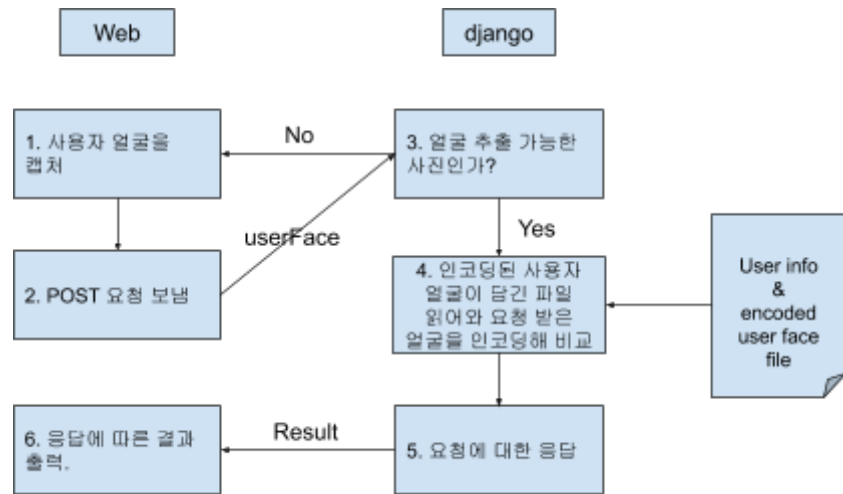
Category	API	Method	Description
login	api/v1/login/	POST	로그인
	api/v1/signup/	POST	새로운 사용자 등록
	api/v1/logout/	POST	로그아웃
analyze	api/v1/user/{userid}/analyze/{emotionTag}/	GET	시청할 동영상에 대한 응답
	api/v1/user/analyze/real-time-result/	GET	실시간 데이터 요청 및 응답
	api/v1/analyze/result/	GET	최종 감정 분석 결과

b. 로그인 기능

로그인에서 유효성 검사는 두 번 필요하다. 첫 번째는 face_recognition 라이브러리로 요청 받은 사용자 얼굴의 유효성 검사를 한다. 이미지에서 얼굴이 뚜렷하지 않거나 너무 작아 인코딩되지 않는다면 유효성 검사를 실패해 다시 사진을 찍어달라는 응답을 한다.

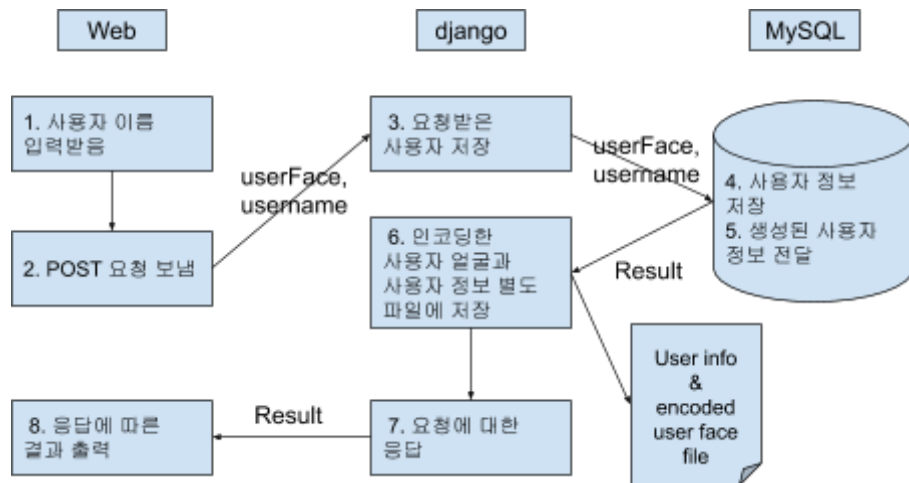
얼굴 추출이 가능하다는 유효성 검사를 거친 후, 계정의 유무를 판단하는 두 번째 유효성 검사를 한다. 본 시스템은 얼굴 인식으로 유효성 검사를 해야 하기 때문에 매번 데이터베이스에 접근하여 모든 사용자의 얼굴을 인코딩하는 과정이 시간 소모가 크다는 문제가 있었다. 이런 문제는 사용자 등록 시 캡처 되어 인코딩된 사용자 이미지와 데이터베이스로부터 생성된 사용자 정보를 받아 별도의 파일에 저장하는 방법으로 개선하였다. 수정된 방법은 로그인 시 데이터베이스에 접근하지 않으며, pickle 모듈로 빠르게 파일을 읽어 시간 소모가 큰 문제를 효율적으로 해결한다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09



c. 등록 기능


사용자 등록 요청은 계정이 없어 로그인에 실패한 경우에 자동으로 연결되는 Signup 페이지를 통해 들어온다. 따라서 유효성 검사는 등록 기능에서 별도로 하지 않는다. 새로운 사용자 정보는 데이터베이스와 로그인에서 사용될 별도의 파일에 인코딩된 이미지 및 사용자 정보를 각각 저장한다. 파일에 저장되는 사용자 정보는 [(userId, username), encodedUserFace] 형식이며 이미지 인코딩은 로그인 기능에서 이미지 유효성 검사 시 인코딩된 값을 가져온다.

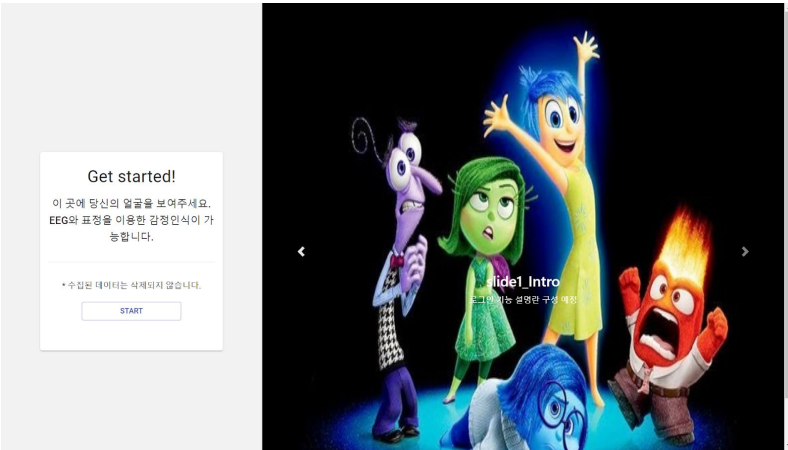


2. 프론트엔드

a. 로그인 페이지

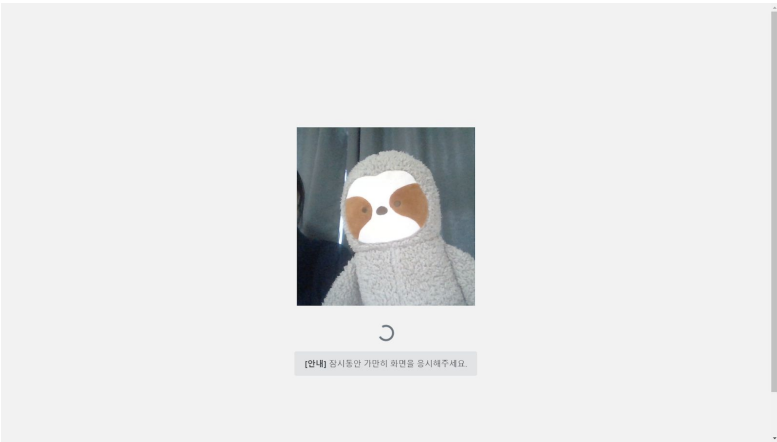
i. Main 페이지

 <div> 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I </div>	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09




- 페이지 레이아웃을 2개로 나누어 메인페이지를 구성하였다. 우측 프로젝트 소개 등이 담긴 Carousel, (Intro/체험기능설명/분석기능설명이며 자세한 내용은 전체 구현이후 완성예정) 좌측 시작 버튼으로 구성된다.

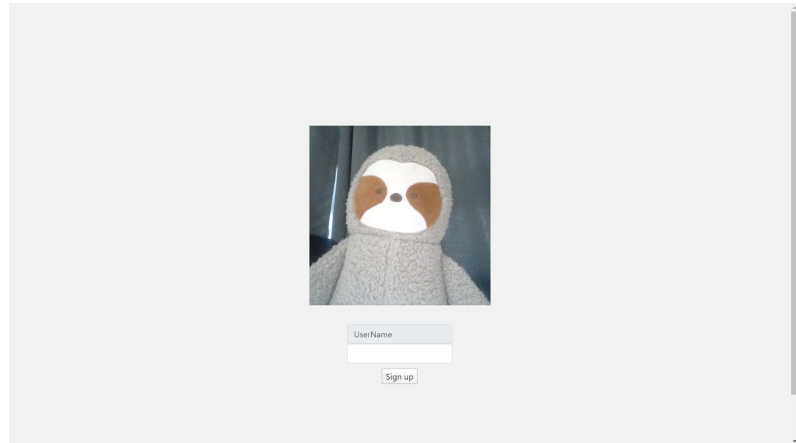
ii. Login 페이지



- Start 버튼 클릭 시 바로 로그인페이지로 넘어간다. 2초 후 자동으로 사용자 얼굴을 캡처한다.

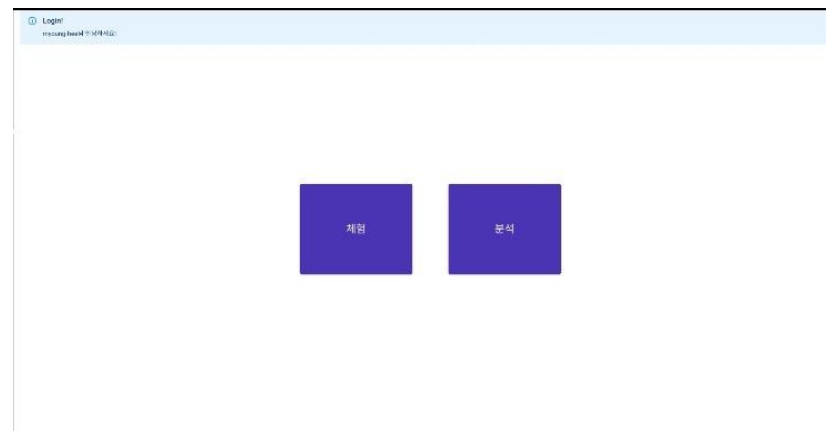
b. Signup 페이지

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09



- 얼굴 인식결과 새로운 사용자의 경우 SignUp 페이지로 넘어간다. 등록에서는 형식 제한을 두지않고 닉네임으로 userName을 입력받는다. Signup 버튼 클릭시 자동 로그인되며 Option페이지로 넘어간다.


c. Option 페이지



- Option 페이지에서는 상단에 alert 형태로 로그인 되었음을 사용자 이름을 함께 보여준다. 체험기능과 분석기능을 선택할 수 있는 두 버튼을 둔다.

d. 실시간 분석페이지

i. 동영상 시청페이지

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09



사용자영상, 시청하는 동영상, 실시간 감정분석 정보가 보인다. 부가적으로 홈버튼(Option페이지로 이동)과 로그아웃(Main페이지로 이동)버튼을둔다.


3. 표정 감정인식

a. 로그인 기능

프로젝트의 시연에 쓰일 웹 서비스의 로그인 기능은 유저의 고유 아이디와 비밀번호가 아니라 유저의 얼굴 사진을 통해 이루어진다. 즉 현재 사용자의 얼굴과 동일하다고 판단되는 기존 유저의 얼굴을 찾는 것이다. 정확한 동작을 위해서는 각 유저 별로 얼굴 사진을 여러 장 찍어 모델을 학습시키는 편이 좋을 테지만, 본 프로젝트의 핵심 모델은 감정 인식 모델이므로 로그인 기능에까지도 깊이 있는 모델을 두는 것은 불필요하다고 생각되었다. 때문에 face_recognition 라이브러리를 통해 동일 인물을 판단하는 방향으로 구현하였다.

face_recognition의 얼굴 인식 기능은 한 장의 얼굴 사진만으로도 가능하다. 우선 라이브러리의 멤버 함수를 이용하여 encoding 과정을 거치게 되는데, 이때 유저의 얼굴 이미지에서 landmark 라고 볼 수 있는 feature 들을 뽑게 되고, 이 feature 들의 정보는 128차원 벡터로 encoding 된다. 보다 정확한 결과를 위해 사용하는 feature 의 개수가 더 많은 encoding 모델을 사용하였다. 인물의 일치 여부는, 기존 유저들의 얼굴 정보를 담은 128차원 벡터와 로그인을 시도하는 현재 사용자의 얼굴 정보를 담은 128차원 벡터 간의 distance 를 통해 판단한다.

아무래도 단순히 얼굴 사진에서 찾아낸 feature 들을 나타낸 벡터들과의 비교를 통해 동일인 여부를 판단하는 것이기 때문에 정확도가 그리 높다고는 할 수 없다. face_recognition 라이브러리에서도 동일인이라 판단하는 distance 차이의 임계값을 0.6 으로 두었을 때 최상의 퍼포먼스를 낸다고 소개하고 있다. 다시 말해 두 벡터의 distance 값이 0.6 보다만 작으면 얼굴의 일치한다고 보는 것이다. 간단한 방식을 통한 인식인 만큼 높은 정확도를 낼 수

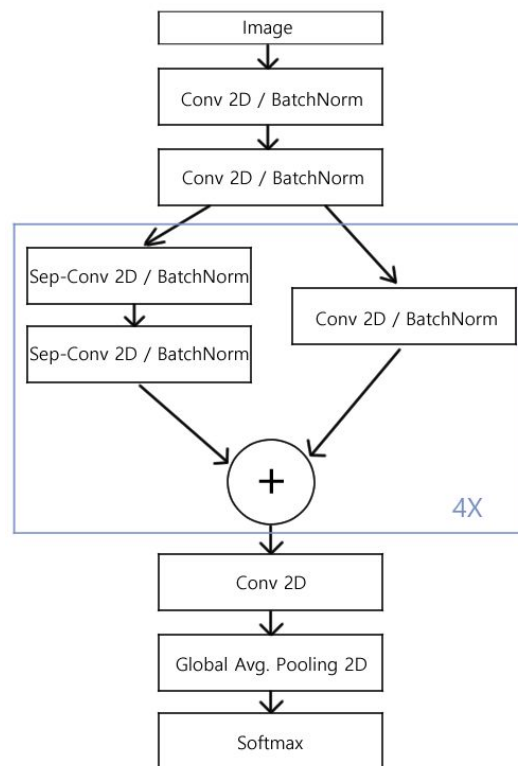
 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

없는 것은 어쩔 수 없다고 생각한다. 보다 더 향상된 로그인 기능을 구현해야 한다면 Amazon 의 FaceRekognition API 사용을 염두에 두고 있다.

b. 표정 감정 인식 모델 설계 및 학습

계획서에서 소개한 대로 표정 감정 인식 모델의 구조는 *Real-time Convolutional Neural Networks for Emotion and Gender Classification* 논문의 Mini-Xception 모델을 참고하였다.


기존 논문의 모델처럼 중간에 Residual Block 이 4번 반복되는 구조이지만 MaxPooling 레이어는 제외시켰다. 입력은 (48, 48) 크기의 Image 로 모든 레이어 층에서 크기가 동일하게 유지된다. 최종 Output 은 7가지 감정에 대한 확률값이다. Optimizer 로는 Adam 을 사용했으며, Loss 는 Cross Entropy 를 사용하여 측정하였다.



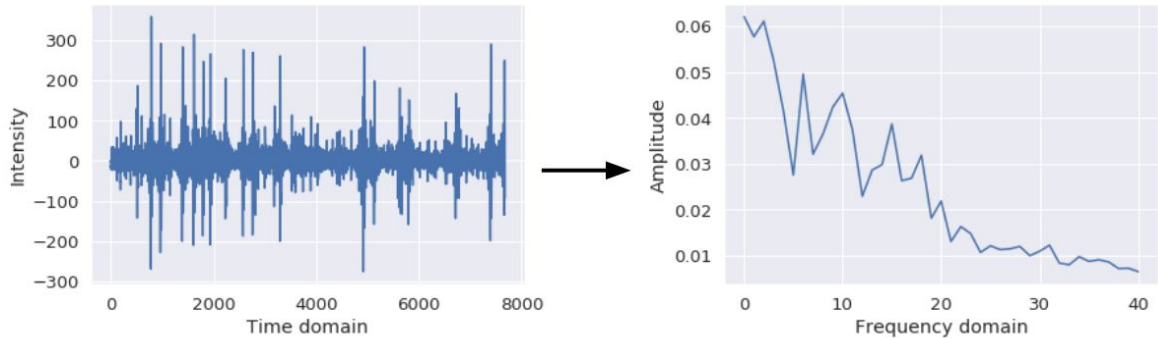
4. 뇌파 감정인식

a. 뇌파 신호 전처리

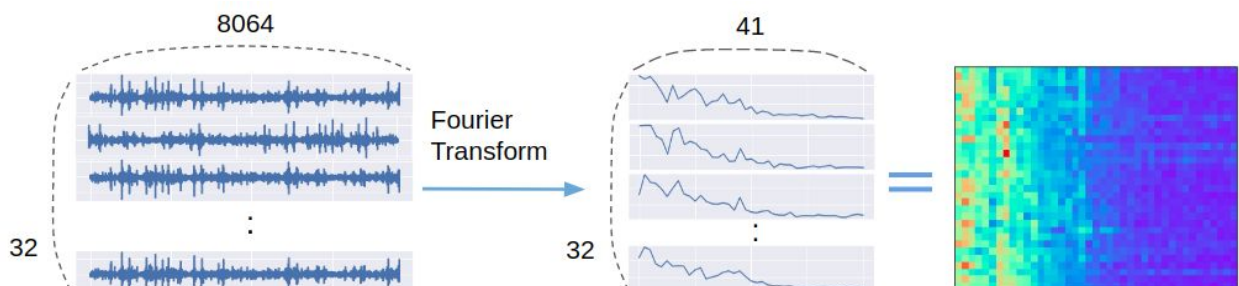
- i. DEAP dataset에서 제공하는 뇌파신호 데이터는 32개의 electrodes(channel)에서 초당 128번 sample을 측정하며, 실험자는 60초 동안 영상을 시청한다. 따라서 하나의 데이터의 크기는 32 x

 <div> 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I </div>	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

7680 이다. 이러한 raw signal 은 차원이 너무 크고, noise가 존재한다. 모델의 입력 차원을 줄이고, 신호가 가진 노이즈를 제거하기 위하여 pyeeg 라이브러리가 제공하는 Fast Fourier Transform 을 통해 Time-domain인 뇌파 신호를 frequency-domain으로 변환한다.




1~3Hz 사이에 해당하는 Delta 신호는 명상 중이거나 깊은 수면 상태에서 발생하는 신호이며, 40~100Hz 사이에 해당하는 Gamma 신호는 고도의 정보처리 과정에서 발생하는 뇌파이기 때문에 감정 분석에 필요하지 않다고 판단하여 입력 데이터에 포함 시키지 않았다. 따라서, 4~45Hz 사이의 frequency로 부터 총 41개의 amplitude 값(4~5Hz, 5~6Hz, 6~7Hz... 44~45Hz)을 추출하여, 크기 32 x 7680 의 신호 데이터를 크기 32 x 41 의 이미지로 표현했다.



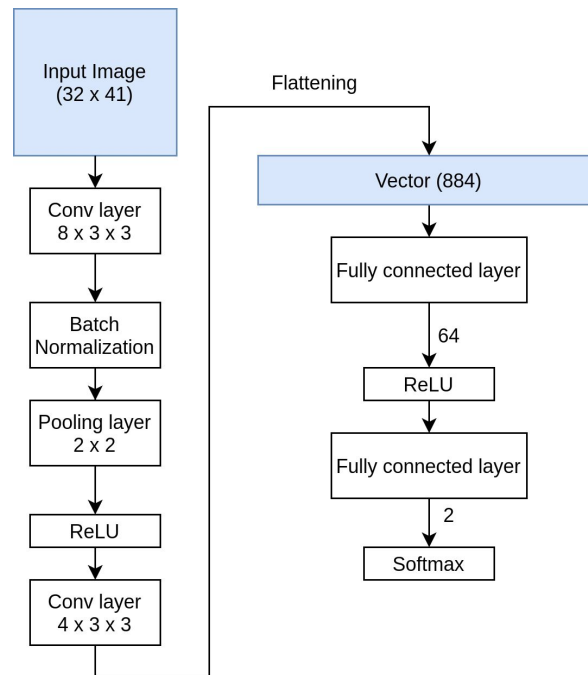
b. 모델 설계

- i. DEAP dataset 에서 실험자는 2~3가지 부문(Valence, Arousal, Dominance)에 1과 9사이의 값을 매기어, 영상을 시청하며 느낀 감정을 정량적으로 평가한다. Valence는 낮을수록 unpleasant(sad, stressed)을, 높을수록 pleasant(happy, elated)한 상태를 의미하며 Arousal은 낮을수록 inactive(uninterested, bored)한 상태를, 높을수록 active(alert, excited) 한 상태를 의미한다. 이는 Russell이 고안한 PAD

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

모델을 따른 것이다.


이 프로젝트에서 설계하고 학습한 모델의 성능을 state-of-the-art 모델들과 동일한 조건에서 비교하기 위해서, DEAP dataset 을 학습데이터셋으로 사용하고, Valence 와 Arousal의 높고(High) 낮음(Low)을 분류하는 2개의 분류 모델을 학습하여 성능을 분석한다.



32 x 41 크기의 이미지로 변환된 신호를 입력받아, 2개의 Convolutional layer 와 2개의 Fully connected layer 를 거친 후, 최종적으로 softmax 레이어를 거쳐 2개의 확률값을 리턴하는 모델을 설계하고 학습했다.

c. 모델 학습 및 성능 평가

- i. 총 70400 개의 데이터를 8 : 2 로 학습 데이터셋과 테스트 데이터셋으로 나누어 두개의 모델을 각각 epoch 200 만큼 학습 시켰다. adam optimizer 를 사용하고 loss function은 cross-entropy를 사용했다. 테스트 셋에 대하여 Valence 분류 모델은 0.85, Arousal 분류 모델은 0.86 정확도를 보였다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

Prediction			
True	Valence	High	Low
	High	6679	1073
	Low	968	5360

Prediction			
True	Arousal	High	Low
	High	7122	950
	Low	1061	4947

- 2차 중간 보고

- 백엔드


- 분석 서비스

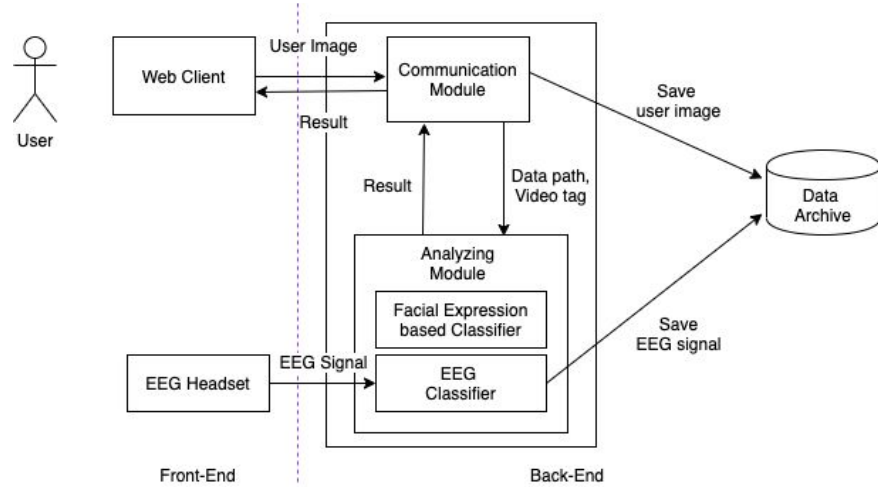
- 동영상 선택

사용자가 선택한 감정에 해당하는 동영상을 랜덤으로 데이터베이스로부터 가져온다. 세션에 해당 사용자가 시청한 동영상 정보를 저장함으로써 중복된 영상을 랜덤으로 가져오는 것을 방지한다.

- 연동 및 실시간 데이터 저장

매 초마다 프론트엔드로부터 캡처된 사용자 얼굴 이미지 파일을 포함하는 요청이 들어온다. 요청과 함께 전송된 이미지를 우선 지정된 경로에 jpeg 파일로 저장한다. 이 이미지는 분석 모듈 내 표정 기반 감정 인식 모델을 위해 사용한다. 이미지를 저장한 이후에는, 분석 모듈을 호출하여 사용자 얼굴 이미지 경로, 뇌파 측정 파일 경로, 시청 영상의 감정 태그를 인자로 전달한다. 분석 모듈로부터 가장 확률 높은 감정, 뇌파와 얼굴 이미지로 분석한 멀티모달 결과 5가지 감정 확률값, 뇌파 기기의 연결상태를 반환받아 프론트엔드로 전달한다.

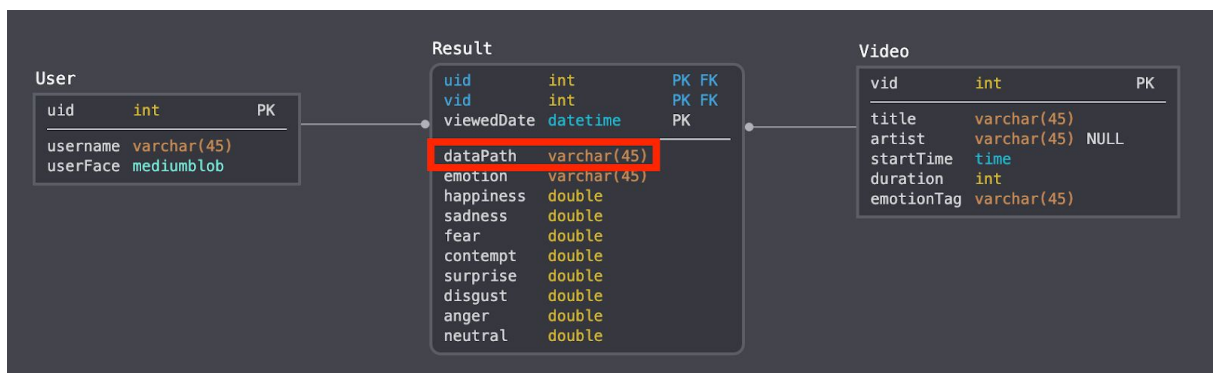
 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09



생성된 실시간 데이터는 메인 디렉토리의 하위 디렉토리 중 FBI-data에 저장된다. 데이터가 저장되는 절대경로는 /FBI-data/{username_id}/{videoTitle_id}/{viewedDate}/ 형식이며 뇌파 데이터와 얼굴 이미지 데이터가 각각의 폴더 내에 저장된다.

b. 데이터베이스 구조도 변경


기존 실시간 데이터를 데이터베이스의 테이블에 별도로 저장하려던 방식에서 드라이브에 직접 파일로 저장하는 방식으로 변경하였다. 실시간 데이터는 이후 모델의 성능 향상 및 디버깅을 위한 용도이므로 새롭게 수정하는 방안이 더 적합하다고 판단하였기 때문이다. 따라서 데이터베이스에는 별도의 실시간 데이터 테이블이 없으며 최종 감정 분석을 저장하는 테이블에 실시간 데이터 저장 경로 필드를 추가하였다.



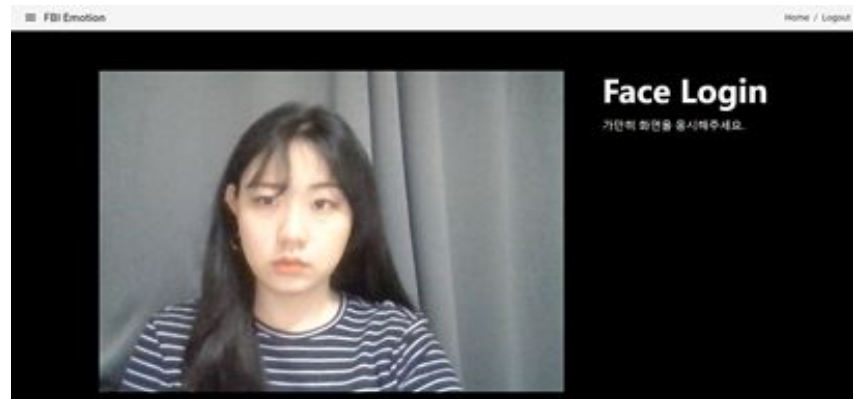
2. 프론트엔드

i. 로그인 페이지

1. Main 페이지 : 기존과 동일하다.

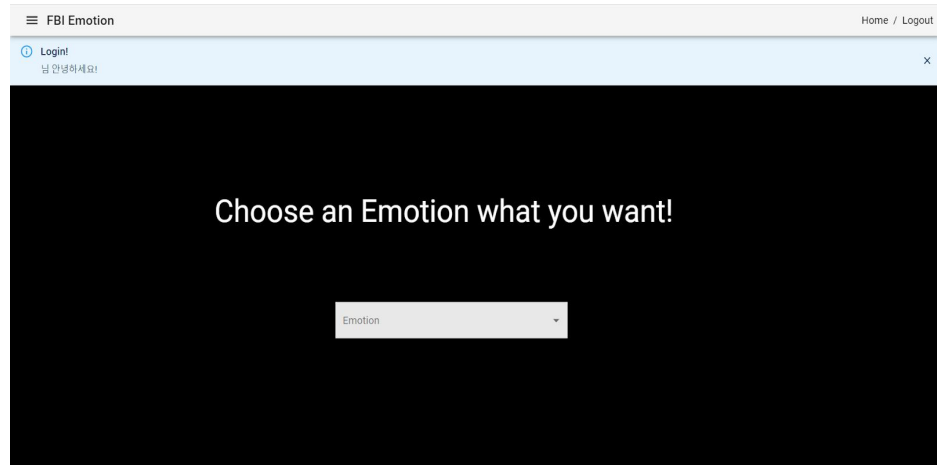
 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

2. Login 페이지 /Signup 페이지



사용자 웹캠영상의 크기를 키우고 일부 디자인을 변경했다.

3. AnalyzeOption 페이지



기존 Option 페이지와 감정선택 페이지를 통합하여 analyzeOption 페이지로 한다. Login alert 창과 감정선택가능한 버튼이 생긴다.

ii. 실시간 분석페이지

1. 동영상 시청페이지

- BarChart를 RandarChart로 변경하였으며 그외는 모두 동일하다.

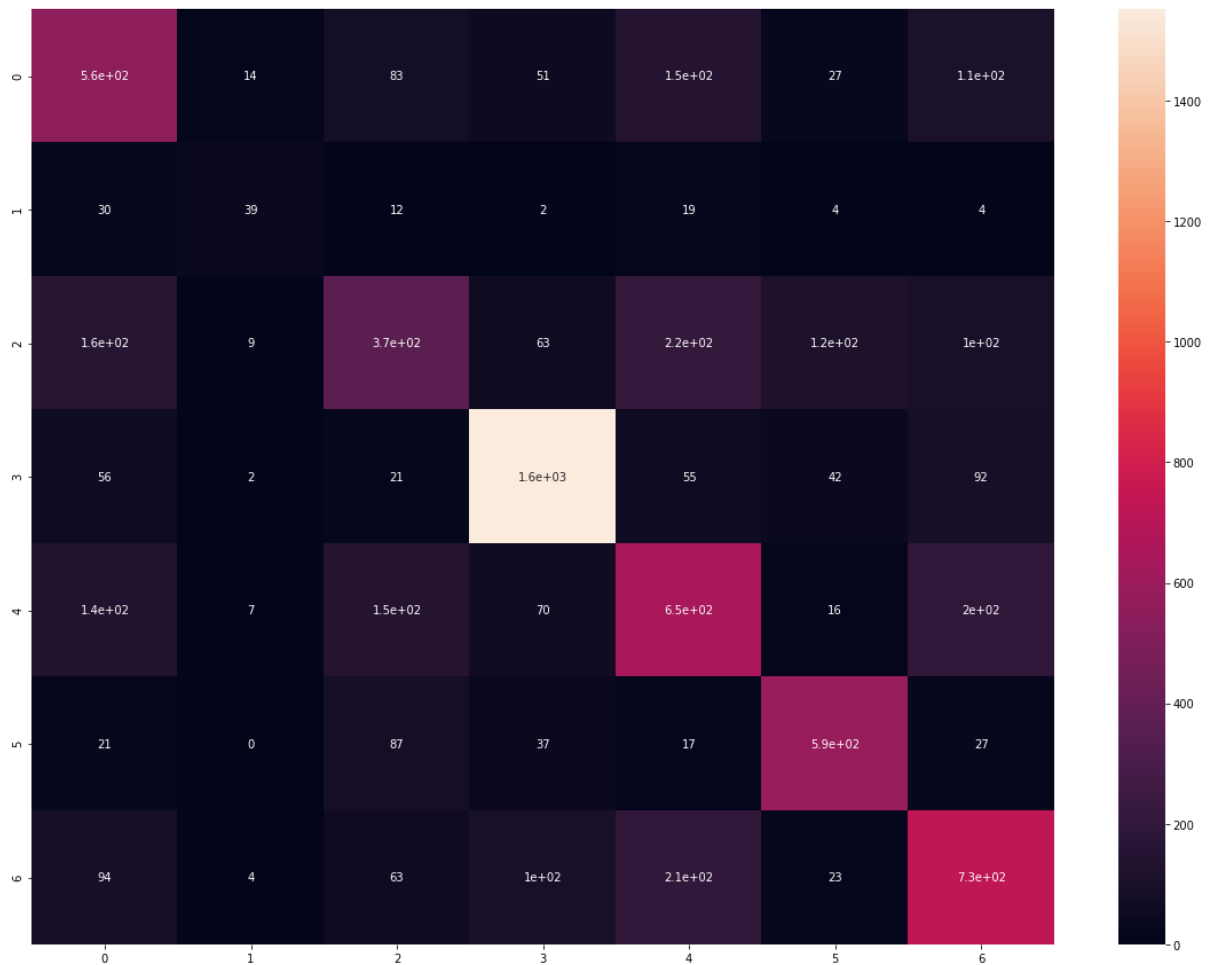
3. 표정 감정인식

a. 학습 모델의 정확도 측정


FER2013 데이터셋을 사용하여 학습한 후 테스트한 결과이다.

- Angry : 52.03
- Disgust : 30.91
- Fear : 38.88
- Happy : 83.96
- Sad : 54.72
- Surprise : 75.35
- Neutral : 61.10
-

< FER2013 테스트셋에서의 Confusion Matrix >



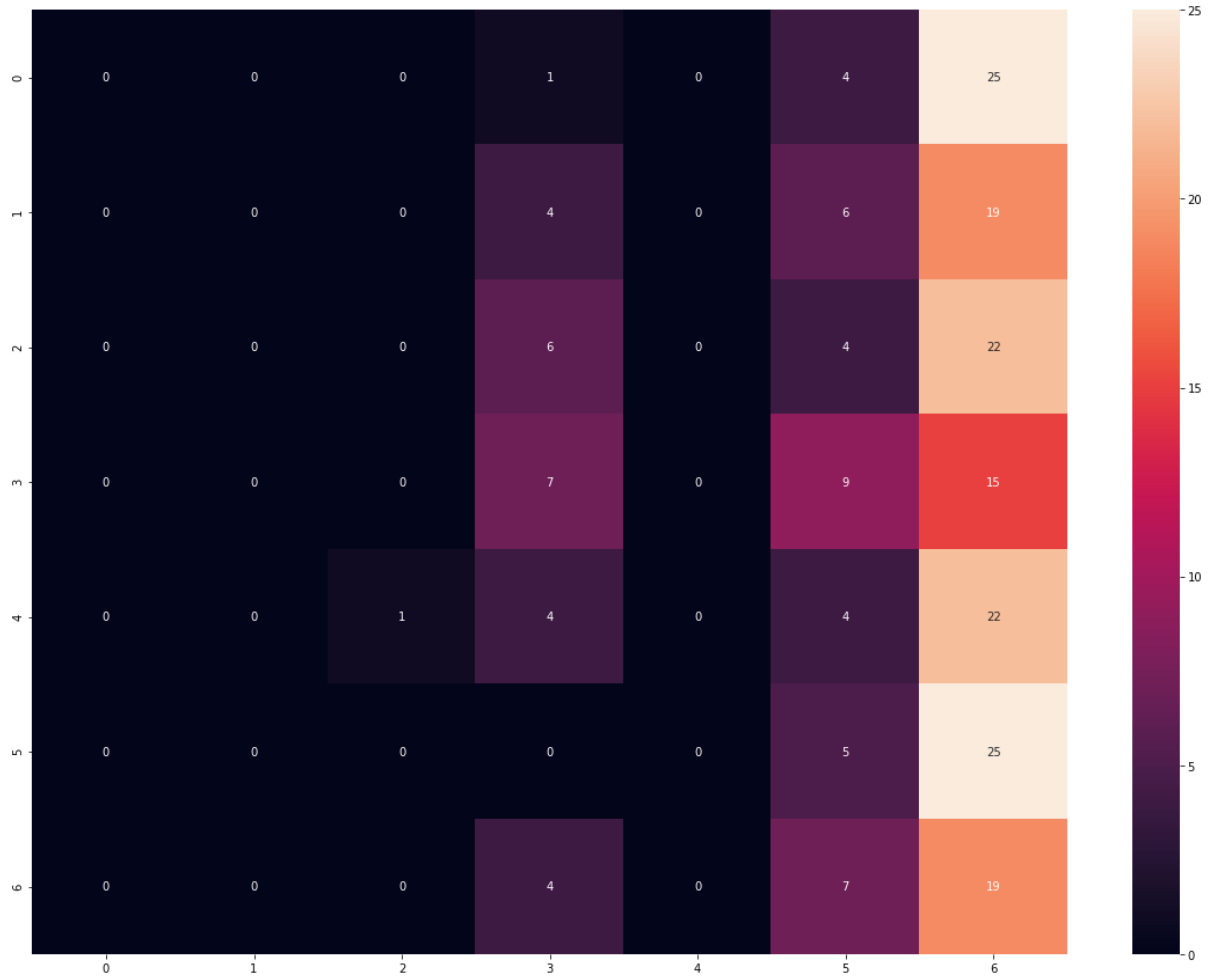
인덱스 0 ~ 6 까지 순서대로 Angry, Disgust, Fear, Happy, Sad, Surprise, Neutral.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

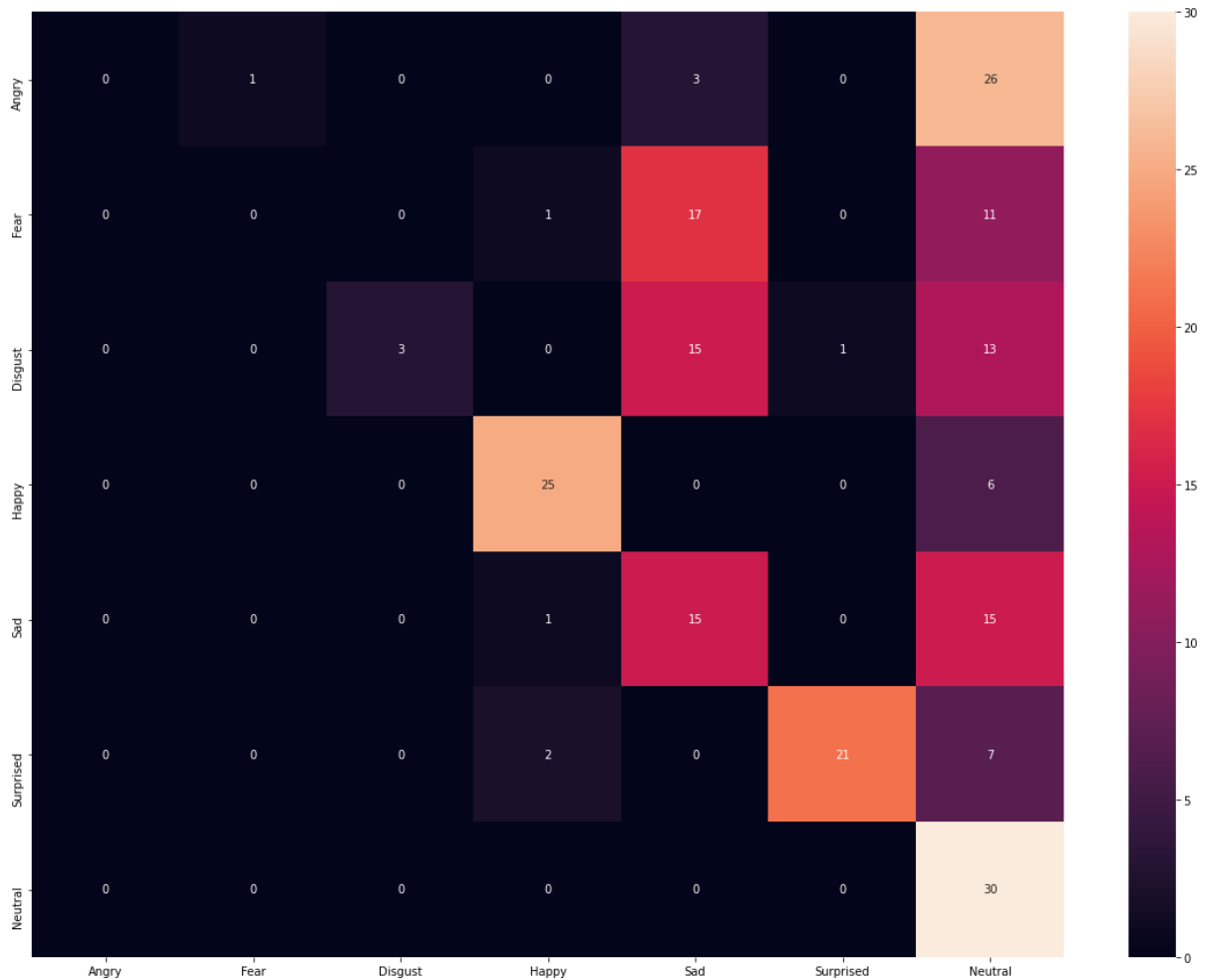
b. 위의 학습 모델과 Microsoft 사의 Face API 와의 성능 비교

성능 비교에 사용한 데이터셋은 JAFFE 데이터셋으로, 일본인 여성의 이미지 213 장으로 구성되어 있다.

1) 학습 모델의 Confusion Matrix



2) Face API 의 Confusion Matrix



성능 비교에 사용한 JAFFE 데이터셋은 학습 모델의 Training 단계에서 사용한 데이터셋이 아니기 때문에, 학습 모델과 Face API 의 일반화 성능을 확인할 수 있었다.


학습 모델의 경우 데이터셋의 bias 에 크게 영향을 받기 때문에, 학습에서 사용한 FER2013 테스트셋의 결과와는 달리 모든 감정을 대부분 Neutral 이라 예측했다.

Face API 역시도 비슷했지만 학습 모델보다는 정확도가 더 높았으므로, 실제 서비스를 구현할 때에는 학습 모델이 아닌 Face API 를 사용했다.

4. 뇌파 감정인식

a. 모델 성능 개선

i. 모델의 중간 convolutional layer 의 depth 개수와 fully-connected layer

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

의 길이를 조정하여 최적화 시켰다. 또한 가장 높은 성능을 보이는 입력신호의 길이를 실험을 통하여 찾았다. 실험 결과, 길이 6초의 입력이 가장 높은 성능을 보였다.

세부 조정을 마친 모델의 최종 성능은 Valence = 0.88, Arousal = 0.89의 정확도를 보이며, 이는 state-of-the-art 모델들의 성능에 준하는 값이다.

b. 실제 뇌파 데이터 측정

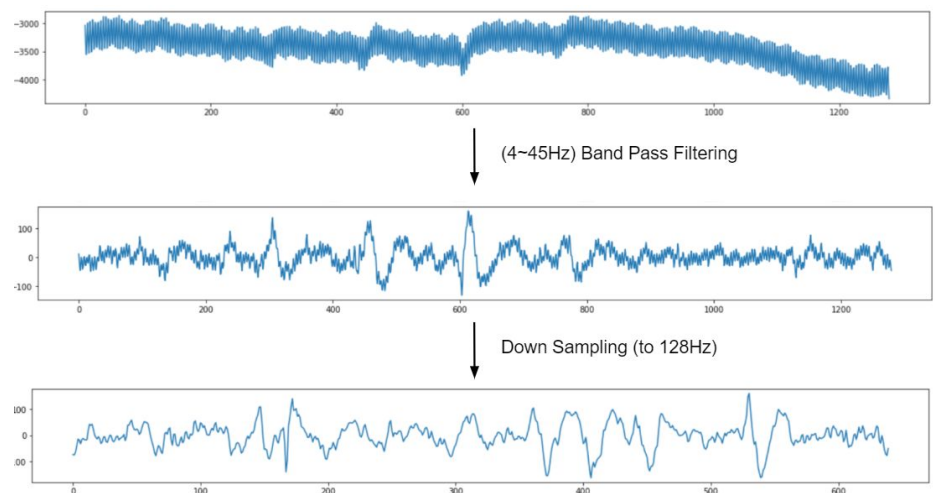
실제 시연에서 사용할 openBCI 의 EEG sensor를 사용하여, 약 10명의 사람으로 부터 뇌파데이터를 수집했다.

참가자는 각 감정에 대하여 1~3가지 영상을 시청하고, 영상 시청이 끝나면 영상에 대한 감정적 평가를 하도록 했다. 참가자는 5가지 감정(neutral, happy, sad, disgust, fear)중 어느 것에 가장 가까운 감정을 느꼈는지와 Arousal 와 Valence 값을 정하도록 하였다.

c. 측정된 데이터 전처리


센서를 가지고 직접 측정한 데이터는 공개데이터셋이 제공하는 정제된 뇌파신호와 상당히 다른 양상을 보였다. 측정한 신호들에 DEAP dataset 과 똑같은 전처리 과정을 거치게 했다.

256Hz 로 측정된 신호를 128Hz로 downsampling 하여 sample rate를 맞춘 후, Bandpass filter를 거쳐 4~45Hz 를 제외한 신호를 필터링 시켰다.



d. 수집한 데이터셋으로 새로운 모델 학습

앞서서 해왔던 신호 전처리 방법과, 직접 설계한 모델 구조 등이 공개 데이터셋(DEAP dataset)을 기준으로 0.89의 높은 성능을 보였으므로

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

감정을 분석하는데에 있어 검증된 방법을 찾았다고 판단했다. 따라서 직접 수집한 데이터셋으로 새로운 분석모델을 학습할 때에도 여태까지와 완전히 동일한 방법을 사용했다.

전체 신호를 6초 단위로 분할 했으며, 푸리에 변환을 통하여 신호를 이미지로 표현하고, 딥러닝 모델의 구조 또한 동일하게 설정했다.

단, 기존 모델과는 다르게 입력 차원을 32x41 에서 8x41로 수정했다. DEAP dataset 이 제공하는 뇌파 데이터는 32개 electrodes로 뇌파를 측정하지만, 이 프로젝트에서 사용하는 openBCI 의 센서는 8개의 센서를 사용할 수 있기 때문이다.

새로 학습한 모델은 5가지 감정을 분석하는 데에 있어 0.75의 정확도를 보였다.

		Prediction				
		Neutral	Sad	Happy	Disgust	Fear
True Label	Neutral	59	5	5	4	0
	Sad	5	138	1	0	1
	Happy	14	9	55	1	1
	Disgust	4	5	5	41	2
	Fear	23	10	4	5	33

- 최종 구현 완료

1. 백엔드

- a. 실시간 감정 분석 보완


분석 모듈 호출 시, 기존에는 가장 확률 높은 감정, 뇌파 기기 연결 상태, 얼굴 표정+뇌파 분석이 합산된 멀티모달 분석 에 대한 5가지 감정 확률값만 받아 응답하였지만, 추가적으로 얼굴 표정 분석 기반 5가지 감정 확률값과 뇌파 측정 기반 5가지 감정 확률값을 반환받아 프론트엔드에 응답한다.

- b. 최종 누적 감정 분석

사용자가 영상을 시청하는 동안 분석 모듈로부터 받는 5가지 감정에 대한 실시간 확률값을 얼굴, 뇌파, 멀티모달(표정+뇌파) 각각에 대해 누적한다. 최종 누적 감정 분석에 대한 요청을 프론트엔드로부터 받아, 3가지 분석 결과에 대한 감정별 누적값을 응답하고 데이터베이스에 저장한다.

2. 프론트엔드

- a. 메인 페이지 UI 개선

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

메인 페이지의 서비스 소개 캐러셀을 제작하여 추가하고, 기존의 UI를 수정하였다. 각 캐러셀에서는 FBI 서비스 소개, 5가지 감정 소개, 그리고 실시간 감정분석과 최종 감정 분석에 대한 소개를 제공함으로써 서비스를 이용하기 전 서비스에 대한 사용자의 이해를 돕는다.

b. 실시간 감정 분석 페이지 UI 및 기능 개선

기존에는 표정과 뇌파가 합산된 멀티모달 분석 결과가 차트를 통해 시각화되었지만, 각 단일 분석 결과와의 비교를 통해 신뢰도 있는 분석 결과를 제공해야 한다는 필요성을 인지하였다. 이에 따라 멀티모달(표정+뇌파) 결과 뿐만 아니라 멀티모달 결과의 기반이 되는 표정 분석 결과, 뇌파 분석 결과에 대한 확률값을 실시간 http 요청에서 모두 받아 하나의 차트에 시각화하는 기능을 구현하였다.

또한, 시각화를 위한 Radar chart는 수치의 변화가 뚜렷한 FBI 분석 모듈의 데이터 변화를 효과적으로 보여주지 못한다는 판단을 하였다. 기존의 Radar chart를 Composed chart(단일 분석 데이터=>꺾은선 그래프, 멀티모달 데이터=>막대 그래프)로 변경하여 감정 분석 결과에 대한 즉각적인 변화를 효과적으로 보여주도록 개선하였다.

실시간 감정 분석은 총 영상 길이와 상관 없이 1분 20초(80초) 간 진행되며, 측정이 끝나면 자동으로 최종 누적 감정 분석 페이지로 이동하도록 구현하였다.

c. 최종 누적 감정 분석 페이지 구현

최종 누적 감정 분석 페이지에서는 해당 실시간 분석에서 누적된 사용자의 감정 분석 데이터를 시각화한다. 시각화에는 각 5개 감정 결과의 비율을 직관적으로 확인할 수 있는 Pie chart를 사용하였으며, 최종 누적 결과 데이터에서 도출된 각 감정 비율에 대해 percentage로 확인할 수 있다. 좌우 양측에는 Face(표정), EEG(뇌파) 분석 결과를 반원으로, 양 그래프 사이에는 멀티모달(표정+뇌파) 분석 결과를 도넛형의 그래프로 시각화 하였다.

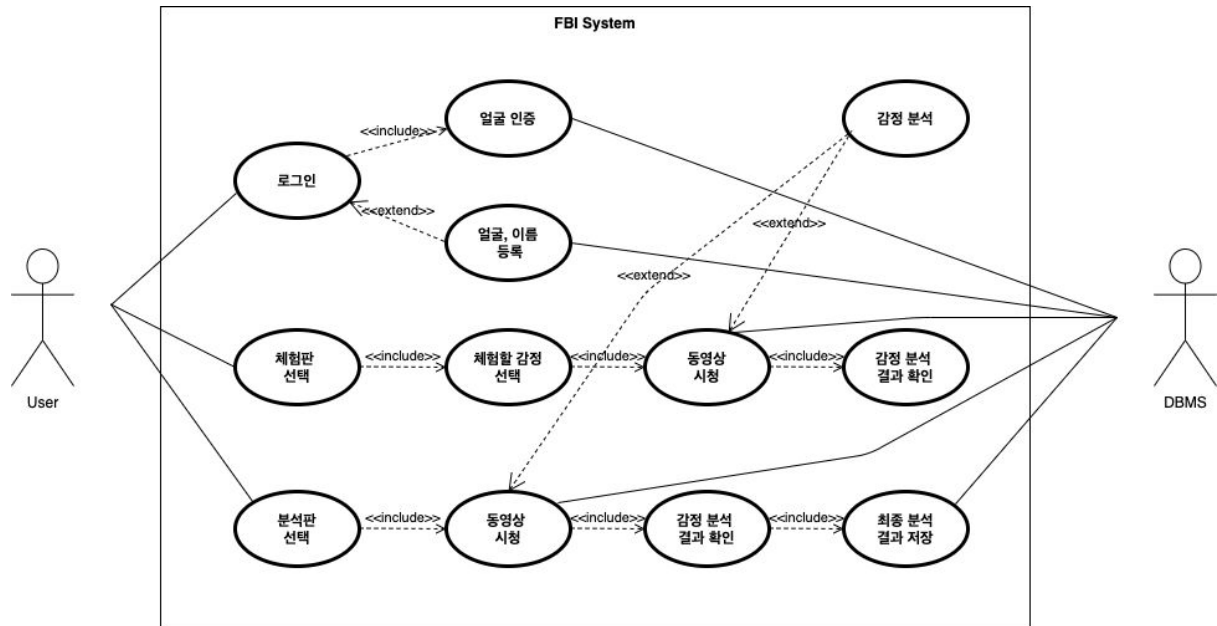
3. 감정인식

a. 감정분석 결과 합산 알고리즘 개선

기존의 합산 알고리즘은 표정분석 모델이 리턴하는 확률값들과, 뇌파분석 모델이 리턴하는 확률값들을 1:1로 더하는 것 이었으나 이를 좀더 개선하였다. 계획서 단계 부터 표정분석 기술의 한계점으로 "무표정한 사람의 감정인식의 어려움" 을 지적하였는데, 이를 개선하는 차원에서 기존 알고리즘을 약간 수정하였다.

표정분석 결과 neutral 의 확률값이 가장 높다면, 뇌파분석 결과 확률값의 가중치를 더 높게 부여하여 합산하고 그렇지 않다면 기존과 똑같은 방법으로 합산한다. 표정분석 모델이 사용자가 실제 느끼는 감정과는 상관없이, 대부분의 경우 얼굴 표정을 neutral 로 예측하는 문제를 위와 같은 알고리즘을 통하여 어느정도 개선할 수 있다.

2.2.2 시스템 기능 요구사항



- 로그인 (완료) : 얼굴인식 기술을 사용하여, 사용자의 얼굴 이미지로 로그인 하고, 등록되지 않은 사용자는 얼굴과 이름을 새로 등록하여 DB에 저장한다.
- 체험기능과 추천기능 : 사용자는 두가지 기능 중 한가지를 선택할 수 있으며, 두가지 모두 영상을 시청하는 사용자의 감정을 실시간으로 분석하여 보여준다. 시청하는 동안 측정된 사용자의 얼굴 이미지, 뇌파 신호 그리고 영상에 대한 최종 감정분석 결과는 DB에 저장한다.

■ 체험기능 (완료) : 사용자가 체험하고 싶은 감정(기쁨, 슬픔, 분노, 공포, 역겨움, 놀람)을 한가지를 선택하여, 선택한 감정과 연관된 영상을 시청하게 된다.

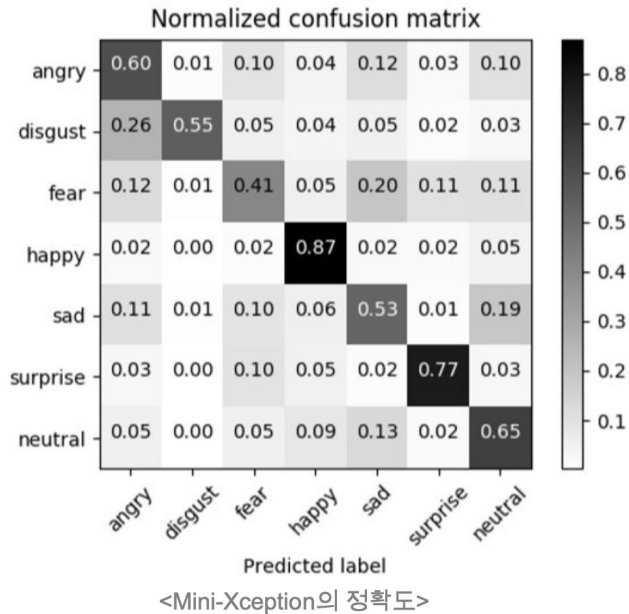
■ 추천기능 (미완료) : 사용자에게 임의의 동영상을 보여주고, 해당 동영상에 대한 감정적 반응에 맞춰 새로운 영상을 추천 해준다.

- 추천기능은 1,2차 중간 평가의 프로젝트의 범위가 너무 넓다는 피드백을 반영하여 누락하였다.

2.2.3 시스템 비기능(품질) 요구사항

- 정확성 (달성)
 - 뇌파 감정인식 모델 : 이 프로젝트는 매번 새로운 사용자를 대상으로 감정인식을 해야 하므로, subject-independent 모델을 학습하고자 한다. 현재 state-of-the-art인 subject-independent 모델은 DEAP dataset 기준으로 평가했을 때 정확도가 0.62이다. 해당 모델은 뇌파 전극을 32개 사용했으며, 이 프로젝트는 더 적은 개수인 8개의 센서를 이용하고자하며, 같은 방식으로 평가 했을시에 최신기술과 비슷한 수준의 정확도(0.62)를 목표로 잡는다.

- 표정 감정인식 모델 : 표정 감정인식 모델의 경우, Mini-Xception 모델의 정확도를 참고한다.




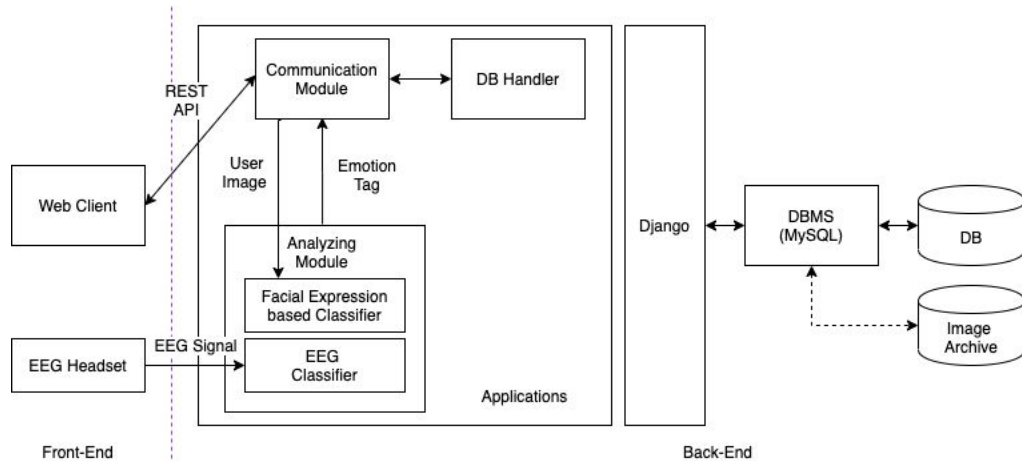
표정 감정인식 모델의 정확도는 리얼타임 표정 분석에 있어 현재로서는 가장 성능이 좋은 모델이라 할 수 있는 Mini-Xception의 정확도와 비슷한 수준인 65를 목표로 했다.

학습 후 측정한 모델의 정확도는 해당 논문의 정확도에 조금 미달하는 정도로 나왔지만, 학습 때 사용하지 않은, 즉 unseen 데이터에 대해 매우 낮은 정확도를 보였다. 때문에 unseen 데이터셋을 가지고 학습 모델과 Microsoft사의 Face API의 정확도를 비교했고, 더 높은 정확도를 보이는 Face API를 사용하는 것으로 구현을 마쳤다.

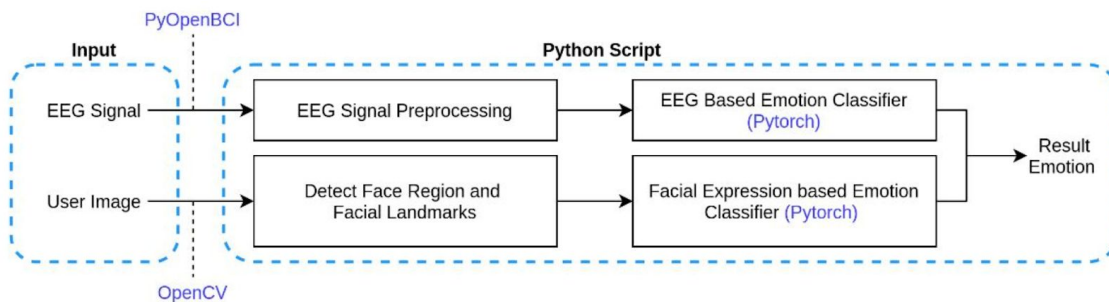
- 실시간성 (달성) : 뇌파기반 감정인식은 신호의 길이가 충분할수록 모델의 정확도는 높아져 보통 6초와 60초 사이의 입력을 사용하지만, 실시간 감정 분석을 위하여 입력 신호의 길이는 10초를 넘지 않도록 한다.

2.2.4 시스템 구조 및 설계도


 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09



- **Analyzing Module :**



- **EEG 신호 분석 :** OpenBCI 의 PyOpenBCI 라이브러리를 이용하여 뇌파센서가 측정하는 신호를 파이썬 스크립트로 불러온다. 전처리를 거친 뇌파 신호는 Pytorch 라이브러리로 학습 해둔 모델을 거쳐 감정분석을 한다.
- **얼굴 표정 분석 :** OpenCV 라이브러리로 노트북의 웹캠, 또는 연결된 카메라를 통하여 사용자의 얼굴 이미지를 불러온다. 이미지에서 얼굴 영역에 해당하는 부분만 감지하여 크롭 하고, 미리 학습된 얼굴표정 분석 모델의 입력으로 넣어 감정을 분석한다.
- **뇌파 분석 결과와 표정 분석 결과를 취합하여 최종 감정인식 결과를 도출한다.**
- **Communication Module : 통신 담당 모듈**
 - **로그인/등록 :** 사용자의 얼굴 이미지를 클라이언트로부터 받아 인코딩된 사용자 얼굴 및 정보를 담은 파일을 pickle 모듈로 읽어와 비교한다. 새로운 사용자라면 사용자 얼굴 이미지와 이름을 데이터베이스에 저장하고, 로그인 시 사용하기 위해 생성된 사용자 정보와 인코딩된 얼굴값을 파일에 저장한다.
 - **체험 기능 :**
 - 클라이언트로부터 사용자가 선택한 감정에 대한 요청을 받는다.
 - 해당 감정에 대한 동영상 정보를 DB Handler로부터 받아 클라이언트로 응답을 보낸다.
 - 사용자가 동영상을 시청하는 동안 매 초마다 캡처된 사용자 얼굴 이미지를 클라이언트로부터 요청받고 이미지를 저장한다.
 - 요청받은 이미지를 Analyzing Module로 전달하고 분석된 감정 결과값을 받아 클라이언트에 응답한다.
 - 영상 시청 시 감정 결과값을 누적해 시청이 종료되면 최종 누적 결과값을 클라이언트로 응답하고 DB Handler로 전달한다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09


- DB Handler : 데이터베이스 관리 모듈
 - 로그인/등록 : 로그인 시 별도의 파일에 인코딩된 사용자 얼굴 이미지 및 정보를 저장해 데이터베이스에 접근하지 않는다. 이로써 로그인마다 이미지를 인코딩하는 시간을 줄여 속도 문제를 개선한다. 등록 시 Communication Module로부터 사용자 이미지와 이름을 받아 데이터베이스에 저장한다.
 - 체험 기능 :
 - 사용자가 선택한 감정에 해당하는 영상을 데이터베이스에서 랜덤으로 선택해 Communication Module로 보낸다.
 - 영상 시청 종료 시 최종 누적 결과값 및 실시간 데이터 저장경로를 Communication Module로부터 받아 데이터베이스에 저장한다.

2.2.5 활용/개발된 기술

- 웹 프론트엔드
 - 개발 환경
 - 언어 : HTML5, CSS, Javascript
 - 프레임워크 : React
- 서버 및 데이터베이스
 - 개발 환경
 - 언어 : Python, MySQL
 - 프레임워크 : django
- 딥러닝
 - 개발 환경
 - 언어 : Python
 - 라이브러리 : Pytorch, Keras

2.2.6 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안

1. 뇌파 측정을 위한 헤드셋 장치가 가격대가 있어 보편화되기 어렵다.
2. 뇌파 분석기의 일반화 성능
 - 2-1) 사람마다 뇌파의 형태가 다르다.
같은 장면을 보거나, 같은 감정을 느낀다고 해도 측정된 뇌파는 사람마다 다르게 나타난다. 때문에 아무리 많은 사람들의 뇌파 데이터를 모아서 뇌파분석 모델을 학습시켰다고 해도 새로운 사람의 뇌파에 적응하기에는 어려움이 있을 수 있다. 이를 해결하기 위해선 프로젝트에서 개발한 소프트웨어 내부적으로, 신규 사용자에게 대한 뇌파를 저장하고, 이때 해당 뇌파 데이터의 라벨값은 표정으로로부터 얻어올 수 있다. 이렇게 신규 유저에 대한 데이터가 일정량 쌓이면 모델의 추가학습을 진행한다.
 - 2-2) 뇌파 측정 기기에 따른 편차가 있다.
같은 신호를 측정하더라도, 사용한 뇌파센서에 따라 신호의 양상이 다를 수 있다. 뇌파 센서와 사용자의 머리간의 밀접도 혹은 신호를 측정하기 전에 사용자를 안정시키는 시간의 차이 등 다양한 환경적 차이가 존재한다.
3. 표정 분석기의 일반화 성능
표정 분석 모델의 학습에 사용하는 데이터셋은 많은 사람들의 얼굴 사진으로 구성되어 있다. 이때 표정 분석 모델은 데이터셋에 대한 의존도가 매우 클 수밖에 없다. 데이터셋의 주를 이루는 인종에 대해서만 표정 인식이 잘 되는가 하면, 모델은 데이터셋을 만들기 위해 지어진 과장된 표정들만 봤기 때문에 변화가 미미한 표정은 제대로 인식하지 못한다. 이는 학습에

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서	
	프로젝트 명	FBI
	팀 명	차인표
	Confidential Restricted	ver 1.3
		2020-JUNE-09

사용하는 데이터셋이 보다 다양한 인종, 연령, 성별 등을 갖고, 적은 표정 변화도 포함하도록 확장하는 것으로 해소될 수 있다.

2.2.7 결과물 목록

- 프로젝트 수행계획서 (기술문서 유)
- 1차 중간보고 결과물 (기술문서 유)
 - 1차 중간 보고서
 - 시연 영상 : <https://www.youtube.com/watch?v=JV1dCH-8sd8?t=0s>
- 2차 중간보고 결과물 (기술문서 유)
 - 2차 중간 보고서
 - 시연 영상 : <https://www.youtube.com/watch?v=CUAWWhUwhbk0&t=0s>


2.3 기대효과 및 활용방안

표정 감정인식이 가진 한계점을 보완하고 기존 감정 인식 모델보다 높은 정확도를 얻을 수 있다. 특히 뇌파 신호를 사용 함으로써 의사 표현이 불가능한 사람들의 감정 또한 인식 할 수 있다. 이 기술은 교도소나 병원 등에서의 심리 치료 목적으로 쓰일 수 있다. 대부분의 음악 치료는 일괄적으로 심신 안정에 좋다는 클래식 음악을 위주로 튜닝한다. FBI 프로젝트는 개인별 긍정/부정 또는 집중/비집중 정도를 분석 함으로써 특정 사용자에게 안정적인 감정을 유발하는 음악을 선별하여 치료에 쓰일 수 있도록 도움을 줄 수 있다.

또한 정의 내릴 수 없는 감정의 애매모호성을 해결해 줄 수 있다. '모욕감이나 치욕감을 줄 수 있는 댓글'이라고 정의되는 악성 댓글처럼 감정을 일반화하여 정의 내리는 것에는 한계가 있다. 이 시스템은 댓글과 같은 자극에 대한 감정을 인식해 개인 맞춤형 악성 댓글 분별기 등을 개발하는데 활용될 수 있다.

3 자기평가


- 실시간성
본 시스템의 핵심 기능인 감정 분석은 1초 단위로 한다. 사용자 얼굴 표정은 초마다 분석하며 뇌파 기반 감정 분석 또한 실시간 감정 분석을 위하여 입력 신호의 길이는 10초를 넘지 않는다.
- 정확성
 - 뇌파분석 모델
뇌파분석 모델은 공개 뇌파 데이터셋인 DEAP dataset을 기준으로 0.89의 정확도를 보였으며, state-of-the-art 에 준하는 성능을 달성했다.
또한 직접 수집한 뇌파 데이터셋으로 동일한 모델을 학습한 결과, 5가지 감정(happy, sad, neutral, disgust, fear)에 대하여 0.75의 정확도를 달성했다.
 - 표정분석 모델
Google 과 Microsoft 의 Emotion Recognition API 를 비교한 논문 자료 (참고 문헌의 [2]) 에 따르면, 표정 감정 인식 구현에 사용한 MS Face API 의 정확도는 다음 표와 같다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

GT/REG	Anger	Disgust	Fear	Happy	Neutral	Sadness	Surprise	Contempt	Sum
Anger	10.71	4.29	0.00	0.00	80.71	3.57	0.00	0.71	100.00
Disgust	7.14	57.86	0.00	2.86	14.29	16.43	0.00	1.43	100.00
Fear	1.43	2.14	3.57	7.14	34.29	15.00	36.43	0.00	100.00
Happy	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Neutral	0.00	0.00	0.00	0.00	99.29	0.00	0.00	0.71	100.00
Sadness	0.00	0.00	0.00	1.43	34.29	63.57	0.00	0.71	100.00
Surprise	0.00	0.00	0.00	0.71	14.29	0.00	85.00	0.00	100.00

4 참고 문헌

번호	종류	제목	출처	발행년도	저자	기타
[1]	API	Microsoft faceAPI	Microsoft			
[2]	논문	Performance analysis of Microsoft's and Google's Emotion Recognition API using pose-invariant faces	DSAI	2018	Salik Ram Khanal	
[3]	논문	Real-time Convolutional Neural Networks for Emotion and Gender Classification	ICRA	2017	Octavio Arriaga	
[4]	논문	Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: a review	IOP science	2019	Alexander Craik	
[5]	논문	A novel deep-learning based framework for multi-subject emotion recognition	IEEE	2017	Xiangmin Xu	
[6]	논문	EEG-Based EMotion Recognition using 3D Convolutional Neural Networks	IJACSA	2018	Elham S. Salama	
[7]	논문	Subject independent emotion recognition from EEG using VMD and deep learning	Journal of King Saud University	2019	Pallavi Pandey	
[8]	자료	Emotion classification (감정분류 모델)	Wikipedia			
[9]	데이터셋	DEAP dataset				
[10]	데이터셋	FER2013				
[11]	데이터셋	JAFFE				

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09


5 부록

5.1 사용자 매뉴얼

- 실행하기
 - EEG 센서 USB 삽입
 - src/analyze/eeg/ 폴더 이동 후
 - \$ python record_signal.py y
 - src/back-end/FBI 폴더 이동 후
 - \$ python [manage.py](#) runserver
 - src/front-end 폴더 이동 후
 - \$ npm start

5.2 운영자 매뉴얼

- 뇌파 환경설정
 - src/eeg 폴더로 이동 후, 아래 python 명령어 입력
 - "환경설정 완료" 출력이 되면 끝! 다음 스크립트로 쪽쪽..넘어가기..
 - 에러가 나면 아래 명령어로 라이브러리 설치 (anaconda가 아니면 conda를 pip로 대체)
 - 1. python [CustomDatasetClass.py](#) //또는 [Models.py](#)
 - conda install pytorch (pip install torch)
 - conda install -c pytorch torchvision (pip install torchvision)
 - 2. python [preprocessModule.py](#) //또는 [sensorModule.py](#)
 - pip install brainflow
 - 3. python [transformModule.py](#)
 - conda install scipy
 - [pyeeg 설치](#)
 - git clone <https://github.com/forrestbao/pyeeg.git>
 - cd pyeeg
 - python [setup.py](#) install //home 디렉토리에 설치하고 싶으면 끝에 —user 옵션 추가..
 - 4. python [eegAnalyzeModule.py](#)
 - 5. python [plotModule.py](#)
 - conda install matplotlib
 - 6. python record_signal.py n //마지막 n 까지 입력해야함.
 - pip install keyboard
 - 끝에 n대신 y옵션을 주면 실제 연결된 센서로부터 받아오는 신호를 저장
- 백엔드 환경설정
 - django 설치
 - pip install django

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

- 얼굴 인식 라이브러리 설치
 - pip install pillow
 - face recognition 사용 위한 설정
 - \$ pip install opencv-python
 - \$ pip install opencv-contrib-python
 - \$ pip install cmake
 - \$ pip install dlib
 - \$ pip install face_recognition
 - pip install requests
- DB 설정
 - src/back-end/FBI/mysql.cnf 수정

```
[client]


database = 'db_name'
host = localhost
user = root
password = 'mypassword'
```

- src/back-end/FBI/settings.py에 INSTALLED_APP 안의 'api' 주석 처리
 - src/back-end/FBI 에서
 - \$./manage.py migrate
 - src/back-end/FBI/settings.py에 INSTALLED_APP 안의 'api' 주석 처리 해제
 - src/back-end/FBI 에서
 - \$./manage.py makemigrations
 - \$./manage.py migrate
- 프론트엔드 환경설정
 - src/front-end 폴더 이동 후
 - npm install

5.3 배포 가이드

5.4 테스트 케이스


대분류	소분류	기능	테스트 방법	기대 결과	테스트 결과
로그인	로그인	사용자 얼굴을 인식해	사용자 얼굴을 캡처해, 1) 기존 사용자라면 로그인해 메인 페이지로 넘어간다.	사용자 얼굴만으로 로그인한다.	

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09

		로그인한다.	2) 새로운 사용자라면 등록 페이지로 넘어간다.		성공
등록	등록	사용자 얼굴과 이름으로 등록한다.	사용자에게 이름을 입력받아 로그인 페이지에서 캡처한 이미지로 등록한다.	새로운 사용자를 등록한다.	성공
분석	표정 분석	1초마다 표정 감정인식을 한다.	1) 1초마다 캡처한 사용자 얼굴로부터 감정인식한다. 2) 감정결과를 사용자가 화면으로 확인한다.	실시간 감정분석을 한다.	성공
분석	뇌파 분석	1초마다 뇌파감정인식을 한다.	1) 1초마다 뇌파신호로 감정인식한다. 2) 감정결과를 사용자가 화면으로 확인한다.	실시간 감정분석을 한다.	성공
분석	데이터 저장	실시간으로 생성된 데이터를 저장한다.	1) 사용자별로 데이터 저장 폴더가 생성된다. 2) 매 초마다 생성되는 사용자 얼굴 이미지와 뇌파 정보를 저장한다.	향후 디버깅 및 모델 성능 개선에 사용한다.	성공
분석	최종 감정 분석	최종 누적 감정 분석을 보여준다.	동영상 시청 종료 시 누적된 실시간 감정 분석 결과를 표정, 뇌파, 표정+뇌파 별로 볼 수 있다.	누적된 감정 분석 결과를 확인한다.	성공

5.4 프로젝트 수행 결과물에 대한 기술 문서

- 프로젝트 수행 계획서
https://github.com/kookmin-sw/capstone-2020-2/blob/master/doc/implementation%20plan/%EC%88%98%ED%96%89%EA%B3%84%ED%9A%8D%EC%84%9C_2%EC%A1%B0.pdf
- 1차 중간 보고서
https://github.com/kookmin-sw/capstone-2020-2/blob/master/doc/mid%20eval%201/%EC%A4%91%EA%B0%84%EB%B3%B4%EA%B3%A0%EC%84%9C_2%EC%A1%B0.pdf
- 2차 중간 보고서
<https://github.com/kookmin-sw/capstone-2020-2/blob/master/doc/mid%20eval%202/2%EC%B0%A8%20%EC%A4%91%EA%B0%84%EB%B3%B4%EA%B3%A0%EC%84%9C.pdf>

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	수행결과 보고서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	ver 1.3	2020-JUNE-09