



국민대학교  
소프트웨어융합대학  
소프트웨어학부

# 캡스톤 디자인 I 종합설계 프로젝트


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

Version	1.4
Date	2020-03-27

팀원	이 연지 (조장)
	김 경진
	김 소정
	서 명희
	이 예림

## CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING

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

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25


## 문서 정보 / 수정 내역

<b>Filename</b>	계획서-FBI.doc
<b>원안작성자</b>	이연지, 김경진, 이예림
<b>수정작업자</b>	이연지, 김경진, 김소정, 서명희, 이예림

수정날짜	대표수정자	Revision	추가/수정 항목	내 용
2020-02-28	이연지	1.0	최초 작성	
2020-03-18	이예림	1.1	내용 추가	사전 기술 조사 내용 추가
2020-03-20	김경진	1.2	내용 작성	개발 결과 작성
2020-03-23	서명희	1.3	내용 작성	개발 일정 및 인력자원 작성
2020-03-25	김소정	1.4	1차 점검	내용 및 양식 점검

## 목 차

<b>1 개요</b>	3
1.1 프로젝트 개요	3
1.2 추진 배경 및 필요성	3
<b>2 개발 목표 및 내용</b>	8
2.1 목표	8
2.2 연구/개발 내용	8
2.3 개발 결과	11
2.3.1 결과물 목록 및 상세 사양	11
2.3.2 시스템 기능 및 구조	11
2.3.3 시스템 구조	13
2.3.4 결과 목록 및 상세 사양	14
2.4 기대효과 및 활용방안	14
<b>3 배경 기술</b>	15
3.1 기술적 요구사항	15
3.2 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안	15
3.2.1 하드웨어	15
3.2.2 소프트웨어	16
3.2.3 기타	16
<b>4 프로젝트 팀 구성 및 역할 분담</b>	17
<b>5 프로젝트 비용</b>	17
<b>6 개발 일정 및 자원 관리</b>	18
6.1 개발 일정	18
6.2 일정별 주요 산출물	19

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

6.3	인력자원 투입계획	20
6.4	비 인적자원 투입계획	20
7	참고 문헌	21

# 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 맞춤화 된 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 빠른 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 갖추는 데에 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 Microsoft 의 faceAPI 와 facebook의 DeepFace 등 대기업부터 스타트업 까지 많은 회사에서 기술을 개발하고 다양한 분야에 활용하고

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25


있다. 이처럼 표정기반 감정인식 기술은 개발 수준이 높고 기술의 안정성 또한 보장되어 있어 감정 인식에서 가장 활발하게 활용되지만, 기술의 한계점 또한 꾸준히 대두되고 있다. 인간이 자신의 감정을 항상 표정으로 드러내는 것은 아니며, 감정과 반대되는 표정을 거짓으로 지어내는 것이 가능하기 때문이다. 얼굴 표정 분석 알고리즘을 연구하는 마르티네즈 교수는 "모든 사람은 처한 상황이나 문화적 배경에 따라 다른 표정을 짓는다. 미소를 짓는 것이 꼭 행복하다는 것을 의미하지는 않는다"며, 여러 IT 기업이나 스타트업들이 표정으로 고객의 감정을 가늠하려는 시도는 터무니없다"고 말했다. 그 뿐만 아니라 표정을 나타낼 수 없는 상태인 환자들의 감정을 분석하는 데에 있어 표정인식의 한계점이 명확히 드러난다.

이 프로젝트는 표정인식의 한계점을 인간의 뇌파로 보완하고자 한다. 뇌파 신호는 행동/표정과 달리 사용자가 의도적으로 조절할 수 없는 생체신호이며, 감정과 높은 연관성을 가짐을 연구를 통하여 꾸준히 증명해 보였다.

두 가지 이상의 입력 데이터를 사용하는 멀티 모달 시스템은 한 가지 데이터를 이용한 감정인식보다 높은 성능을 얻을 수 있다. 그동안의 멀티모달 감정인식 기술은 표정과 음성을 함께 이용하는 시스템이 대부분이었지만, 이 프로젝트는 표정과 뇌파를 함께 이용하고자 한다.

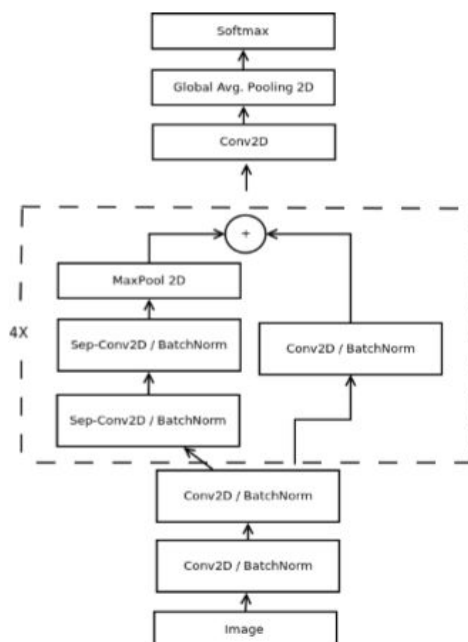
## 1.2.1 감정인식 기술 현황

- 표정 기반 감정인식 기술
  - MS 의 FaceAPI [1] : 이미지의 각 얼굴에서 27개의 랜드마크를 추출하여 해당 인물의 연령, 성별, 감정, 자세 등의 특성을 감지하며, 서로 다른 이미지 속의 얼굴이 동일 인물인지도 확인 가능하다. 얼굴 인식 기능을 단일 API 호출만으로 추가할 수 있어 GrayMeta, Prism Skylabs, Uber 등 다양한 기업을 비롯하여 표정 분석에서 가장 많이 쓰이는 API이다. 하지만 FaceAPI의 사용여부를 정하기 위해 몇 장의 이미지를 가지고 테스트하였을 때, 기쁨과 놀라움처럼 상대적으로 표정에서 명확히 드러나는 감정은 잘 유추했지만 다른 감정에서는 정확도가 높지 않았다. FaceAPI의 성능을 분석한 논문 "*Performance analysis of Microsoft's and Google's Emotion Recognition API using pose-invariant faces*" [2]에 따르면 특정 감정(Happy, Neutral, Surprise)들에서만 높은 정확도를 보이며, 그 외 감정에서는 좋지 못한 성능을 보인다.

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25


GT/REG	Anger	Disgust	Fear	Happy	Neutral	Sadness	Surprise	Contempt	Sum
Anger	<b>17.14</b>	2.14	0.00	0.71	78.57	0.71	0.71	0.00	100.00
Disgust	13.57	<b>53.57</b>	0.00	2.14	17.14	13.57	0.00	0.00	100.00
Fear	1.43	2.14	<b>2.86</b>	4.29	39.29	13.57	36.43	0.00	100.00
Happy	0.00	0.00	0.00	<b>99.29</b>	0.71	0.00	0.00	0.00	100.00
Neutral	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>99.29</b>	0.00	0.00	0.71	100.00
Sadness	0.00	0.00	0.00	0.71	47.86	<b>51.43</b>	0.00	0.00	100.00
Surprise	0.00	0.00	0.00	0.71	20.00	0.00	<b>78.57</b>	0.71	100.00

- Mini-Xception 모델 : “Real-time Convolutional Neural Networks for Emotion and Gender Classification” [3] 논문에서 제안한 CNN(Convolutional Neural Network) 모델이다. 인간의 얼굴 이미지를 입력으로 받아 7가지 감정에 대한 확률값을 예측한다. 모델의 정확도는 7개 감정에 대하여 평균 0.66으로, 다른 state-of-the-art 모델들과 거의 차이가 나지 않지만 다른 모델에 비해 파라미터 개수를 대폭 줄인 가벼운 구조를 가지고 있어 실시간 감정 분석에 쓰이기 적절하다.



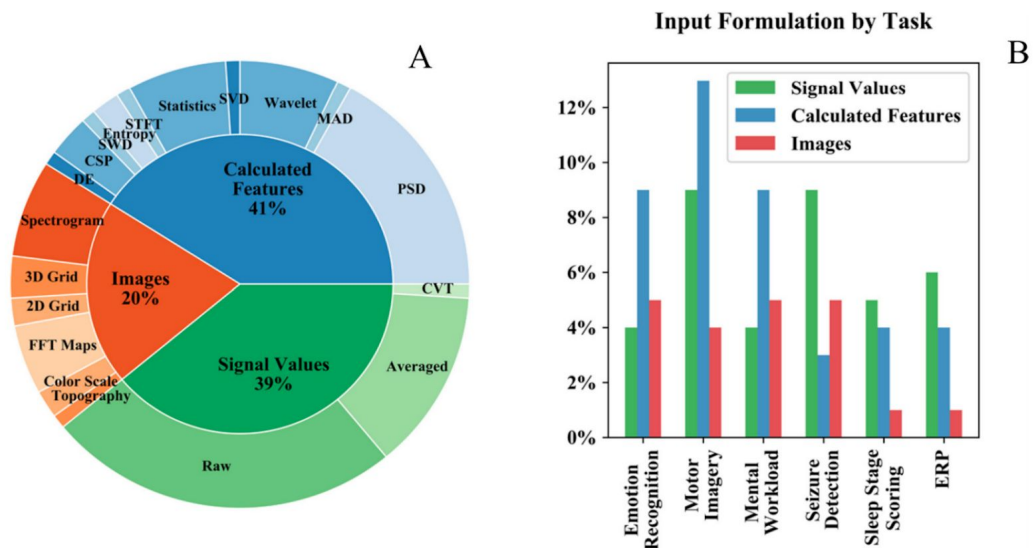
- mini-Xception 모델의 구조

- 뇌파 기반 감정인식 기술 : 뇌파기반 감정분석은 주로 공개 데이터셋인 DEAP

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25


dataset 으로 학습하고 평가한다. 예전에는 SVM(Support Vector Machine) 이나 Random Forest 등 비교적 간단한 머신러닝 모델을 사용해왔으나, 최근 딥러닝의 발전으로 다양한 신경망 모델이 뇌파 감정인식에 적용되었다. 최근 EEG 기반 딥러닝 모델들을 모델 구조, 인풋 형태, 모델 성능 측면에서 비교 분석한 논문 *"Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: a review"* [4] 에 따르면, CNN(Convolutional Neural Network) 또는 RNN(Recurrent Neural Network) 모델이 감정인식에 있어서 가장 높은 성능을 보였다.

모델의 인풋을 만드는 방법은 크게 3가지가 있다. raw 신호를 그대로 사용하거나, 신호를 Fourier Transform 이나 그 외 통계적 기법을 이용하여 가공하여 얻은 결과값을 입력으로 넣기도 하며, 1차원 입력 신호를 2차원 이미지로 표현하여 CNN 모델과 접목시키기도 한다. 감정인식 분야에서는 가공된 피쳐를 사용하는 연구가 가장 활발하게 이루어졌다.



- 출처 : *"Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: a review"*

현재 뇌파 감정인식에 있어 State-of-the-art 모델들 (Xiangmin et al) [5], (Elham et al) [6] 은 DEAP dataset 을 기준으로 0.87 ~ 0.88의 정확도를 보인다.

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

**Table 1.** A comparison of architecture and input choices across studies using the publicly available DEAP [56] dataset. The table shows study effectiveness as accuracy increases moving down the table.

	Architecture	Input formulation	Channel strategy	Accuracy (%)
[48]	SAE 3 hidden layers 1 dense layer	Principal component analysis, covariate shift adaptation, PSD features	All channels	54
[61]	Hybrid 1 conv layer to 1 RNN layer 2 dense layers	Wavelet derived features	Channel-wise	73
[62]	Hybrid 2 conv layer to 1 dense layer to 1 RNN layer 1 dense layer	Image—color scale	Channels combined in image	75
[63]	CNN 5 conv layers 1 dense layer	Signal values	All channels	81
[64]	MLPNN 4 hidden layers	PSD features	All channels	82
[65]	RNN 2 LSTM layers 1 dense layer	Signal values	All channels	87
[66]	CNN 2 conv layers 2 dense layers	Image—Fourier feature maps	Channels combined in image	87
[67]	CNN 2 conv layers 1 dense layer	Image—3D grid	Channels combined in image	88
[50]	DBN (3 RBM's) 1 dense layer	PSD features	All channels	89


하지만 위의 연구들에서 학습한 모델은 subject-dependent 모델이며, 이는 학습 데이터셋에 포함되지 않은 유저에 대해서는 제대로 된 감정 분석이 어려움을 의미한다. 학습 데이터에 없는 새로운 유저에 대해서도 감정분석을 할 수 있는 **subject-independent** 모델은 subject-dependent 모델에 비하여 학습이 어려운데, 이는 사용자 간의 뇌파 데이터 양상이 크게 다르기 때문이다. EEG 기반 subject-independent 감정분류 모델 학습을 목표로 하는 논문 "*Subject independent emotion recognition from EEG using VMD and deep learning*" [7] 에 따르면, state-of-the-art 모델은 현재 DEAP dataset을 기준으로 0.62의 정확도를 보인다.

## 1.2.2 감정인식 기술 시스템 현황

- 현대 모비스의 M.Vision

현대 모비스는 운전자의 표정과 음성을 기반으로 감정을 분석하는 인공지능 기술을 개발했다. 탑재된 인공지능 가상 비서가 탑승자 얼굴의 70여개의 특징점을 파악하고 음성을 확인한 뒤 감정을 분석하여 상황에 맞는 콘텐츠를 제공한다. 기분에 맞는 음악을 자동으로 재생하거나 차량 실내 조명을 바꿔 주기도 하며, 탑승자와의 상호작용을 강화했다.



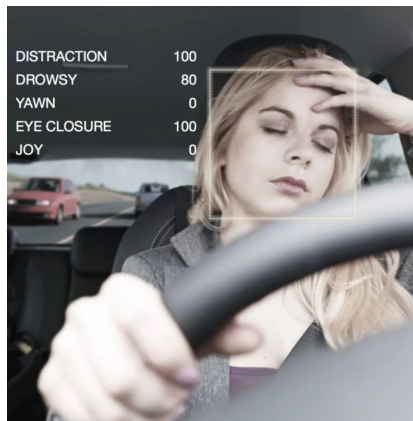
 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25



- M.Vision 의 감정인식 기술을 시연하고 있는 현대모비스 직원

- Affectiva 의 Automotive AI for Driver Monitoring

미국의 인공지능 기업 Affectiva 역시 운전자의 감정 상태를 식별하는 AI 서비스 개발을 목표로 하고 있다. 운전자의 감정, 피로도를 식별하여 차량 내부 온도, 조명을 조절하거나 휴식 장소로의 안내 서비스를 제공하고자 한다. 이러한 서비스들은 향후 자율주행 기술과 같이 활용 될 수 있다.




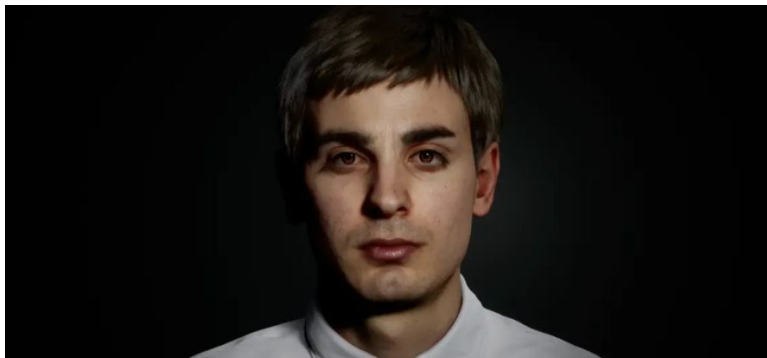
- Affectiva 의 Automotive AI for Driver Monitoring 예시 이미지

- IBM 의 디지털 휴먼 '빈센트'


IBM 은 AI 활용 사례로 디지털 휴먼 '빈센트' 를 소개했다. 머신러닝을 통해 사람의 표정을 학습하고, 이를 언리얼 엔진을 이용하여 피부, 몸 전체를 사람에게 가깝게 디자인했다. 빈센트는 표정을 통한 감정표현에 능숙하며, 상대방의 표정에서 감정을 읽어내어 감정적 상호작용 또한 가능하다.



 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25



- IBM 의 디지털 휴먼 ‘빈센트’의 소개 이미지

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

## 2 개발 목표 및 내용

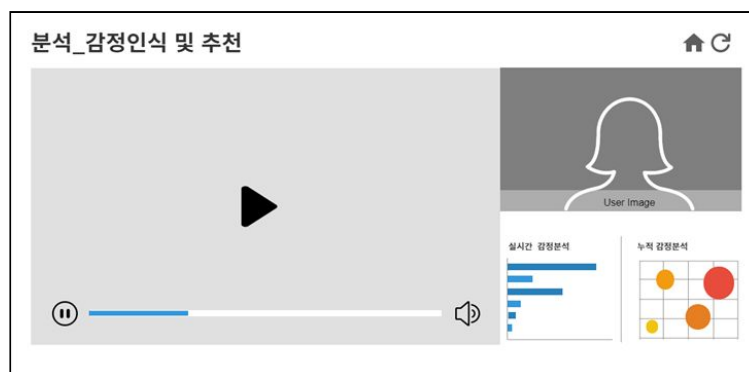
### 2.1 목표

이 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 정확도를 높이고자 한다.


### 2.2 연구/개발 내용

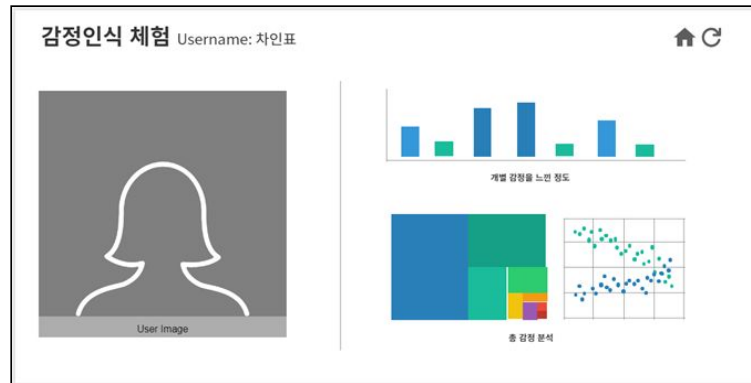
#### 프론트엔드

- 로그인 화면 : 웹캠으로 사용자의 얼굴을 인식하여 로그인 하는 기능을 웹페이지로 구현한다. 신규 사용자는 사용자이름(Username)과 얼굴을 입력받아 등록한다.
- 실시간 감정 분석 화면 : 사용자가 영상을 시청하는 동안 보는 화면이다. 화면을 분할하여 왼쪽에는 감정을 유발시키는 비디오를 재생한다. 오른쪽 상단에는 화면을 바라보는 사용자의 영상, 하단에는 실시간 감정 분석 결과를 볼 수 있다.



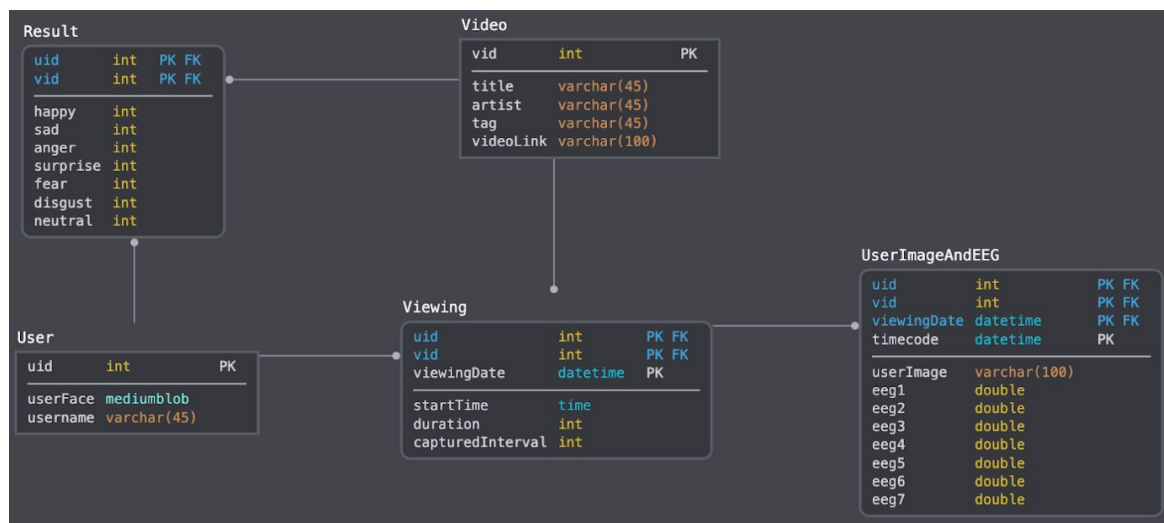
- 최종 감정 분석 결과 화면 : 영상 시청 종료 시 최종 감정 결과를 분석한다. 사용자는 7가지 감정 [8] (행복, 분노, 슬픔, 놀라움, 역겨움, 공포, 중립)에 대한 누적값을 확인할 수 있다.

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25




## 백엔드

- 서버
  - 웹 프레임워크 : Django
- 데이터베이스
  - DBMS : MySQL
  - DB ERD




## 딥러닝

- 뇌파기반 감정인식 : DEAP dataset [9] 을 이용하여 뇌파 감정인식 모델을

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

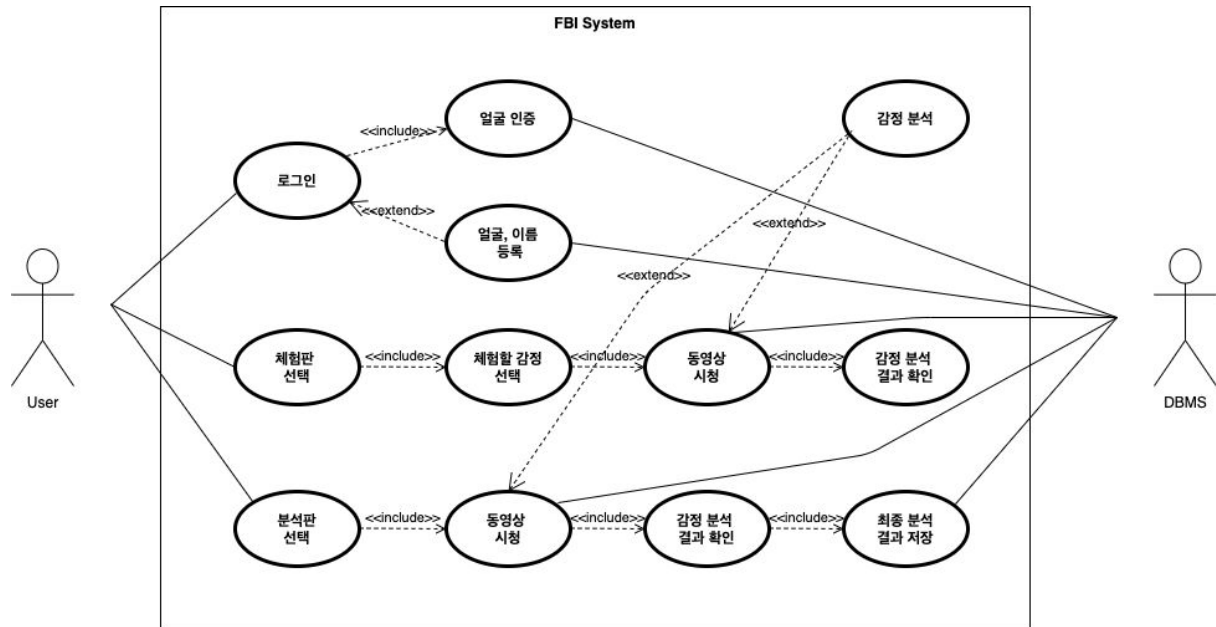
학습하고 평가한다. DEAP dataset은 동영상을 시청하는 사용자로부터 측정된 뇌파 데이터와 시청한 영상에 대한 유저의 평가를 포함하는 공개 데이터셋이다. DEAP dataset이 제공하는 뇌파 데이터의 노이즈를 제거하고, 신호를 하나의 이미지로 표현한다. 신호를 전처리 하는데에는 pyeeg, brainflow 등의 라이브러리를 사용한다. 해당 이미지를 입력으로 받아 3가지 부문(Arousal, Valence, Dominance)의 높고 낮음을 분류하는 이진 분류 모델들을 학습하는데, 이때 모델의 구조로는 층이 깊지 않은 기본적인 CNN(Convolutional Neural Netork)모델을 직접 설계한다. 모델을 학습하는 데에는 pytorch 라이브러리를 이용한다.

- 표정기반 감정인식 : FER2013 [10], JAFFE [11], Face expression recognition [12] Dataset을 이용하여 표정을 통한 감정인식 모델을 학습하고 평가한다. JAFFE는 일본인 여성의 이미지로 구성되어 있으며, Face expression recognition은 서양인 위주이다. 모든 Dataset은 행복, 분노, 슬픔, 놀라움, 억척움, 공포, 중립의 7가지 표정 으로 분류된다. Dataset의 인종의 영향이 매우 크기 때문에 학습 결과가 미흡하다 생각되면 다른 Dataset을 더 추가하여 학습시킬 예정이다. 표정에서의 감정이 리얼타임으로 분석되어야 하기 때문에 CNN 모델의 구조는 파라미터를 최대한 줄이는 방향으로 설계한다. 모델의 기본적인 구조는 실시간 표정 감정인식에서 있어서 state-of-the-art 라고 볼 수 있는 논문 "Real-time Convolutional Neural Networks for Emotion and Gender Classification" [2] 의 mini-Xception 모델을 참고할 예정입니다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

## 2.3 개발 결과


### 2.3.1 시스템 기능 요구사항



- 로그인 : 얼굴인식 기술을 사용하여, 사용자의 얼굴 이미지로 로그인 하고, 등록되지 않은 사용자는 얼굴과 이름을 새로 등록하여 DB에 저장한다.
- 체험기능과 추천기능 : 사용자는 두가지 기능 중 한가지를 선택 할 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 : 사용자가 체험하고 싶은 감정(기쁨, 슬픔, 분노, 공포, 역겨움, 놀람)을 한가지를 선택하여, 선택한 감정과 연관된 영상을 시청하게 된다.
  - 추천기능 : 사용자에게 임의의 동영상을 보여주고, 해당 동영상에 대한 감정적 반응에 맞춰 새로운 영상을 추천 해준다.

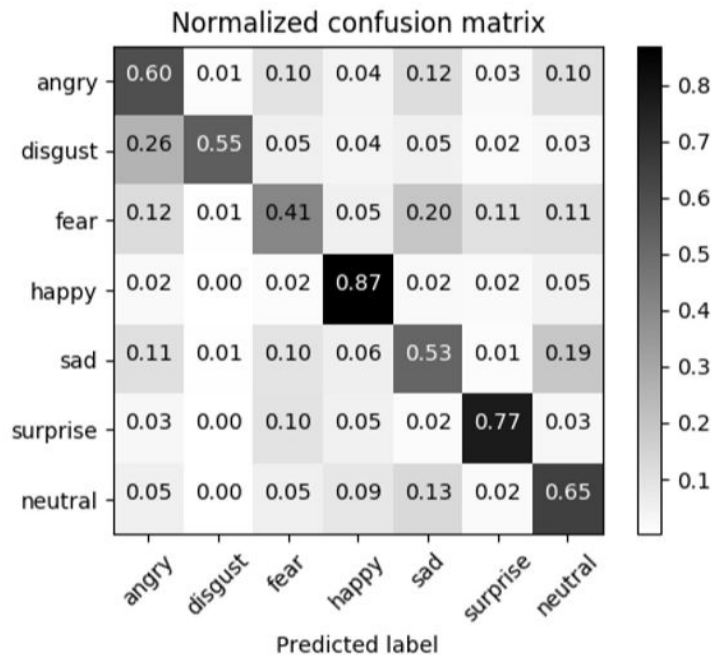
### 2.3.2 시스템 비기능(품질) 요구사항

- 정확성
  - 뇌파 감정인식 모델 : 이 프로젝트는 매번 새로운 사용자를 대상으로 감정인식을 해야 하므로, 1.2.1 에서 언급한 subject-independent 모델을 학습하고자 한다. 현재 state-of-the-art 인 subject-independent 모델은 DEAP dataset 기준으로 평가 했을 때 정확도가 0.62 이다. 해당 모델은 뇌파 전극을 32개 이용 했으며, 이 프로젝트는 더 적은 개수인 8개의 센서를 이용하고자

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

하며, 같은 방식으로 평가 했을시에 최신기술과 비슷한 수준의 정확도(0.62)를 목표로 잡는다.


- 표정 감정인식 모델 : 표정 감정인식 모델의 경우, 1.2.1에서 소개한 Mini-Xception 모델의 정확도를 참고한다.



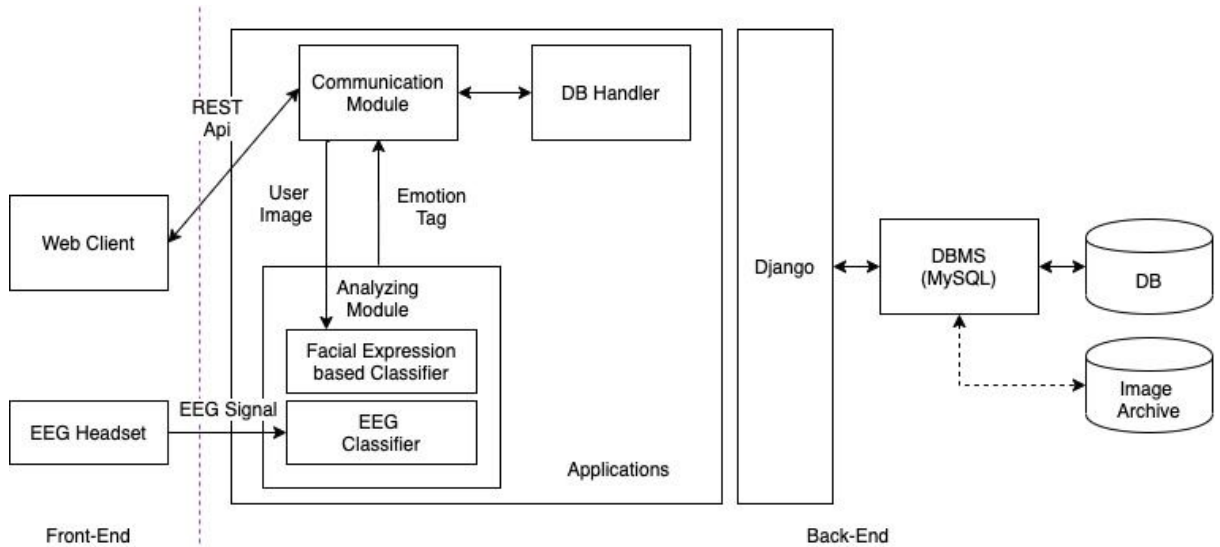
- Mini-Xception 모델 기반 표정 분석의 정확도

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

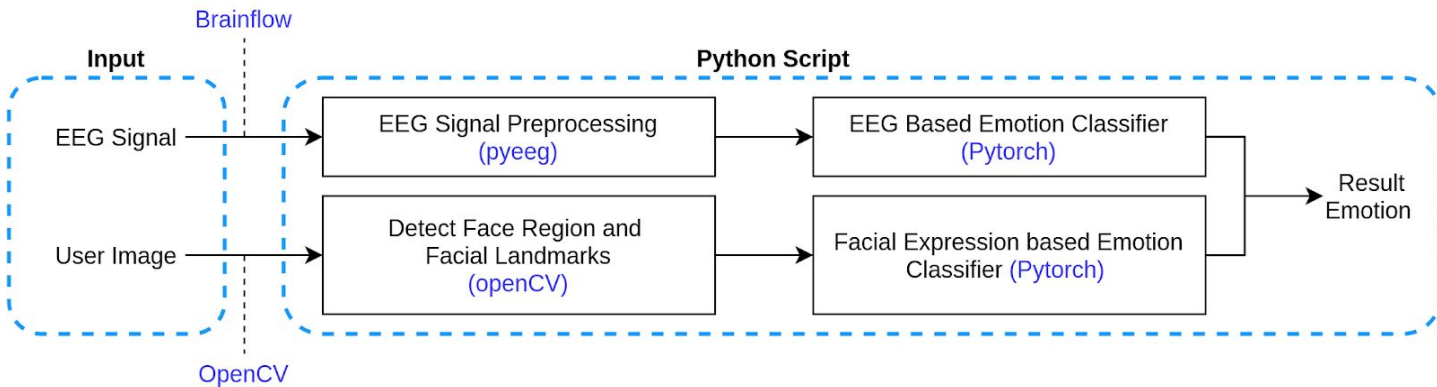
- 실시간성 : 뇌파기반 감정인식은 신호의 길이가 충분할수록 모델의 정확도는 높아져 보통 6초와 60초 사이의 입력을 사용하지만, 실시간 감정 분석을 위하여 입력 신호의 길이는 10초를 넘지 않도록 한다.

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

### 2.3.3 시스템 구조




#### • Analyzing Module



- **EEG 신호 분석 :** OpenBCI 의 brainflow 라이브러리를 이용하여 뇌파센서가 측정하는 신호를 파이썬 스크립트로 불러온다. pyeeg 라이브러리로 뇌파신호를 전처리한 뒤, 2차원 이미지 형태로 변환한다. 학습해둔 모델이 전처리된 뇌파신호를 입력으로 받아 감정을 분석한다.
- **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 분석한 결과를 취합하여 최종 감정인식 결과를 도출한다.**




 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

- Communication Module : 통신 담당 모듈
  - 로그인/등록 : 사용자의 얼굴 이미지를 클라이언트로부터 받아 DB Handler로 보낸다. 새로운 사용자라면, 사용자의 얼굴 이미지와 이름을 클라이언트로부터 받아 DB Handler로 보낸다.
  - 체험/추천 기능
    - ◆ 체험 기능의 경우, 클라이언트로부터 사용자가 선택한 감정을 받아 DB Handler로 보내준다.
    - ◆ 사용자에게 보여줄 동영상 링크를 DB Handler로부터 받아 클라이언트로 보낸다.
    - ◆ 사용자가 동영상을 시청하는 동안, 실시간으로 EEG 신호와 캡처된 얼굴 이미지를 받아 Analyzing Module로 전해주고, 분석된 감정을 Analyzing Module로부터 받아 클라이언트로 보낸다.
    - ◆ 영상 시청이 끝나면 누적된 EEG 신호와 이미지들을 DB Handler로 보낸다.
- DB Handler : 데이터베이스 관리 모듈
  - 로그인/등록 : Communication Module로부터 이미지를 받아 사용자 정보를 데이터베이스에서 가져오고, 새로운 사용자의 얼굴 이미지, 이름을 데이터베이스에 저장한다
  - 체험/추천 기능 : 사용자가 선택한 감정에 해당하는 영상 또는 무작위 영상 하나를 데이터베이스에서 꺼내와 Communication Module로 보낸다. 영상 시청이 끝나면 Communication Module로부터 받은 정보들을 Image Archive 한다.

### 2.3.4 결과물 목록 및 상세 사양

대분류	소분류	기능	형식	비고
Web	로그인 화면	로그인 및 등록	HTML, CSS, JS	
	실시간 감정 분석 화면	동영상 재생 및 실시간 감정 분석 표현	HTML, CSS, JS	
	최종 분석 결과 화면	최종 분석 결과 표현	HTML, CSS, JS	
Server 및 Database	영상 DB 구축	감정 태그가 달린 동영상 수집	MySQL	
	통신 모듈	웹과 분석 모듈 간의 통신을 담당하는 모듈	Python (Django)	
	DB 관리 모듈	DB에서 데이터를 불러오고 저장하는 모듈	Python (Django)	
Machine Learning	데이터 전처리(EEG)	EEG 신호의 노이즈를 제거하고 이미지로 변환	Python (OpenBCI)	

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

	데이터 전처리(표정)	웹캠 이미지에서 얼굴 영역을 검출하고 리사이징	Python (OpenCV)	
	모델 학습	감정 분석 모델 학습	Python (Pytorch)	

## 2.4 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 튜트다. 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 맞춤 악성 댓글 분별기 등을 개발하는데 활용될 수 있다.

## 3 배경 기술

### 3.1 기술적 요구사항

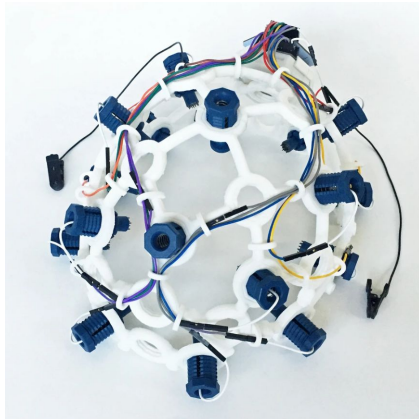
- 웹 프론트엔드
  - 개발 환경
    - 언어 : HTML5, CSS, Javascript, React
  - 결과물 확인
    - 운영체제 환경 : 모두 가능
- 서버 및 데이터베이스
  - 개발 환경
    - 언어 : Python, MySQL
    - 라이브러리 : Django
  - 결과물 확인
    - 운영체제 환경 : 모두 가능
- 딥러닝
  - 개발 환경
    - 언어 : Python
    - 라이브러리 : Pytorch

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

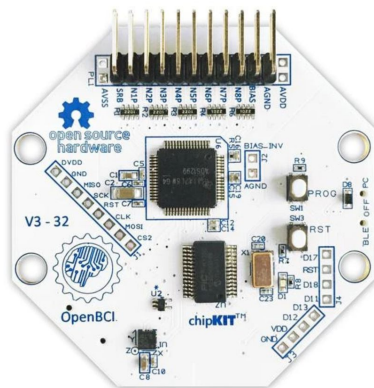
## 3.2 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안

### 3.2.1 하드웨어

- OpenBCI의 Ultracortex "Mark IV" EEG Headset.




- OpenBCI의 Cyton Biosensing Board



### 3.2.2 소프트웨어

### 3.2.3 기타


 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

## 4 프로젝트 팀 구성 및 역할 분담

이름	역할
이연지(조장)	- 뇌파 기반 감정인식 모델 설계 및 학습
이예림	- 표정 기반 감정인식 모델 설계 및 학습
김경진	- Server 와 DB
김소정	- 프론트엔드 (Web UI)
서명희	- Server 와 DB

## 5 프로젝트 비용


항목	예상치 (MD)
시스템 설계	6
데이터베이스 모델링	4
서버 개발	70
웹 어플리케이션 Scaffolding	10
학습 모델 개발	150
관련 논문 및 자료조사	60
테스트 및 유지 보수	30
UI 개발	30
합	360

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

## 6 개발 일정 및 자원 관리


### 6.1 개발 일정

항목	세부내용	1월	2월	3월	4월	5월	6월	비고
백엔드	시스템 설계							
	데이터베이스 모델링							
	웹 어플리케이션 Scaffolding							
	서버구축							
프론트엔드	웹페이지 개발							
	테스트 및 유지보수							
	서버 연동							
표정분석	관련 논문 및 자료 조사							
	모델 설계 및 학습							
	사용자 모델 테스트							
뇌파기반 감정인식	3D 프린팅 및 센서 조립							
	관련 분야 연구 및 데이터셋 수집							
	감정인식 모델 설계 및 학습							
	사용자 모델 테스트							

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	FBI	
	<b>팀 명</b>	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

## 6.2 일정별 주요 산출물

마일스톤	개요	시작일	종료일
계획서 발표	개발 환경 완성 (OpenBCI 기기, OpenCV, Pytorch, Django) <b>산출물 :</b> 1. 프로젝트 수행 계획서 2. 프로젝트 기능 일람표 3. 뇌파 센서	2020-02-28	2020-03-27
설계 완료	시스템 설계 완료 <b>산출물 :</b> 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 <b>산출물 :</b> 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 <b>산출물 :</b> 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 <b>산출물:</b> 최종 구현 소스 코드	2020-05-16	2020-05-31
테스트	시스템 통합 테스트 <b>산출물:</b> 1. 성능 평가 및 오류 보고서 2. 리팩터링된 소스 코드	2020-06-01	2020-06-09
최종 보고서	최종 보고 <b>산출물:</b> 최종 보고서	2020-06-09	2020-06-19

 <b>국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I</b>	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25


### 6.3 인력자원 투입계획

이름	개발항목	시작일	종료일	총개발일(MD)
이연지	뇌파 센서 3D 프린팅 및 조립	2020.01.13	2020.01.17	5
	뇌파 감정인식 분야 논문 및 데이터셋 조사	2020.01.07	2020.02.28	25
	감정인식 모델 설계 및 학습	2020.03.02	2020.04.30	75
김경진	시스템 설계	2020-03-09	2020-03-24	6
	데이터베이스 모델링	2020-03-16	2020-03-20	4
	웹 어플리케이션 Scaffolding	2020-03-25	2020-03-31	5
	서버 개발	2020-04-01	2020-05-15	35
서명희	웹 어플리케이션 Scaffolding	2020-03-25	2020-03-31	5
	서버 개발	2020-04-01	2020-05-15	35
이예림	표정 감정인식 분야 논문 및 데이터셋 조사	2020.03.02	2020.03.27	20
	표정 감정인식 모델 설계 및 학습	2020.03.28	2020.05.31	85
김소정	UI 설계	2020.03.02	2020.03.27	5
	웹페이지 개발	2020.03.16	2020.04.30	30
	웹 서버 연동	2020.04.24	2020.05.31	10
팀 차인표	사용자 테스트	2020.06.01	2020.06.09	5

### 6.4 비 인적자원 투입계획

항목	Provider	시작일	종료일	Required Options
Face API	Microsoft	2020.04.20	2020.06.12	
Amazon Rekognition Image	Amazon	2020.04.20	2020.06.12	



 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	FBI	
	팀 명	차인표	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2020-03-25

## 7 참고 문헌

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