

프로젝트 설계서

[개인 프라이버시를 보호하는 협업 학습을 활용한 스마트폰
사용 패턴 분석 및 스트레스 예측]

6 조

201711356 천세진

201612066 김지효

지도교수: 박소영 교수님

제출일: 2020 년 6 월 29 일

목차

1. 개요	2
1.1 프로젝트의 주요 기능.....	2
1.2 소프트웨어 Top-Level 구조.....	5
2. 컴포넌트별 기능 정의.....	5
2.1 데이터 수집용 앱.....	5
2.2 최종 구현 앱.....	7
3. 모듈별 설계	9
3.1 데이터 수집용 앱 모듈 설계.....	9

1. 개요

1.1 프로젝트의 주요 기능

우리는 사용자의 개인 프라이버시를 보호하기 위해 여러 기술들을 적용해서 스마트폰 사용 패턴 수집 및 분석을 하고, 이를 통해 그들의 스트레스 수준을 예측하고자 한다.

1 단계 데이터 수집용 앱

사용자가 자신의 Android 스마트폰에 직접 앱을 설치해 2 주 간의 사용을 통해 사용자의 스트레스 척도와 스마트폰 사용 기록을 수집한다.

1. 최초 실행 시

- A. GPS, 알림에 대한 권한 요청을 한다.
- B. 배터리 최적화 기능 제외를 요청한다.
- C. 사용 기록 수집 권한을 요청한다.
- D. 프로젝트의 주제를 소개하고 수행 목적 및 팀원을 명시한다.
- E. 이 앱이 사용자의 어떠한 데이터를 수집하게 되는지 명시한다.

2. 스트레스 설문 데이터 수집

- A. 설문요청 푸쉬알림은 9 시에 22 시 사이에 2 시간 간격으로 전송한다.
- B. 설문 문항은 Perceived Stress Scale (PSS) -14 의 축약된 버전인 PSS-4 라는 스트레스 조사 설문지를 기반으로 작성한다.
- C. 푸쉬 알림을 클릭하면 바로 스트레스 설문 창을 띄워 설문을 수행하도록 한다.
- D. 설문 종료 버튼을 누를 때 앱 사용기록을 DB 에 저장하고, Motion data 를 1 초 간격으로 1 분 간 측정해 DB 에 저장한다.

3. 스마트폰 사용 데이터 수집

- 데이터는 서버로 전송해 DB 에 저장한다.

A. 스마트폰 앱 사용 기록

- i. UsageStatsManager 서비스를 이용해서 15 분마다 주기적으로 사용자의 앱 사용 내역과 사용량을 수집한다.

B. 앱을 유형별로 분류한다.

- i. Utility: 캘린더, 지도, 시계, 날씨, 계산기 등
- ii. SNS: Facebook, Instagram 등
- iii. Messenger: 카카오톡, 페이스북 메신저 등
- iv. Entertainment: 멜론, Youtube, 넷플릭스 등
- v. Browser: Chrome, Internet
- vi. Game

C. 분류 별로 앱 사용시간, 사용 선호관계 등을 분석하기 위한 데이터이다.

- i. GPS 데이터
 - 1. GPS 센서를 기반으로 한 Location Manager 을 이용하여 사용자의 위치 데이터를 수집한다.
 - 2. 앱 최초 실행 시 집의 위치를 입력하도록 해 추후 집과 집이 아닌 곳을 구분할 수 있도록 한다.
- ii. Motion 데이터
 - 1. Magnetic_field 와 Accelerometer 등의 모션 센서를 감지해서 Rotation vector 를 산출한다.

2 단계 신경망 구축

1. 신경망 구축

- A. 사용자들로부터 수집한 스마트폰 앱 사용 기록과 GPS 데이터, Motion 데이터를 기반으로 예측 모델을 구현한다. 사용 앱의 순서 등의 시계열 데이터를 중점적으로 한 모델링을

위해서 Long Short-term Memory model(LSTM) Architecture 를 기반으로 구현을
고려하고 있으나 데이터 수집 후 신경망 설계 시 구체화할 예정이다.

3 단계 최종 구현 앱

신경망을 적용한 최종 앱은 사용자의 스트레스 설문 조사 없이 스트레스 척도를 예측할 수 있다.
스트레스 척도 예측 모델은 중앙 서버에 연합학습 모델로써 존재한다. 스마트폰 사용 패턴으로
스트레스 수준 예측해 높다고 판단될 시 사용자에게 스트레스 수준 경고 알림을 보낸다.

1. 최초 실행 시

- A. GPS, Motion 센서, 알림에 대한 권한 요청을 한다.
- B. 앱을 사용하면 이 앱이 사용자의 어떠한 데이터를 수집하게 되는지 명시한다.
- C. 회원가입을 한다.

2. 연합학습을 통한 스트레스 척도 예측

- A. 수집하는 데이터는 1 단계 ~2 스마트폰 사용 데이터 수집 항목의 세부항목과 동일하다.
- B. 사용자 데이터의 Privacy 보존을 위해 앱 내에 존재하는 로컬 신경망 모델에서 수집된 데이터를 학습시킨 후 그 Weight 값만 서버로 전송해 Federated Prediction Model 을 업데이트한다.
- C. 서버에서 갱신된 Weight 값이 다시 유저의 앱으로 전송되어 로컬 모델을 업데이트 한다.

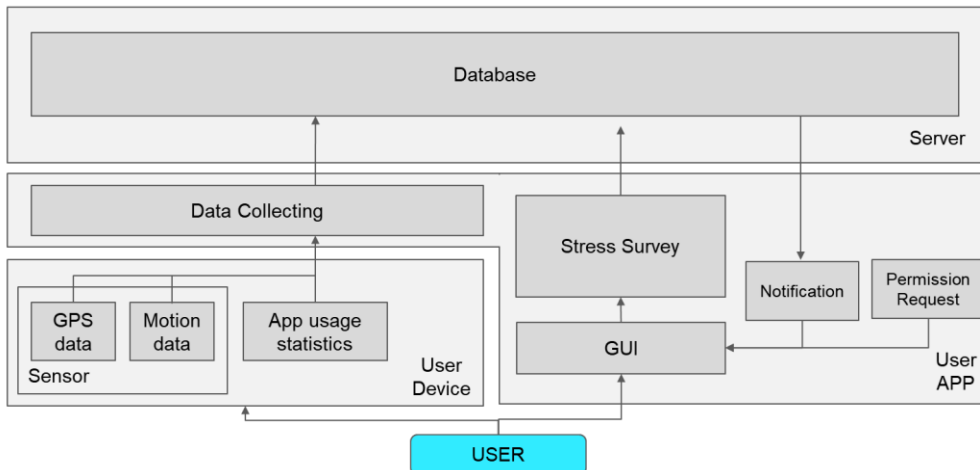
3. 사용자에게 스트레스 수준 알림

- A. 스트레스 수준이 일정 수준을 넘어 ‘높음’의 단계에 진입하면 사용자에게 경고 알림을 띄워 사용자가 자신의 스트레스에 대한 경각심을 가지도록 한다.
- B. 예측된 스트레스 수준을 그래프로 통계내어 볼 수 있도록 한다.

1.2 소프트웨어 TOP-LEVEL 구조

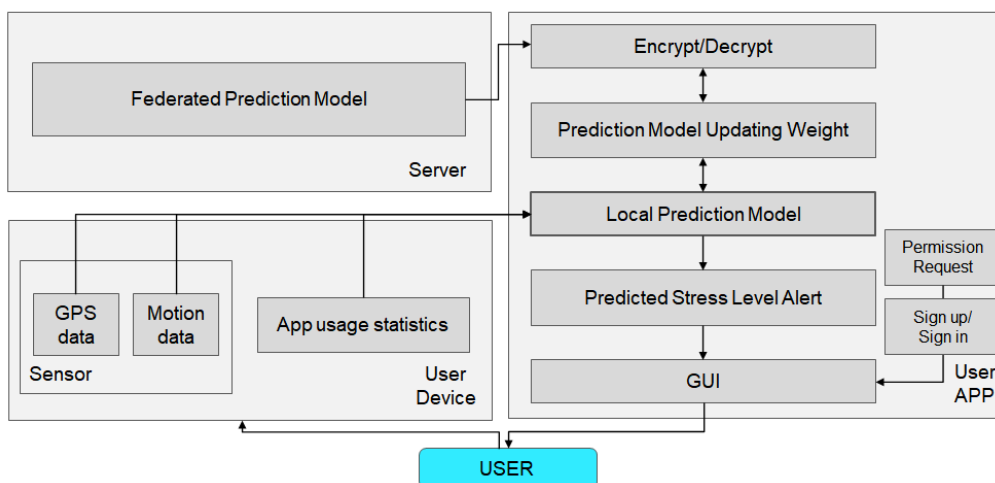
1. 데이터 수집용 앱

Data Collecting APP



2. 최종 구현 앱

Final APP



2. 컴포넌트별 기능 정의

2.1 데이터 수집용 앱

1. User Device

(1) GPS data

- A. 디바이스 내에 내장되어 있는 GPS 센서를 이용하여 현재 GPS 값을 데이터로 가져온다. 추후에 이 데이터를 스트레스 예측 모델링에 사용한다. Motion 센서에서 significant motion 을 인지할 때마다 GPS 의 변화를 감지해 저장한다.

(2) Motion data

- A. 디바이스 내에 내장되어 있는 자이로 센서 및 가속도를 이용하여 사용자의 움직임을 측정한다. 추후에 이 데이터를 이용하여 사용자의 자세를 예측한다.

(3) App Usage Statistics

- A. 앱 사용 시간 데이터를 안드로이드 내부 API (Usagestatsmanager)를 이용하여 디바이스에서 어떤 앱을 얼마나 사용했는지에 대한 정보를 추출한다.

2. User App

(1) GUI

- A. 사용자가 앱을 실행하였을 때 보이는 화면으로, 각 동작들의 수행 흐름에 따라서 화면에 표시한다. 디바이스에서 데이터를 가져오기 위한 권한 요청과 데이터 호출, 스트레스 설문조사를 하며 또한 스트레스 설문조사를 시각화하여 진행한다.

(2) Stress Survey

- A. 사용자로 하여금 스트레스 설문 조사를 진행한다. 이 설문 결과를 저장하여 추후에 데이터들과 함께 서버로 전송한다.

(3) Notification

- A. 사용자가 스트레스 설문 조사를 수행해야 할 시간이 되면 상태 바에 알림을 띄운다. 알림을 누르면 Stress Survey 화면으로 이동한다.

(4) Permission Request

- A. 사용자의 디바이스에서 사용할 센서와 API 를 이용하기 위하여 통신, GPS, 자이로 센서, 알림, API 에 대한 request 권한을 얻는다. 만약 권한이 주어지지 않으면, 프로그램을 종료한다.

3. Server

(1) Database

- A. 사용자의 디바이스에서 얻어낸 각 정보들과 스트레스 설문 조사 결과를 받아 저장한다. 추후 서버에서는 신경망 모델을 학습시킬 때 이 데이터를 이용한다.

2.2 최종 구현 앱

1. User Device

(1) GPS data

- A. 디바이스 내에 내장되어 있는 GPS 센서를 이용하여 현재 GPS 값을 데이터로 가져온다. 추후에 이 데이터를 이용하여 활동 정도를 예측하기 위해 사용한다.

(2) Motion data

- A. 디바이스 내에 내장되어 있는 자이로 센서를 이용하여 현재 자이로스코프 값을 데이터로 가져온다. 추후에 이 데이터를 이용하여 사용자의 자세를 예측하기 위해 사용한다.

(3) App Usage Statistics

- A. 앱 사용 시간 데이터를 안드로이드 내부 API (Usagestatsmanager)를 이용하여 디바이스에서 어떤 앱을 얼마나 사용했는지에 대한 정보를 추출한다.

2. User App

(1) GUI

- A. 사용자가 앱을 실행하였을 때 보이는 화면으로, 각 동작들의 수행 흐름에 따라서 화면에 표시한다. 디바이스에서 데이터를 가져오기 위한 권한 요청과 데이터 호출, 스트레스 지수 예측 상세 정보 등을 시각화하여 보여준다.

(2) Local Prediction Model

- A. 중앙 서버의 모델을 기반으로 한 Local Prediction Model 이다. 이는 연합 학습에 이용하며, 유저의 사용 패턴에 따라서 weight 값이 조정된다. 학습 및 결과 도출은 사용자의 데이터 값으로 진행되며, 추후에 이 변경된 weight 값을 암호화하여 중앙 서버로 보낸다.

(3) Predicted Stress Level Alert

- A. 사용자의 예측 스트레스 값이 계산되는 시점에, 사용자로 하여금 결과값을 앱 내부에서 확인할 수 있도록 상태 바에 알림을 띄운다. 이것을 클릭하면 상세 정보 페이지로 이동한다.

(4) Permission Request

- A. 앱 최초 실행 시, 사용자의 디바이스에서 사용할 센서와 API 를 이용하기 위하여 통신, GPS, 자이로 센서, 알림, API 에 대한 request 권한을 요청한다. 만약 권한이 주어지지 않으면, 프로그램을 종료한다.

(5) Prediction Model Updating Weight

- A. Local Prediction Model 에 사용자 개인의 데이터를 학습시켜 사용자 특성에 맞게 weight 값을 조정한다.

(6) Encrypt/Decrypt

- A. Local Model 에서 변화된 weight 값을 서버로 전송하기 위하여 동형 암호로 암호화한다. 이후 서버로 전송한다.
- B. Server 에서 받은 weight 값을 앱의 개인 키로 복호화하여 Local Model 을 Update 한다.

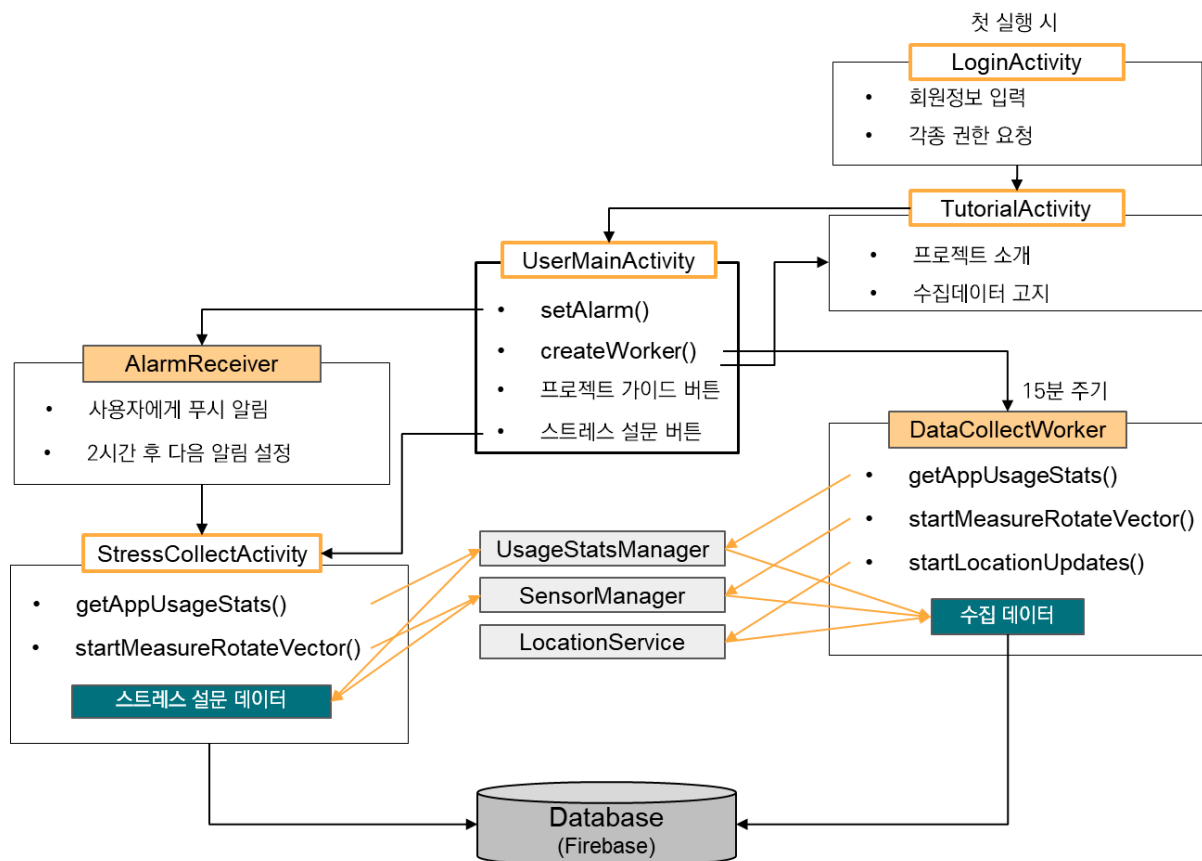
3. Server

(1) Federated Prediction Model

- A. 데이터 수집 단계에서 수집된 데이터를 이용하여 머신 러닝을 진행한 결과의 Model 이다.
이는 연합 학습을 진행하는 각 디바이스의 update 값으로 인하여 주기적으로 변한다.

3. 모듈별 설계

3.1 데이터 수집용 앱 모듈 설계



1. LoginActivity

- A. 앱 설치 시 처음에 보여지는 화면이다. 회원정보를 입력 받아 Database에 저장하는 작업을 수행한다.

B. 데이터를 수집하기 위하여 필요한 권한들을 사용자에게 요청한다. 요청하는 권한들의 목록은 다음과 같다.

- i. Background, Fine, Coarse Location 허용
- ii. Battery Optimized 제외
- iii. Usagestats 접근
- iv. Network State 접근
- v. Internet 접근

C. 회원 가입 후, 사용자에게 유저 고유 키를 발급하여 SharedPreferences 를 이용하여 앱 내부에 저장한다. 이 키를 이용하여 Database 에 접근 및 저장을 진행한다.

2. TutorialActivity

A. 사용자에게 프로젝트 소개 및 데이터 수집의 목적, 사용 방법을 고지한다.

B. 총 3 개의 페이지로 구성되어 있으며, 버튼을 클릭 시 다음 페이지로 넘어간다.

3. UserMainActivity

A. 사용자 정보 등록 (LoginActivity) 및 사용자 가이드 확인 (TutorialActivity) 후 실행되는 Activity 이다.

B. SetAlarm

- i. AlarmManager 를 이용하여 사용자에게 2 시간의 한번씩 푸시 알람을 생성한다.
- ii. 사용자가 푸시 알람을 선택 시, AlarmReceiver 클래스를 이용하여 Stress 설문 조사 화면으로 이동한다. (StressCollectActivity)

C. createWorker

- i. WorkManager 를 이용하여 백그라운드에서 15 분에 한번씩 실행되도록 설계한 데이터 수집 작업 (DataCollectWorker)를 Worker Queue 에 Periodic 하게 추가한다.

- ii. 이는 백그라운드에서 실행되며, 앱이 실행중이지 않아도 WorkManager 가 Queue 에 존재하여 15 분에 한번씩 실행된다.

D. 프로젝트 가이드 다시보기

- i. 사용자가 가이드를 다시 볼 필요가 있을 때, “프로젝트 가이드 다시보기” 버튼을 누르게 되면 TutorialActivity 를 실행한다.
- ii. TutorialActivity 를 실행하고 나면, 다시 UserMainActivity 로 돌아온다.

E. 스트레스 설문 버튼

- i. 스트레스 설문을 수집하는 Activity (StressCollectActivity)로 이동한다.

4. AlarmReceiver

- A. 사용자에게 푸시 알람을 생성하여 띄운다. 그리고, 2 시간 뒤에 다시 알람이 설정되게 한다.
- B. 사용자가 푸시 알람을 눌렀을 때, Stress 측정 Activity (StressCollectActivity)로 이동하게 한다.

5. StressCollectActivity

A. 스트레스 설문

- i. 사용자에게 스트레스 설문을 보여준다.
- ii. 사용자가 스트레스 설문을 완료하고 버튼을 누를 시, Database 에 해당 스트레스 설문을 통한 스트레스 지수 값을 저장한다.

B. getAppUsageStats

- i. 사용자가 스트레스 설문을 제출한 시점에, 그 전의 스트레스 설문조사를 진행한 시간부터 현 시점까지의 App Usage Stats 를 가져와 Database 에 저장한다.
- ii. 이 때, 저장 순서는 최근에 사용한 앱 순서로 저장된다.

C. StartMeasureRotateVector

- i. 사용자가 스트레스 설문을 제출한 시점에, 1 분 동안 RotateVector 값을 측정한다.

- ii. 측정이 끝난 후, 그 값을 Database 에 저장한다.
- 6. DataCollectWorker
 - A. 백그라운드에서 데이터를 수집하는 용도로 설계된 Job 으로 이루어진 Worker 클래스이다.
 - B. getAppUsageStats
 - i. 15 분 동안의 App Usage Stats 를 가져와 Database 에 저장한다.
 - ii. 이 때, 저장 순서는 최근에 사용한 앱 순서로 저장된다.
 - C. startMeasureRotateVector
 - i. 1 분 동안 RotateVector 값을 측정한다.
 - ii. 측정이 끝난 후, 그 값을 Database 에 저장한다.
 - D. StartLocationUpdates
 - i. 현재의 위치를 포함한 Location 정보를 측정한다.
 - ii. 측정이 끝난 후, 그 값을 Database 에 저장한다.

3.2 신경망 모델 및 최종 구현 앱

현재 데이터 수집 경과를 지켜보고, 신경망 설계 준비 단계 중임.

- Google 에서 진행하는 “G-Board Federated Learning” 논문 등 3 개의 논문을 중점적으로 읽으며 Federated Learning Architecture 에 대해서 공부하고 있으며, 추후 데이터 수집이 끝날 시 바로 신경망 설계를 진행할 예정임.