

Development of Android App to Record and Manage Travel Routes for Location Information Protection

Seoyeon Kim[†] · Ah Young Kim[†] · Minjung Oh[†] · Saem Oh[†] · Sungwook Kim^{††}

ABSTRACT

Location-based services play a vital role in our daily lives. While these services enhance user convenience, user's privacy is at risk because they lead to a rapid surge in collecting and utilizing location information for a user. In this paper, we design and implement an application that securely records and manages user location information. We enhance the privacy protection aspect concerning location information by providing some features. Utilizing Room DB, we store collected personal location information in the user's local database instead of the server of the location-based service provider. Furthermore, user can initiate and terminate recording at their discretion, thereby enhancing the protection of personal information related to location data. User's unease regarding their movement paths is reduced by empowering them to have control over their own location information.

Keywords : Android App, Travel Routes, Location, Privacy, Local Database

위치정보 보호를 위한 이동 경로 기록 및 관리 서비스 앱 개발

김 서 연[†] · 김 아 영[†] · 오 민 정[†] · 오 샘[†] · 김 성 옥^{††}

요 약

현재 위치기반서비스는 우리의 일상생활에서 중요한 역할을 하고 있으며, 이에 따라 위치 정보의 수집과 이용이 급속하게 증가하고 있다. 위치기반 서비스가 발전하면서 사용자가 느끼는 편의성은 증대되었지만, 프라이버시 침해에 대한 불안 역시 증가하였다. 이에 본 논문에서는 사용자의 위치 기록을 안전하게 기록하고 관리할 수 있는 애플리케이션을 설계 및 구현한다. Room DB를 이용하여 수집한 개인 위치 정보를 위치기반서비스 사업자의 서버가 아닌 사용자 기기의 로컬 데이터베이스에 저장한다. 또한 사용자가 원할 때 기록을 시작하고 종료할 수 있게 하여 위치 정보에 관한 개인정보 보호 측면을 강화한다. 사용자가 본인의 위치 정보를 스스로 제어함으로써 이동 경로 기록에 관한 사용자의 불안감을 감소시킬 수 있다.

키워드 : 안드로이드 앱, 이동 경로 기록, 위치 정보, 개인정보 자기결정권, 로컬 데이터베이스

1. 서 론

현재 위치기반서비스는 우리의 일상생활에서 점점 더 중요한 역할을 하고 있으며, 이는 2022년 10대 기술 전망에 실시간 정밀 측위가 포함된 것을 보면 알 수 있다[1]. 위치기반서비스는 위치 정보의 이용 제공 등과 관련된 모든 유형을 의미한다. 위치기반서비스를 이용하여 사용자는 실시간으로 주변 정보를 얻고 사회적 활동을 계획하는 등 다양한 일상적인 활

동에 필수적으로 사용하고 있다.

위치기반서비스의 발전은 사용자들의 편의성과 삶의 질을 향상시키지만, 개인정보 침해에 대한 우려도 함께 일으킨다. 사용자들의 위치 정보는 개인의 일상 활동과 밀접한 관련이 있어서, 이러한 정보들이 부적절하게 수집, 저장, 이용되면 심각한 프라이버시 침해가 발생할 수 있다. 실제로 구글이 사용자가 위치 히스토리 기능을 비활성화했음에도 불구하고 다른 기능으로 위치 정보를 계속 추적하여 소송이 발생하는 사례가 발생한 바가 있다[2]. 이러한 위치 기록 서비스는 나의 일상을 기록할 수 있지만, 방문 기록과 이동 내역이 모두 상세하게 위치기반서비스 사업자의 서버에 저장된다는 프라이버시 부담이 있다. 개인정보의 무단 수집과 악의적인 이용은 사용자가 그 수집 범위를 알 수 없다는 점에서 위치기반서비스를 이용하는 사용자들에게 큰 불안감을 줄 수 있는 위험한 요소로 작용한다.

※ 이 논문은 서울여자대학교 학술연구비의 지원에 의한 것임(2023-0121).
※ 이 논문은 2023년 한국정보처리학회 ASK 2023의 우수논문으로 "이동경로 기록 및 관리를 위한 Android 앱 개발"의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임.

† 비 회 원 : 서울여자대학교 정보보호학과 학사과정

†† 정 회 원 : 서울여자대학교 정보보호학과 조교수

Manuscript Received : July 19, 2023

First Revision : September 4, 2023

Accepted : September 7, 2023

* Corresponding Author : Sungwook Kim(kim.sungwook@swu.ac.kr)

본 연구의 목적은 위치기반서비스로 인한 사용자의 불안감을 줄이기 위해 사용자 중심으로 위치 정보를 수집하는 솔루션을 개발하는 것이다. 기존의 위치기반서비스는 위치 정보를 수집하는 사업자 중심으로 운영되고 있으며, 사용자들은 자신의 개인정보가 어떻게 수집되고 활용되는지 모른다는 불안감을 가지고 있다. 본 연구에서는 사용자의 불안감을 낮출 수 있는 이동 경로 기록 및 관리 서비스를 제안한다. 사용자의 위치 정보를 로컬 데이터베이스에 저장하는 방식을 채택하여 위치 정보를 사용자가 자신의 디바이스 내에서 저장하며, 이로부터 위치 정보를 기존의 위치기반서비스 사업자의 서버에 저장시키는 방식과 달리 사용자의 소유와 통제하에 둘 수 있게 된다. 이 애플리케이션은 사용자가 직접 위치 정보를 수집하고 이를 로컬 데이터베이스에 안전하게 보관하여 위치 정보 관련 개인정보 보호 기능을 강화한다.

본 연구를 통해 제안하는 애플리케이션(GAM)의 기능은 다음과 같다. 첫째, 사용자의 현재 위치를 수집하고 로컬 데이터베이스에 이동 경로에 대한 위치 정보를 저장한다. 둘째, 저장된 위치 정보를 불러와 이동 경로를 지도 위에 시각화함으로써 자신의 이동 패턴과 위치 기록을 쉽게 파악할 수 있다. 셋째, 캘린더를 통해 특정 날짜에 대한 이동 경로를 쉽게 찾아볼 수 있으며, 검색 기능을 통해 이동 경로를 관리할 수 있다. 넷째, 사용자가 이동 경로의 수집 범위를 직접 설정하고 삭제할 수 있도록 함으로써 사용자의 통제하에 위치 정보를 보관한다.

2. 관련 연구

2.1 기존 대응 방안

위치 정보로 인해 발생하는 프라이버시 침해를 방지하기 위해 위치 정보 보관 과정에서 Secure OS 기반의 개인정보 DB를 구축하고, 개인정보 DB를 암호화하는 방법이 제안되었다. 또한, 네트워크 상에서는 위치정보를 전송할 때 보안 프로토콜을 사용하여 데이터 가로채기를 방지하는 방법이 제안되었다[3-5]. 그러나 이와 같은 방법들은 수집한 위치 정보를 관

리하는 것에만 초점을 맞추었고, 최소한의 정보를 수집해야 한다는 것은 명시되었지만 그에 대한 구체적인 대책이 제안되지는 않았다.

이후, 사용자가 스스로 위치 정보를 보호할 수 있도록 자기 제어 방안을 검증하는 방법이 제안되었다. 사용자는 시간, 공간, 위치 정보에 따라 예외 리스트를 만들고 특정 상황에만 위치정보가 최소한으로 수집되도록 하여 본인의 위치정보를 제한할 수 있다[6].

다만 해당 연구들은 위치기반서비스 사업자가 원칙에 맞게 수집하고 활용할 것을 전제하고 제안된 연구인만큼 위치기반서비스 사업자의 개인 위치 정보 악용 가능성을 방지하지는 못한다. 이에 본 연구는 위치 정보를 사용자의 기기에 저장하여 외부에 노출되지 않도록 함으로써 사용자가 위치 정보를 직접 관리할 수 있는 방법을 제안한다.

2.2 기존 솔루션과의 비교

Table 1은 기존의 위치기반서비스 애플리케이션들과 본 애플리케이션의 기능을 비교, 분석한 표이다. 구글 지도 타임라인[7]은 위치 기록을 토대로 지도 위에 이동한 경로, 다녀온 여행, 방문한 장소를 기록한다. 위치 기록 사용이 활성화되어 있을 때, 사용자의 위치 정보가 구글 서버에 지속적으로 저장된다. 구글포토 내에 저장된 사진을 타임라인과 연동하여 관리할 수 있으며, 사용자는 원하는 기간의 기록을 날짜별로 삭제 가능하다. Guru Maps[8]는 오프라인 상태에서도 길을 탐색할 수 있는 네비게이션 서비스이다. 사용자가 계정을 생성하지 않은 경우 오프라인 데이터 저장 방식을 사용하고, 사용자가 계정을 생성한 경우 온라인 데이터 저장 방식을 사용한다. 사용자 계정에 연결된 데이터를 동기화하여 여러 기기에서 접근할 수 있는 기능을 제공한다. 단말기 내의 사진을 지도와 연동하는 기능은 지원되지 않는다. Souldi[9]는 사진의 날짜, 위치에 따라 자동으로 이동 경로를 생성해주는 여행 기록 서비스이다. 사용자가 저장한 게시글은 서버에 업로드되며 백그라운드 기능은 제공되지 않는다. 사용자가 사진을 선택하면

Table 1. Comparison between Application

	Google Maps Timeline	Guru Maps	SoulDi	GAM (This work)
Method of Location information collection	GPS location information collection based on movement	GPS location information collection based on movement	Location information collection from photos	GPS location information collection based on movement
Location of information storage	Server	Account Synchronization	Server	Local Database
Background service	O	O	X	O
Method of recording travel route	All travel routes when Location History is enabled	Start · End button / Drawing polyline based on the travel route	Automatic generation of routes based on the location information of photos	Start · End button / Drawing polyline based on the travel route
Link photos with map	Link GooglePhotos with Map	X	O	O
Method of recording deletion	Unable to set recording unit	By recording unit	By posted content	By recording unit

시간의 순서에 따라 지도 위에 경로가 자동으로 그려진다. 따라서 Souldi의 경로는 실제 이동 경로와는 차이가 있다.

본 논문에서 제안하는 애플리케이션(GAM)은 개인기록용 위치기반서비스이다. GPS를 통해 현재 위치를 감지하고, 사용자의 이동에 따라 단말기의 현재 위치 좌표를 수집한다. 수집된 위치 정보는 시간과 함께 로컬 데이터베이스에 저장된다. 사용자가 시작 버튼을 누른 후부터 종료 버튼을 누를 때까지 이동 경로가 기록되며, 백그라운드 상태에서도 위치 정보 수집이 가능하므로 사용자가 애플리케이션을 활성화하지 않은 상태에서도 위치 정보를 수집할 수 있다. 이를 통해 사용자의 이동 경로를 공백없이 정확하게 기록할 수 있다. 단말기 내의 사진을 지도와 연동하는 기능이 지원되며, 사용자는 각 기록 단위별로 삭제가 가능하다.

서버에 모든 위치 정보를 저장하는 기존 솔루션과 달리, GAM은 사용자의 이동 경로를 단말기 내의 로컬 데이터베이스에 저장함으로써 위치 저장 방식에 차별점을 두었다. 사용자의 위치 정보는 단말기 내부에 저장되어 외부로 노출되지 않으므로 프라이버시가 보호된다. 또한 사용자가 직접 위치 정보를 관리할 수 있도록 함으로써 사용자가 안심하고 기록할 수 있는 환경을 조성한다. 이를 통해 사용자는 안전하고 편리한 개인 위치기록 관리를 실현할 수 있다.

2.3 위치 정보 서비스 API

본 논문에서는 Google Play Service에서 제공하는 FusedLocationProviderClient를 사용한다[10]. 이는 Android앱에서 위치 정보를 사용할 수 있게 해주는 API로, GPS(Global Positioning Systems)를 비롯하여 Wi-Fi, 모바일 데이터, 기지국 정보 등 다양한 위치 정보 소스를 활용하여 정확한 위치를 판단한다. GPS는 전 세계적으로 사용되는 위성 기반의 위치 결정 시스템이다. 위성을 통해 위치(Positioning) 및 항법(Navigation), 시각(Timing) 정보(통칭 PNT 정보)를 제공한다. GPS는 야외에서 정확한 위치 정보를 제공하지만, 실내에서는 신호의 강도가 약해 정확도가 낮을 수 있다. 이때 Wi-Fi나 기지국 정보를 활용하여 위치를 추정하거나, GPS와 Wi-Fi를 조합하여 정확한 위치 정보를 제공한다. FusedLocationProviderClient는 기기에 있는 다양한 위치 정보 소스를 효율적으로 활용하여 최적의 위치 정보를 제공하며, 위치 정보를 실시간으로 업데이트하여 사용자의 이동 경로를 추적할 수 있다.

2.4 기존 솔루션과의 비교

위치 정보는 이동성이 있는 물건 또는 개인이 특정한 시간에 존재하거나 이전에 존재했던 장소에 관한 정보를 의미한다[11]. 위치기반서비스 사업이란 위치 정보를 이용한 서비스를 제공하는 것으로 공공 안전 서비스부터 추적 서비스, 빅데이터 분석, 광고 마케팅 서비스, 위치기반 정보 서비스, O2O 서비스 등 다양한 분야에 걸쳐 여러 종류로 활용되고 있다[11].

위치기반서비스 사업을 개발하여 등록하고자 할 때는 위치기반서비스사업 신고가 필요하다. 그러나 위치 정보를 다루는

모든 운영자에게 해당되는 것은 아니다. 개인위치정보가 사업자의 서버로 전송되는 경우, 혹은 위치 정보가 서버로 전송되어 사업자의 DB와 연동되어 가공 및 처리되고 이용자에게 제공되는 경우 신고해야 한다. 위치 정보를 사업자의 DB와 연동하여 가공하거나 처리하지 않고, 사용자의 단말기 내에서만 활용되고 삭제되어 없어지는 경우는 신고 대상에서 제외가 된다. 본 논문에서 제안하는 애플리케이션은 위치 정보가 사용자의 단말기 내에서만 활용하고 삭제되므로 신고가 필요하지 않은 비신고 대상에 해당한다[12].

위치정보법에 의하면 개인의 동의 없이는 위치 정보 수집이 금지되며 개인위치정보 수집 시 최소한의 정보만 수집해야 한다[13]. 본 논문에서 제안하는 애플리케이션은 사용자가 원하는 시간만 기록할 수 있고, 위치 정보를 단말기 내부에 저장하여 모든 위치 정보가 정보 주체의 동의하에 수집되는 환경을 조성하였다.

3. 애플리케이션 설계

3.1 시스템 개요

Fig. 1은 본 연구에서 제안하는 이동 경로 기록 및 관리를 위한 안드로이드 애플리케이션의 시스템 구조를 보여준다. 제안 시스템은 아래 4가지 기능을 제공하도록 설계되었다.

1) OAuth 2.0을 활용한 사용자 관리

본 논문에서는 사용자 중심의 위치 기록 서비스를 제안하였기 때문에, 사용자를 관리하는 데이터베이스와 위치 정보를 저장하는 데이터베이스를 분리할 필요가 있다. 이를 위해 Firebase를 이용하여 사용자 계정을 관리하며, OAuth 2.0 프로토콜을 사용하여 소셜 로그인(Google, Kakao 계정) 기능을 구현한다.

2) 현재 위치 수집 및 저장 기능

Google play service에서 제공하는 FusedLocationProviderClient를 활용하여 현재 위치를 수집한다. FusedLocationProviderClient에서 LocationRequest의 Interval을 5,000(ms)으로 설정하여 5초 간격으로 현재 위치 정보를 전달받는다. 전달받은 현재 위치 정보(위도,경도)를 사용자 기기의 로컬 데이터베이스에 저장하기 위해 Room DB[14]를 사용한다.

3) 캘린더를 통한 위치 정보 관리

저장한 이동 경로를 쉽게 관리하기 위해 캘린더를 활용한다. 사용자에게 편리한 UI를 제공하기 위해 RecyclerView[15]를 이용하여 캘린더를 직접 구현한다. 캘린더를 통해 저장된 위치 정보를 날짜와 기록 별로 확인할 수 있다.

4) 검색 및 정렬 기능을 통한 기록 관리

이동 경로에 대한 사용자의 개인적인 기록을 Room DB에 저장하고, 저장된 기록을 검색 기능과 정렬 기능을 통해 쉽게 확인하고 관리할 수 있다.

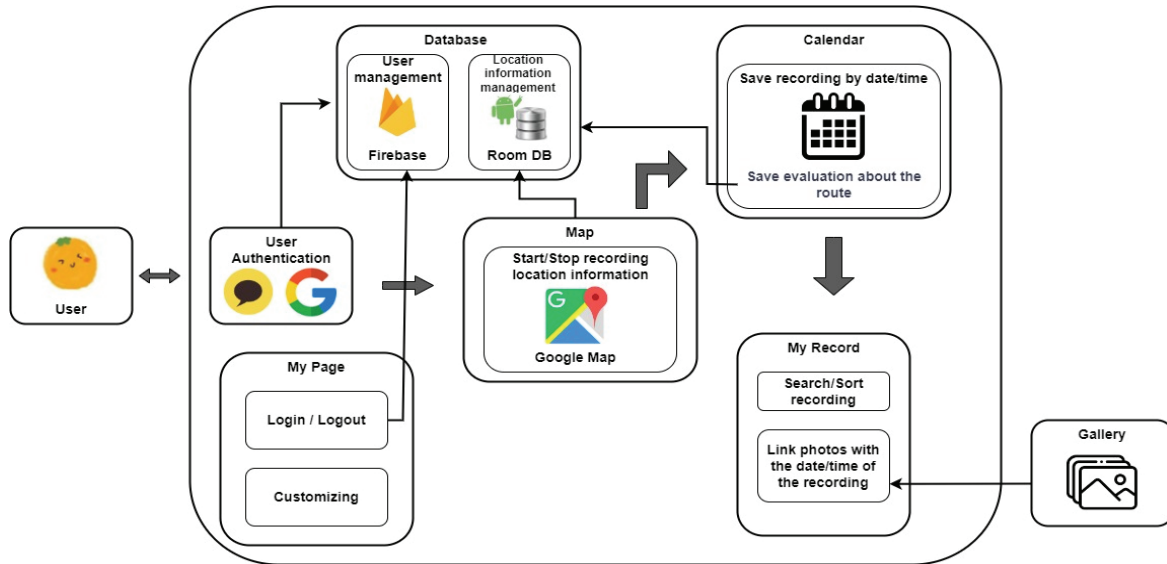


Fig. 1. Application Architecture

3.2 시스템 설계

1) 프레임워크

본 연구에서는 Android Studio를 이용해서 Android 애플리케이션을 개발하고 Kotlin언어를 사용한다. 위치 수집 기능과 관련하여 호환성을 위해 안드로이드 10(API Level 29) 이상의 버전을 기준으로 설정하였고, 하위 버전도 사용 가능하게 구현한다. 사용자의 위치 정보는 Room DB를 활용하여 로컬 데이터베이스에 저장한다. Firebase를 이용하여 사용자 계정을 관리하고, OAuth 프로토콜[16]을 사용하여 Google 계정과 Kakao 계정을 통해 로그인한다.

2) Google Maps를 활용한 시각화

지도 위에 이동 경로를 표시하기 위해 Google Maps API를 이용한다. Google 지도를 화면에 출력하고 Marker 기능을 이용하여 사용자가 찍은 사진을 지도 위에 표시한다. Room DB에 저장된 사용자의 위치 정보를 불러와서 지도 위에 이동 경로를 Polyline[17] 기능을 통해 그린다.

3) 필수 권한 설정

권한 설정은 사용자의 개인정보 보호와 애플리케이션의 정상적인 동작을 보장하기 위해 필수적으로 수행되어야 한다. 본 논문에서 제안하는 기능을 수행하기 위해 필요한 권한 중 위치 권한과 저장소 접근 권한은 위험 권한에 해당하므로 안드로이드 6.0 버전 이상인 경우 애플리케이션이 실행된 후에 사용자에게 권한 허용을 요청하는 과정이 필요하다.

4) 백그라운드 서비스

공백 없는 이동 경로 기록을 위해 애플리케이션이 종료되어도 사용자의 위치 정보를 계속 추적해야 한다. 안드로이드의 4가지 주요 컴포넌트 중 하나인 서비스 컴포넌트를 활용하여 사

용자가 애플리케이션을 종료하더라도 프로세스를 유지한다.

Android 10 (API Level 29) 이하의 버전인 경우 백그라운드 위치 권한을 요청하면 시스템 권한 허용 창에는 항상 허용이라는 옵션이 포함된다. 사용자가 해당 옵션을 선택하면 백그라운드 위치 정보 액세스 권한이 부여되어 백그라운드에서 위치 정보를 지속적으로 수집할 수 있다.

Android 11 (API Level 30) 이상의 버전인 경우 시스템 권한 허용 창에 항상 허용 옵션이 포함되지 않는다. 백그라운드에서 위치 정보를 지속적으로 수집하려면 항상 허용으로 설정해야 하므로 설정 화면으로 이동하여 위치 액세스 권한을 항상 허용으로 설정할 수 있게 한다.

Android 8.0 (API Level 26) 이상부터는 백그라운드 서비스를 실행하기 위해서는 포그라운드 서비스로 변환해야 한다. 또한 포그라운드 서비스의 알림(notification)을 통해 상단바에 서비스가 실행되고 있음을 표시하여 위치 정보 수집 중임을 알 수 있게 한다.[18]

5) 시작 및 종료 버튼

위치 정보 수집은 시작 버튼을 누를 때 활성화되며, 버튼을 누른 후부터 위치 정보는 지속적으로 수집되어 Room DB에 저장된다. 수집된 정보들은 Room DB의 Entity로 정의된 데이터 구조에 따라 저장되며, 종료 버튼을 누를 시 위치 정보가 더 이상 수집되지 않는다.

6) Room DB

Room DB를 이용하여 수집된 개인 위치 정보를 로컬 데이터베이스에 저장한다. Room은 안드로이드에서 SQLite 데이터베이스를 쉽게 관리하기 위한 저장소 라이브러리로 Android Jetpack[19] 컴포넌트의 일부이다.

Room은 Entity, DAO(Data Access Object), 데이터베이스

로 구성된다. 위치 정보를 저장하는 테이블과 개인적인 기록을 저장하는 테이블을 구분하여 각각 TrackingEntity와 CalendarEntity로 설정하여 데이터의 구조를 정의한다. DAO는 데이터베이스에 접근하기 위한 메서드를 정의하는 인터페이스로, 각각의 Entity에 대응되는 DAO를 생성한다. 데이터베이스는 실제로 데이터베이스에 대한 인스턴스를 나타내는 클래스로, 이름은 gam_database로 설정한다.

4. 애플리케이션 구현

4장에서는 3장에서 설계한 시스템을 구현한 결과를 소개한다. 코드는 GitHub에서 확인할 수 있다[20]. 본 연구에서는 Google Maps API, Android Jetpack, Google Play Services, Rom, Dagger Hilt, Firebase, 카카오로그인 모듈과 같은 개발 도구 및 라이브러리를 이용하였다.

Google Maps API를 통해 지도 위에 이동 경로를 그려 사용자의 위치 정보를 시각화하였고, Android Jetpack 라이브러리 중에서 appcompat, constraintlayout, material, annotation, navigation-fragment-ktx, navigation-ui-ktx, exifinterface, lifecycle-runtime-ktx, core-ktx를 사용하였다. Google의 지도 및 위치 관련 서비스를 사용하기 위해 Google Play Service에서 제공하는 play-services-maps, play-services-location 라이브러리를 사용하였다. 애플리케이션 구성 요소 간의 의존성 관리를 위해 dagger, hilt-android 라이브러리를 사용하였고, 로컬 데이터베이스 사용을 위해 Room DB 관련 라이브러리를 사용하였다. 사용자의 계정을 관리하고 소셜 로그인 기능을 제공하기 위해 Firebase와 카카오로그인 모듈 관련 라이브러리를 사용하였다.

4.1 로컬 데이터베이스 구성

로컬 데이터베이스는 이동 경로를 기록하는 tracking_record 테이블과 경로에 대한 개인적인 기록을 저장하는 calendar_record 테이블로 구성되었다. Fig. 2는 tracking_record 테이블로, 컬럼은 timestamp, id(random UUID로 설정), currentTime(yyyy-MM-dd 형식으로 날짜 기록), latitude, longitude, distanceTravelled(이전 위치와의 거리 차이 기록)이다. distanceTravelled의 값을 더해 사용자의 이동 거리를 구할 수 있다. id는 이동 경로와 기록을 연결하는 외래키로, calendar_record의 routeId와 동일하다.

Fig. 3은 calendar_record 테이블로, 컬럼은 id, routeId, startTime(기록 시작 시간), endTime(기록 종료 시간), year, month, day, title(기록의 제목), contents(기록의 내용), rating(별점)이다.

4.2 사용자 인터페이스

1) 시작 화면

Fig. 4와 같이 애플리케이션을 실행하면 위치 정보 수집을 위한 위치 액세스 권한과 사진 연동을 위한 미디어 액세스 권

timestamp	id	currentTime	latitude	longitude	distanceTravelled
167998847737	1805a9c5-63b9-44a9-bf-2023-03-28	2023-03-28	37.6260976	127.093222	0.0
167998848569	1805a9c5-63b9-44a9-bf-2023-03-28	2023-03-28	37.6261054	127.0932485	2.494378089904785
1680003152811	e9554c5f-be1a-48a2-9c-2023-03-28	2023-03-28	37.5137567	126.9435376	0.0
1680588884808	23ae207f-a5a6-4667-96-2023-04-04	2023-04-04	37.6260923	127.0932385	0.0
1680588893102	23ae207f-a5a6-4667-96-2023-04-04	2023-04-04	37.6260316	127.0931122	13.026723861694336
1680588898002	23ae207f-a5a6-4667-96-2023-04-04	2023-04-04	37.6260964	127.0932375	13.193689346313477
1680588902343	14ce51d4-bb01-4e22-b-2023-04-04	2023-04-04	37.6260964	127.0932375	0.0
1680588907884	14ce51d4-bb01-4e22-b-2023-04-04	2023-04-04	37.6260433	127.0931157	12.261367797851562
1680588912952	14ce51d4-bb01-4e22-b-2023-04-04	2023-04-04	37.6260989	127.0932429	12.812761306762695
1680588918107	14ce51d4-bb01-4e22-b-2023-04-04	2023-04-04	37.6260986	127.0932569	1.2363198899559021
1680588923956	14ce51d4-bb01-4e22-b-2023-04-04	2023-04-04	37.6260919	127.0932374	1.87514689550540161
1680588923970	16fa495b-0ba-4f52-a5-2023-04-04	2023-04-04	37.6260919	127.0932374	0.0

Fig. 2. tracking_record

id	routeId	currentTime	startTime	endTime	year	month	day	title	contents
1	1805a9c5-63b9-44a9-bf-2023-03-28	2023-03-28	2023-03-28 16:20	2023-03-28 16:20	2023	3	28	기	기
2	e9554c5f-be1a-48a2-9c-2023-03-28	2023-03-28	2023-03-28 20:20	2023-03-28 20:20	2023	3	28	음	00
3	6284b642-adr-2023-04-04	2023-04-04	2023-04-04 15:23	2023-04-04 15:23	2023	4	4	신해1	동태
4	17421909-03d-2023-04-04	2023-04-04	2023-04-04 15:23	2023-04-04 15:23	2023	4	4	신해2	곳
5	95ae94d0-585-2023-04-04	2023-04-04	2023-04-04 15:23	2023-04-04 15:23	2023	4	4	신해3	신기
6	f21e62d8-7bb-2023-04-04	2023-04-04	2023-04-04 15:23	2023-04-04 15:23	2023	4	4	영영3	가보지구
7	3ab41319-eeb-2023-04-04	2023-04-04	2023-04-04 16:23	2023-04-04 16:23	2023	4	4	영영2	홍일요
8	56549052-807-2023-04-11	2023-04-11	2023-04-11 15:23	2023-04-11 15:23	2023	4	11	영영	영해관
9	8e4fb4bd-58b-2023-04-15	2023-04-15	2023-04-15 23:23	2023-04-15 23:23	2023	4	15	신해3	재밌다
10	73e9259e-71af-2023-04-15	2023-04-15	2023-04-15 23:23	2023-04-15 23:23	2023	4	15	오윤의 기록	개별로 신

Fig. 3. calendar_record

한을 요청하는 창이 뜬다. 권한을 허용하면, Fig. 5의 로그인 화면에서 Google 계정이나 Kakao 계정을 이용하여 로그인이 가능하다. 소셜 로그인 기능은 OAuth 2.0 프로토콜을 활용하였다. 로그인 후 실행되는 Main Activity를 통해 MapsFragment, CalendarFragment, MyRecordFragment, MyPageFragment로 이동할 수 있다.

2) 지도 화면

Fig. 6과 같이 MapsFragment는 시작 버튼, 종료 버튼, 지도 화면으로 구성된다. 시작 버튼을 클릭하여 경로 기록을 시작하고, 이후 종료 버튼을 클릭하기 전까지 이동 경로가 지도 위에 실시간으로 표시된다. 지도 화면은 Google Maps API를 이용하였고, FusedLocationProviderClient를 통해 수집한 위치 정보는 tracking_record 테이블에 저장된다. 저장된 정보는 LiveData를 통해 실시간으로 View에 전달되며, 전달된 위치 정보가 Polyline 함수를 통해 지도 위에 사용자의 이동 경로로 그려진다.

종료 버튼을 클릭하면 Fig. 7과 같이 RecordPageFragment로 이동하여 tracking_record 테이블에 저장된 이동 경로를 확인할 수 있고, 제목, 내용, 별점을 기록하여 calendar_record 테이블에 저장한다.

3) 달력 화면

Fig. 8과 같이 CalendarFragment는 캘린더와 기록 리스트로 구성된다. RecyclerView를 중첩하여 캘린더를 구현하였으며 PagerSnapHelper를 통해 좌우로 페이지를 넘겨 월을 변경하도록 구현하였다. DataBinding을 활용하여 사용자가 캘린더의 날짜를 클릭할 시 기록한 이동 경로를 확인할 수 있도록 구현하였다. 저장된 기록이 있는 경우 캘린더 날짜 칸에 체크 모양이 표시되며, 해당 칸을 클릭하면 하단 리스트에 저장된

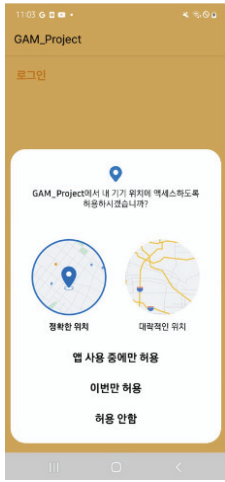


Fig. 4. Permission Granted



Fig. 5. Login Activity

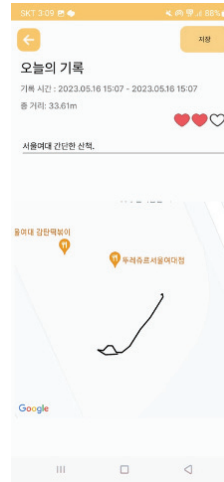


Fig. 10. EditPage Fragment

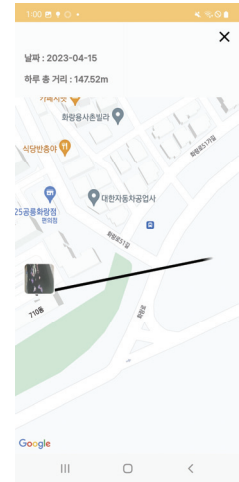


Fig. 11. Daily Fragment

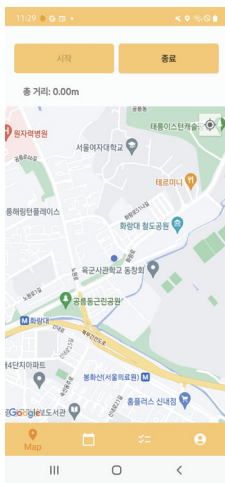


Fig. 6. Maps Fragment



Fig. 7. RecordPage Fragment

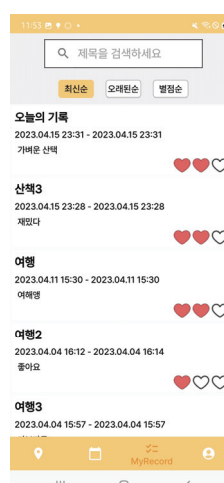


Fig. 12. MyRecord Fragment

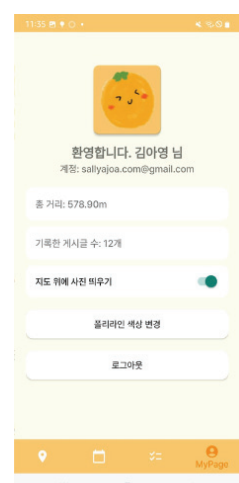


Fig. 13. MyPage Fragment



Fig. 8. Calendar Fragment



Fig. 9. DetailPage Fragment

기록이 나열된다. 하단의 기록을 클릭할 시 Fig. 9의 DetailPageFragment로 이동하고, 캘린더의 날짜를 클릭하면 Fig. 11

의 DailyFragment로 이동한다.

Fig. 9과 같이 DetailPageFragment는 수정 버튼, 삭제 버튼, 저장된 기록 화면으로 구성된다. 이동 경로와 RecordPage Fragment에서 기록한 정보를 확인할 수 있으며, 사용자가 이동 경로 기록 중에 찍은 사진의 위치 정보를 가져와 지도 위에 표시한다. 갤러리에 저장된 사진을 Bitmap으로 변환하여 Google Maps에서 제공하는 Marker 기능을 통해 구현하였으며, 사진을 클릭 시 확대가 가능하도록 InfoWindow를 이용하여 구현하였다. 삭제 버튼을 클릭하면 tracking_record에 저장된 경로와 calendar_record에 저장된 기록이 모두 삭제된다. 수정 버튼 클릭 시 Fig. 10의 Edit PageFragment로 이동한다.

Fig. 10과 같이 EditPageFragment는 calendar_record 테이블에 기록한 내용(제목, 내용, 별점)을 편집할 수 있는 화면과 저장 버튼으로 구성된다. 수정을 완료하고 저장 버튼을 클릭할 시 변경한 내용이 calendar_record에 update된다.

Fig. 11과 같이 DailyFragment에서는 해당 날짜의 총 이동 거리, 기록한 모든 이동 경로와 사진을 확인할 수 있다.

4) 기록 확인 및 마이페이지 화면

Fig. 12와 같이 MyRecordFragment는 검색 창, 정렬 버튼 (최신순, 오래된순, 별점순), 기록 리스트로 구성된다. 사용자는 특정 단어를 검색하여 해당 단어를 제목이나 내용에 포함하는 기록을 찾을 수 있으며, 기록의 정렬 방식을 변경하여 원하는 기록을 더 쉽게 찾을 수 있다.

Fig. 13과 같이 MyPageFragment에서 해당 애플리케이션을 이용하여 기록한 총 거리와 작성한 게시글 수를 확인할 수 있고 로그아웃이 가능하다. 또한 스위치 버튼을 통해 지도 위에 사진을 표시하는 기능을 활성화할 수 있고, 폴리라인 색상 변경 버튼을 클릭할 시 ColorSheet를 통해 지도 위에 그려지는 polyline의 색상을 변경할 수 있다.

5. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 이동 경로 기록 및 관리를 위한 Android 앱을 설계 및 구현하였다. 기존의 위치 기록 서비스는 사용자의 모든 이동 경로가 저장된다는 부분에서 사용자가 부담을 느낄 수 있지만, 본 논문에서 구현한 앱은 기존 서비스와는 저장 방식을 달리하여 안전한 이용 환경을 조성해준다는 점에서 차별점을 가진다. 사용자 기기의 로컬 데이터베이스를 활용하여 개인정보를 보호하고, 이동 경로 기록에 대한 사용자의 불안감을 감소시킨다. 사용자가 수집, 보관, 처리 범위를 설정할 수 있어 위치 정보에 대한 개인정보 자기결정권을 보장받을 수 있다. 그러나 위치 정보 저장 위치의 차별화에 중점을 뒀기에 위치 정보 수집의 정확도와 효율이 떨어지므로 이를 개선할 필요가 있다. 사진의 위치 정보와 GPS를 통해 수집한 위치 정보를 결합하여 더 정확한 위치 정보를 수집하고, 핸드폰의 배터리를 고려하여 수집 간격을 조정한다면 사용자의 편의성을 높일 수 있을 것이다. 또한, 위치 정보의 암호화를 구현하면 개인위치정보의 유출 및 변조를 방지할 수 있을 것이다. 단순히 이동 경로를 기록하고 관리하는 것에 그치지 않고 사용자가 다양한 서비스를 제공받을 수 있도록 로컬 데이터베이스에 저장한 위치 정보를 사용자가 선택하여 공유하는 커뮤니티 기능을 제안하는 바이다.

References

[1] Y.J.Kim, 2022 Top 10 Technology Outlook [Internet], <https://www.etnews.com/20220120000114>.
 [2] Hankyoreh, Google secretly collects 'location information' even when turned off... Agrees to compensate \$5 billion in 40 US states [Internet], <https://www.hani.co.kr/arti/international/america/1067295.html>.
 [3] S. H. Oh and J. Kwak, "Privacy protection measures for the lifecycle of location information," KISA (Korea Internet & Security Agency) Research Report, 2007.

[4] Kunsan National University, "Research on technical methodology for location privacy protection," KISA (Korea Internet & Security Agency) Research Report, 2006.
 [5] S. H. Oh and J. Kwak, "Analysis of privacy threats and security mechanisms on location-based service," *The Journal of Korea Navigation Institute*, Vol.13, No.2, pp.272-279, 2009.
 [6] I. J. Kim, J. W. Choi, and W. Y. Kim, "The application for the protection system of location-based information on a smart-phone environment," *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol.17, No.3, pp.129-147, 2012.
 [7] Google Maps, Google Maps Timeline [Internet], <https://support.google.com/maps/answer/6258979?hl=ko&co=GENIE.Platform%3DAndroid>
 [8] Guru Maps [Internet], <https://gurumaps.app/>
 [9] Souldi [Internet], <https://soul-di.com/>
 [10] Google Play services, FusedLocationProviderClient [Internet], <https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/location/FusedLocationProviderClient>
 [11] Location Information Support Center [Internet], https://www.lbsc.kr/front/content/contentViewer.do?contentId=CONTENT_0000061
 [12] Location Information Support Center [Internet], https://www.lbsc.kr/front/content/contentViewer.do?contentId=CONTENT_0000081
 [13] Act on the Protection and Use of Location Information [Internet], <https://www.law.go.kr/legislation/The Act on the Protection and Use of Location Information>
 [14] Google Developers, Saving Data in a Local Database using Room [Internet], <https://developer.android.com/training/databasestorage/room?hl=ko>.
 [15] Google Developers, Creating Dynamic Lists with RecyclerView [Internet], <https://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/recyclerview?hl=ko>
 [16] OAuth2.0 [Internet], <https://oauth.net/2/>.
 [17] Google Maps Platform, Polylines and Polygons to Represent Routes and Areas [Internet], <https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/polygon-tutorial?hl=ko>
 [18] Android Developers Document, Accessing Location in the Background [Internet], <https://developer.android.com/training/location/background?hl=ko>
 [19] Google Developers, Android Jetpack [Internet], <https://developer.android.com/jetpack?hl=ko>
 [20] GAM_Project [Internet], https://github.com/syeonk8/GAM_Project



김 서 연

<https://orcid.org/0009-0008-6070-4313>
e-mail : seoyeon_88@swu.ac.kr
2019년 ~ 현 재 서울여자대학교
정보보호학과 학사과정
관심분야 : Privacy Protection &
Fuzzing Testing



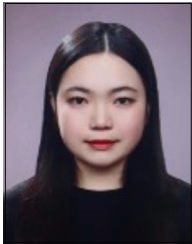
오 샘

<https://orcid.org/0009-0005-2422-2251>
e-mail : ss080026@swu.ac.kr
2020년 ~ 현 재 서울여자대학교
정보보호학과 학사과정
관심분야 : Back-end Develop &
Privacy Protection



김 아 영

<https://orcid.org/0009-0003-0622-4101>
e-mail : aykim@swu.ac.kr
2020년 ~ 현 재 서울여자대학교
정보보호학과 학사과정
관심분야 : Back-end Develop &
Privacy Protection



오 민 정

<https://orcid.org/0009-0006-3968-0498>
e-mail : dhaehd07@swu.ac.kr
2020년 ~ 현 재 서울여자대학교
정보보호학과 학사과정
관심분야 : Front/Back-end Develop



김 성 욱

<https://orcid.org/0000-0003-4789-3347>
e-mail : kim.sungwook@swu.ac.kr
2005년 서울대학교 수학과(학사)
2012년 서울대학교 수학과(석·박사)
2014년 ~ 2020년 삼성전자 Samsung
Research 연구원
2020년 ~ 현 재 서울여자대학교 정보보호학과 조교수
관심분야 : Cryptography & Privacy Protection & Blockchain