
목 차

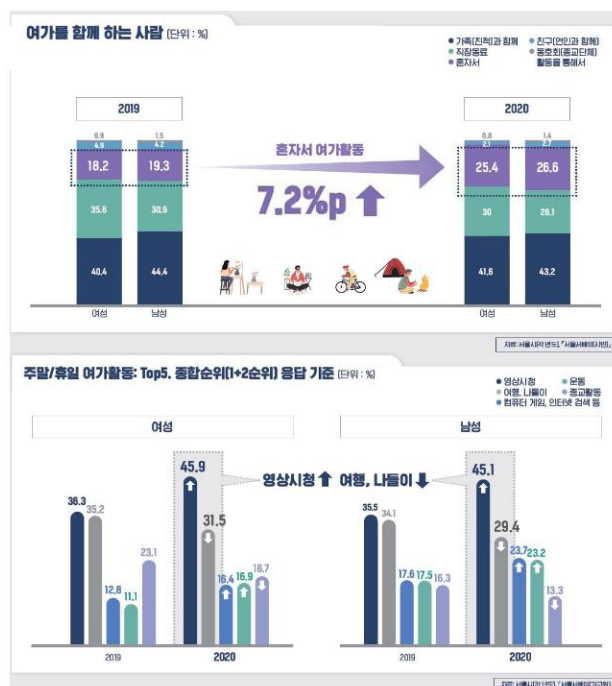
1. 과제 개요	.....
1-1. 배경 및 필요성	.....	2
1-2. 목표	.....	6
2. 과제 소개	.....
2-1. 요구 조건 분석	.....	6
2-2. 현실적 제약 사항 및 대안	.....	7
3. 설계 문서	.....
3-1. 사용 기술	.....	7
3-2. 개발 환경	.....	8
3-3. 시스템 다이어그램	.....	9
3-4. 데이터 흐름	.....	10
4. 개발 일정 및 담당 업무	.....	11
5. 참고 자료	.....	13

1. 과제 개요

1.1 배경 및 필요성

1.1.1 왜 “실내 위치 추정”인가?

모바일 기술이 점점 발전하며 무선으로 제공받을 수 있는 서비스가 다양해짐에 따라, 사람들은 실내에서도 많은 것들을 할 수 있게 되었다. 추가로 “코로나 19”라는 재난까지 겹치며, 사람들의 실내 활동 비율은 급격하게 증가했다. 학생이나 직장인 같은 경우, 일과 시간에는 원래 실내 활동 비율이 높았을 것이다. 하지만 아래의 자료에서 볼 수 있듯이 이제는 여가 활동도 실내에서 즐기는 국민들의 비율이 높아졌다.



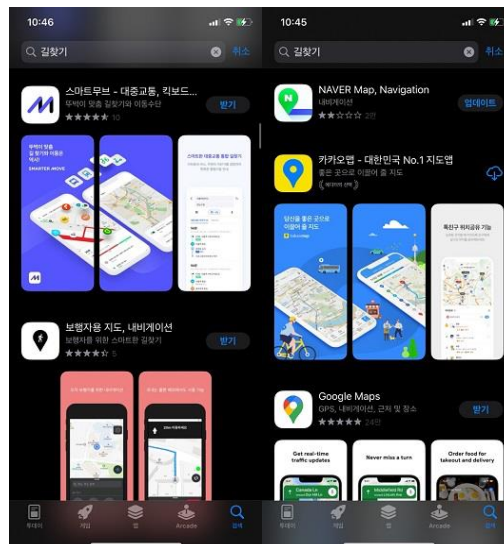
▲ KBS News의 통계 자료¹

하지만 기존에 존재하는 GPS 기반의 서비스는 위성 정보를 기반으로 서비스를 제공하기 때문에 실외에서만 사용이 가능하다. 실내 활동 비율이 급격하게 증가한 현재, 실외가 아닌 실내에서의 위치 정보를 이용해 서비스를 제공한다면 사람들에게 더 많은 편의를 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 우리는, “실내 위치 추정” 기술을 선택하였고, 해당 기술을 기반으로 서비스를 제작하는 것을 목표로 한다. 물론, 실내 위치 추정 기술은 이미 존재하며 많이 연구되고 있다. 하지만 기존의 실내 위치 추정 기술은 실내 환경에서 벽, 가구 혹은 사람 등의 장애물로 인해 위치 파악에 사용되는 무선 신호가 방해 받아 위치 추정이 부정확해질 수 있다는 문제점이 있으며, 적용 범위가 제한적이기 때문에 넓은 실내 공간에 대한 정확한 위치 정보를 제공하기 어려울 수 있다. 이러한 한계점 개선을 또 하나의 목표로 하여 과제를 진행할 계획이다.

1.1.2 왜 “실내 길찾기”인가?

1.1.1의 목표를 달성하기 위해, 먼저 “실내 길찾기” 서비스를 개발하고자 한다. 대부분의 사람들이 낯선 건물에서 길을 헤매었던 경험이 한 번씩은 있을 것이다. 건물 내부 지도를 제공하는 경우도 있지만, 지도만으로 자세한 위치를 찾기 쉽지 않은 경우도 다반사이다.

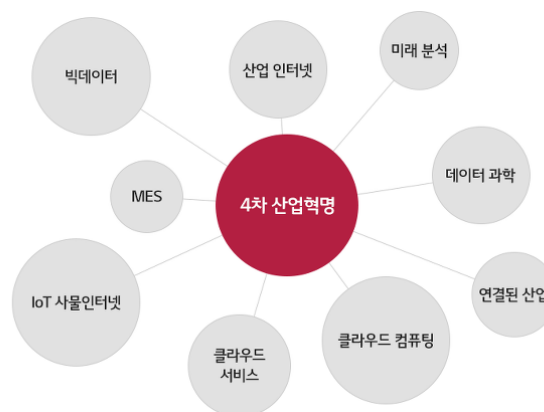
기존에 상용화 되어있는 네이버 지도, 카카오맵 등의 서비스들은 GPS 를 이용해 실외의 길 만을 안내하도록 되어있으며, 1.1.1 에서 말했듯이 GPS 의 실내 사용은 현재 불가능하기에 따로 "건물 내 길 안내 기능"을 제공하는 서비스는 상용화 되어있지 않다.



▲ 실제 iOS App Store 의 상용 길 안내 서비스

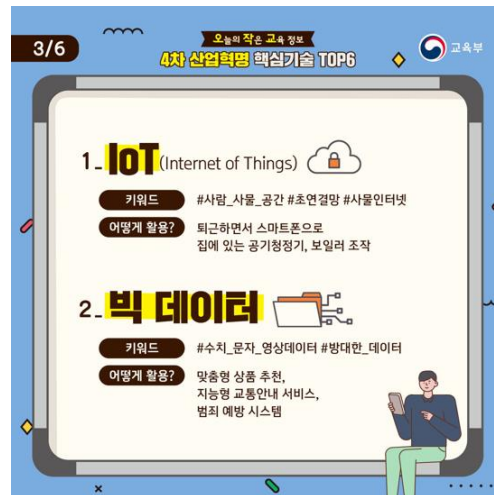
따라서, 실내에서의 길안내를 위한 "실내 위치 추정 기술 기반 경로 안내 서비스"를 개발함으로써 사람들에게 공공장소에서의 편의를 제공하고자 한다.

1.1.3 왜 IoT 인가?



▲ LG CNS 블로그의 사진 자료²

IoT(Internet of Things)는 4 차 산업혁명에 있어, 핵심 기술로 반드시 언급되는 기술 중 하나이다. 실제로 국내에서는, 교육부에서도 핵심 기술에 꼽으며 교육 자료로 사용할 정도로 실제로 주목하고 있는 기술이다.



▲ 교육부의 교육 홍보 자료

아래와 같이 국외에서 영향력 있는 잡지인 "Forbes" 에서도 핵심기술로 IoT 를 채택함을 확인할 수 있다.

2. The Internet of Things (IoT)

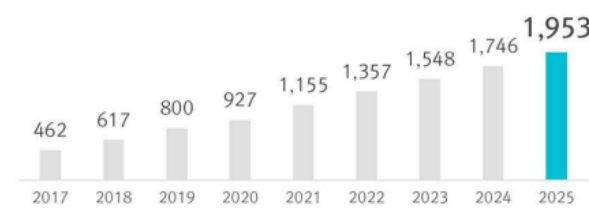
What it is: The Internet of Things (IoT) refers to the increasing number of everyday devices and objects that are connected to the internet and gather and transmit data.

▲ 잡지사 Forbes 의 글³

글로벌 ICT 포털(GIP)에서 종합한 "품목별 보고서: 사물인터넷 2020"에는 다음과 같은 통계자료가 포함되어 있다. 시장 조사 기관 "Statista"의 조사 결과에 따르면, IoT 의 전 세계 시장 매출은 아래와 같은 추이를 보인다.

[그래프 3] 글로벌 스마트 홈 시장 매출 추이

(단위: 억 달러)



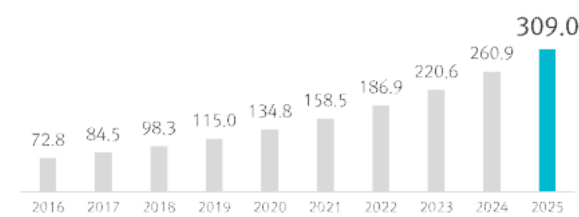
[그래프 5] 글로벌 IIoT 시장 규모

(단위: 억 달러)



[그래프 6] IoT 보안 시장 규모

(단위: 억 달러)



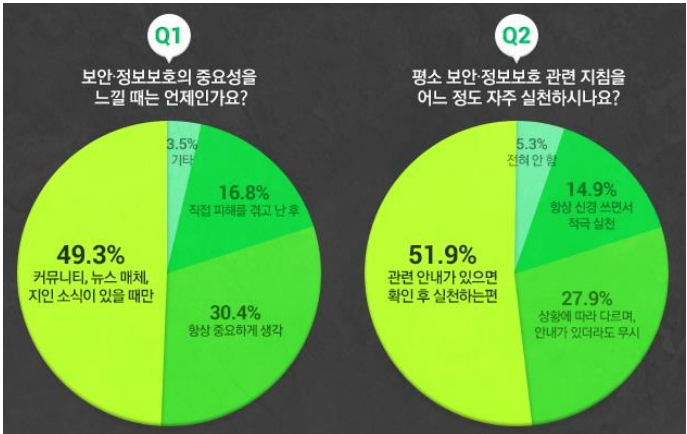
▲ 시장 조사 기관 "Statista"의 통계 자료⁴

해당 통계 결과에서 알 수 있는 사실은, 스마트홈이 압도적으로 큰 시장 규모를 보유하고 있다는 점이다. 그 뒤를 이어서 산업 분야의 IoT 가 두 번째로 큰 규모를 차지하고 있음을 볼 수 있다. IoT 보안은 4차 산업 혁명의 또 다른 핵심 기술인 “블록체인” 기술의 발전으로 인해, 동시에 시장 규모가 커지고 있음을 알 수 있다.

IoT 스마트홈의 시장 규모가 거대해지며, 많은 사람들은 버튼 하나로 집 전체를 조작할 수 있다는 사실에 매우 편리함을 느끼고 있다. 하지만 관공서나, 학교와 같은 공공 장소에서는 IoT 의 스마트함을 이용할 수 있는 경우가 매우 드물다. 따라서 스마트홈에서 더 나아가,1.1.1 에서 언급했던 개선된 “실내 위치 추정” 기술을 기반으로 공공장소에서도 주변 자원을 쉽게 제어할 수 있는 “스마트 퍼블릭”을 구현하여 사람들의 일상에 좀 더 많은 편의를 제공할 수 있는 서비스를 개발하고자 한다.

1.1.4 사용자 인증 보안 강화, 왜 필요한가?

사용자 인증이란 시스템이나 응용 프로그램에 액세스하는 사용자의 신원을 확인하는 데 사용되는 방법을 말한다. 인증은 일반적으로 사용자 이름 및 암호, 생체 인식 식별자 또는 보안 토큰과 같은 요소 조합을 기반으로 한다. 사용자 인증 보안은 인증된 사용자만 시스템에 액세스 할 수 있도록 함으로써 개인정보, 금융 데이터 및 기밀 비즈니스 정보와 같은 중요한 데이터를 보호하는데 도움이 될 수 있다. 나아가 개인과 조직 모두에 심각한 결과를 초래할 수 있는 신원 도용, 사기 및 기타형태의 범죄를 방지할 수도 있다.⁵



▲ 이스트소프트에서 조사한 설문 결과 자료⁶

하지만 점점 기술이 발전함에 따라, 사이버 범죄의 기술도 동시에 발전하고 있다. 그 중에서도 특히 개인 정보 침해가 가장 빈번하게 일어나며 적지 않은 수의 피해자들이 발생하고 있다. 그에 따라, 사용자 인증 보안은 현대 디지털 시스템의 필수 요소로 자리매김했다. 하지만, 위의 통계자료를 통해 알 수 있듯이 많은 사람들은 따로 안내를 하거나 알려주지 않으면 보안을 실천하지 않는다. 본 과제는 사용자 인증 보안을 활용하여 스마트폰이나 휴대용 단말을 이용한 사용자 인증 기술을 개발하고, 권한에 따라 인증 방식에 차이를 두어 인증을 강화하는 등 강화된 사용자 인증 시스템을 구현하여 사용자의 개인 정보가 안전하게 유지될 수 있는 서비스를 개발하고자 한다.

1.2 목표

본 과제는 기존의 실내 위치 추정 기술을 개선을 1차적 목표로 하며, 추가적으로 아래와 같은 목표를 갖는다.

- 실내 위치 추정 기술 개선
- 스마트폰이나 휴대용 단말(Raspberry Pi등)을 이용한 사용자 인증 기술 개발
 - 서비스를 이용할 때, 휴대용 단말을 통해 본인임을 인증할 수 있는 인증 기술을 개발한다.
 - 권한에 따라 인증 방식에 차이를 두어 인증을 강화하도록 한다.
- 개선된 실내 위치 추정 기술 기반, 사용자 주변의 자원 제어 서비스 개발
 - 사용자의 위치를 추정하여 주변 범위 내의 자원을 스마트폰으로 제어할 수 있는 서비스를 개발한다.
 - 서비스 대상 자원은 전자기기, 편의시설(자판기), 도어락 등의 사용성이 높은 자원을 대상으로 한다.
- 개선된 실내 위치 추정 기술 기반, 실내 길 안내 서비스 개발
 - 사용자의 위치를 추정하여, 사용자의 현재 위치로부터 사용자가 원하는 장소까지의 최단경로를 안내하는 서비스를 개발한다.
 - 서비스 대상 장소는 강의실, 화장실 등 사용 빈도가 높은 장소를 대상으로 한다.

2. 과제 소개

2.1 요구 조건 분석

2.1.1 데이터 수집

- 실제 실내 공간을 가상의 좌표공간으로 잘라 좌표 공간마다 주변 AP(공유기)의 RSS(Received Signal Strength)를 측정한다.
- 보다 정확한 측정을 위해 반복 측정을 하는데, 최소 5회 이상 측정하도록 한다.
- 실시간으로 사용자의 기기 주변 WIFI의 RSS를 수집한다.
- 역치 이하의 값은 무시되기 때문에 감지되는 공유기의 수가 가변적이라는 문제점이 있다.

2.1.2 데이터 전처리

- 수집 단계에서 반복 측정한 RSS 값의 Median(중간값)을 사용하도록 한다.
- 측정한 값을 배열에 입력해 실제 공간과 유사한 가상의 지도 형태를 구현해야 한다.

2.1.3 기능 구현

- 사용자가 실시간으로 측정한 RSS 값과 차이가 가장 적은 좌표를 찾아야 하므로, MSE(Mean Squared Error) 값을 이용해 계산한다.
- BFS, Dijkstra 등 지도 상에서 최단 경로를 찾기에 적합한 알고리즘 적용이 필요하다.

2.1.4 서비스 제공

- iOS의 Web app(웹 앱)을 통한 실내 길 찾기 서비스
- 무선통신기술을 통한 주변 자원(도어락, 자판기 등) 제어 서비스 제공

2.2 현실적 제약 사항 및 대안

- 실제 공간을 칸으로 나눠 일일이 직접 측정해야 하기 때문에 너무 넓은 실내 공간에서 측정할 수 없다.
 - 집이나 학교 건물처럼 과하게 넓지 않은 공간을 대상으로 측정한다.
- 건물의 물리적 레이아웃이 변경되면 측정값이 기존에 측정했던 값과 달라질 수 있다.
 - 물리적 구조가 자주 변하는 공간은, 매번 새로 측정해서 새로 값을 기입해야 한다.
 - 따라서 건물 구조가 변하지 않을 장소를 선택해 측정을 진행한다.
- Raspberry pi는 무선 네트워크에 연결되어 있어야 측정이 가능한데, 암호가 걸려있으면 연결할 수 없다.
 - 공용 와이파이를 사용한다.
 - 암호를 알고 있는 와이파이를 사용한다.

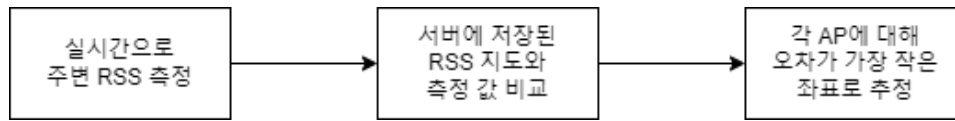
3. 설계 문서

3.1 사용 기술

3.1.1 AP(공유기) RSS 측정 : iwlist scan(Linux)

- GPS는 실내에서 사용이 불가능하기 때문에, 실내에서는 주변 AP의 RSS를 측정하여 실내 위치를 추정할 수 있으며, 해당 기술에 대한 연구와 개발이 활발히 이루어지고 있다. 단순히 값 측정만으로 사용자의 위치를 추정하기 때문에, 서비스를 제공하는 입장에서는 별다른 비용 없이 효율적인 서비스 제공이 가능하기 때문에 해당 기술을 선택했다.
- Linux 환경에서 간단히 “sudo iwlist wlan0 scan | grep -E” 라는 명령어를 통해 현재 수신되고 있는 주변 AP를 스캔해서 여러가지 정보를 얻을 수 있다. 해당 정보를 추가적인 명령어를 통해 가공하여, 우리가 원하는 AP의 MAC 주소와 RSS 값만 추출해 내도록 한다.

3.1.2 실내 위치 추정 : Fingerprint



▲ Fingerprint 기법의 진행도

- Fingerprint 기법은 위와 같은 순서로 진행되는 실내 위치 추정 기법이다.
- 실시간 측정 값과의 오차는 Microsoft의 RADAR 시스템이나, 많은 시스템에서 MSE(Mean Squared Error)를 전통적으로 사용하고 있기 때문에⁷, 같은 방식을 통해 개발한다.

3.1.3 실내 길 찾기 : Dijkstra

- 데이터를 수집하여 가공한 최종 형태인 RSS 지도가 2차원 배열의 형태이기 때문에, Dijkstra 알고리즘 적용이 가능하다.
- 실제로 네비게이션과 같이 경로를 찾아 제공해야 하는 서비스에서는 Dijkstra 알고리즘을 기본적으로 사용 중이기 때문에⁸, 같은 방식을 통해 개발한다.

3.2 개발환경

3.2.1 개발 언어

이름	버전	비고
Python	v3.9.2	Device Layer 개발
Java	Java 17	Server Layer 개발
Javascript	-	Client Layer 개발

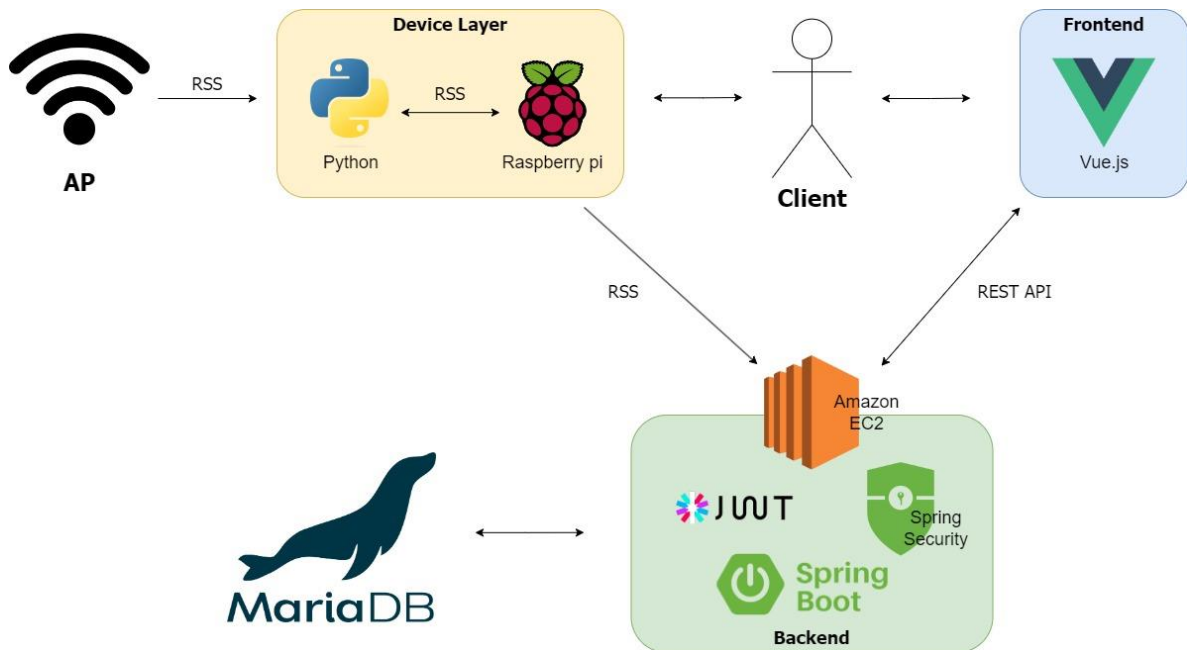
3.1.2 개발 도구 / 프레임워크

이름	버전	비고
IntelliJ	v2023.1.1	IDE, Java 개발
Visual Studio Code	v1.77.3	IDE, Python 및 Javascript 개발
Springboot	v3.0.6	Framework
Vue.js	Vue 3	Framework
Node.js	18.16.0	Javascript 개발 환경

3.1.3 실행 환경

이름	버전	비고
Raspberry Pi	4 – Model B	Hardware, 4GB RAM model
AWS EC2	-	Software, 배포용 클라우드 서버
Maria DB	v10.6	Software, 데이터베이스

3.3 시스템 다이어그램



3.3.1 Raspberry pi

- AP(공유기)로부터 무선 신호 세기(RSS, Received signal strength)를 측정한다.

3.3.2 Python

- Raspberry pi 에 내장되는 코드는 python 으로 작성한다.
- System module 을 통해 Linux 명령어를 사용할 수 있도록 한다.
- Request module 을 통해 Server 로 수신된 RSS 를 전송한다.

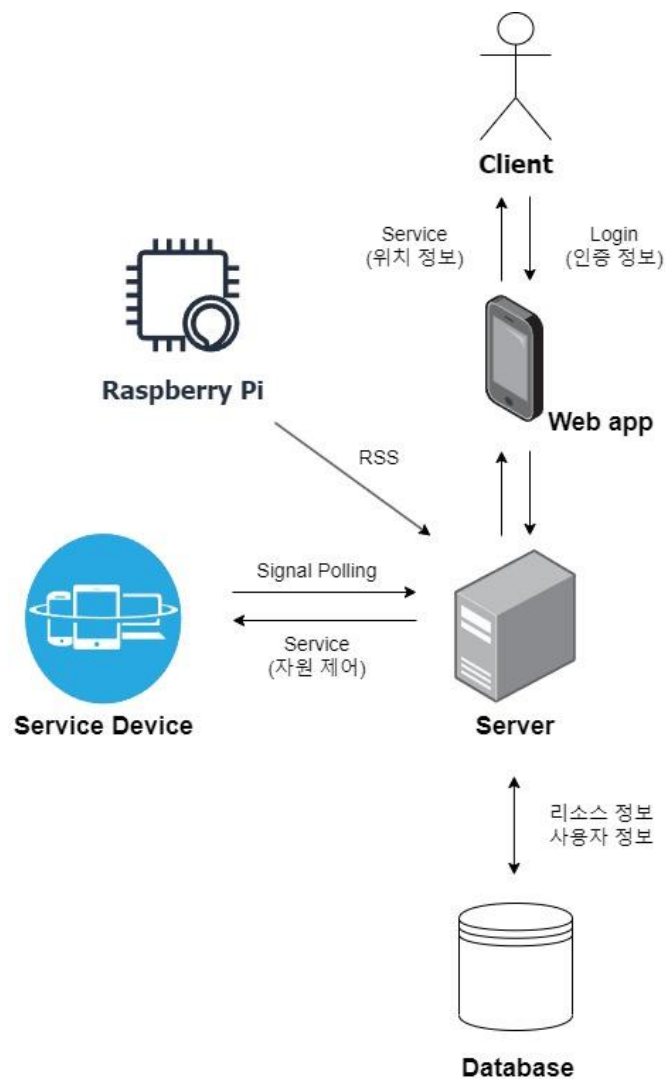
3.3.2 Springboot

- AWS 에서 제공하는 클라우드 서버를 통해 REST API 방식으로 Server 를 구축한다.
- 전송받은 RSS 값을 기반으로 사용자의 위치를 추정한다.
- Spring security 및 Jwt 를 통해 강화된 사용자 인증을 제공한다.

3.3.3 Vue.js

- 사용자 혹은 관리자에게 서비스할 페이지를 렌더링한다.
- 사용자는 해당 페이지를 통해 Server 단과 RESTful 하게 상호작용할 수 있다.

3.4 데이터 프로세스



3.4.1 Client

- Wep app 을 통해서 회원 가입 및 인증을 진행, 서버로 인증 정보를 전송한다.
- 서버로부터 위치 정보를 받아, 현재 위치 및 실내 길 찾기 서비스를 제공받는다.

3.4.2 Raspberry pi

- 사용자가 보유하며, 측정된 RSS 값을 서버로 전송한다.

3.4.3 Database

- 서버로부터 전송받은 리소스 정보 및 사용자 정보를 보관한다.
- 서버가 요청할 시, 서버에게 보관된 리소스 및 사용자 정보를 전송한다.

3.4.4 Server

- 사용자로부터 인증 정보를 수신해, 데이터베이스에 보관한다.
- 데이터베이스에 사용자 정보 및 리소스 정보를 요청해, 사용자에게 제공한다.
- Raspberry pi로부터 RSS 값을 수신해, 사용자에게 현재 위치 정보 및 길 찾기 서비스를 제공한다.
- Raspberry pi로부터 RSS 값을 수신해, 서비스 대상 자원에 작동 신호를 송신한다.

3.4.5 Service Device

- Polling 방식으로 서버에서 보내는 신호를 지속 감지한다.
- 서버의 신호를 수신하면, 사용자와 상호작용할 수 있는 상태가 된다.

4. 개발 일정 및 담당 업무

4-1. 개발 일정

단계	활동	5 월					6 월				
		1 주	2 주	3 주	4 주	5 주	1 주	2 주	3 주	4 주	5 주
계획	착수 보고										
	자재 준비										
	인프라 요구사항 정의										
설계	서버 구조 설계										
	디바이스 - 서버 연결 구조 설계										
	DB 구조 설계										
분석	신호 세기 측정										
구현	서버(백엔드) 구현										
	위치 추정 알고리즘 구현										
	디바이스 - 서버 연결										

단계	활동	7 월				8 월					9 월			
		1 주	2 주	3 주	4 주	1 주	2 주	3 주	4 주	5 주	1 주	2 주	3 주	4 주
계획	서비스 요구사항 정의													
설계	서비스 설계													
	중간 보고													
구현	서비스 개발													
	최종 발표													

4-2. 담당 업무

담당자	업무
이준희	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 수집 - 수집 데이터 저장용 DB 및 서버 구성 - 서비스 제공을 위한 서버 로직 개발
심진섭	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 수집 - 데이터 전처리 - Raspberry Pi 내 로직 구현
이민경	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 수집 - Web app 구현 및 연동

5. 참고 자료

¹ "코로나 2년, 실내 여가활동·스마트폰 의존도 ↑...'2021 서울시 성인지 통계' 보니", 김혜주, KBS News

² "4차 산업혁명, 마켓 4.0과 블록체인", 윤석빈, LG CNS 블로그

³ "The top 10 technology trends of the fourth industrial revolution", Bernard Marr, Forbes

⁴ "2020 품목별 보고서: 사물인터넷", 글로벌 ICT 포털(GIP)

⁵ "늘어나는 사용자 인증 보안 위협, 주의할 점은?", 곽중희, CCTV News

⁶ "PC, 모바일 이용자 10명 중 3명 보안 수칙 무시... "어렵고 귀찮아"", 윤현기, IT DAILY

⁷ "신뢰도 기반 Wi-Fi 핑거프린트 위치 추정 시스템", 손상현, 박영준, 김범준, 백윤주, 한국통신학회논문지

⁸ "내비게이션 경로설정에서 최단거리경로 탐색을 위한 A*와 Dijkstra 알고리즘의 하이브리드 검색법", 이용후, 김상운, 전자공학회논문지