**캡스톤 디자인 I**

**종합설계 프로젝트**

|  |  |
| --- | --- |
| 프로젝트 명 | 눈치보이조 |
| 팀 명 | 눈치보이조 |
| 문서 제목 | 결과보고서 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Version** | 1 |
| **Date** | 07 |

|  |  |
| --- | --- |
| **팀원** | 김도훈 (조장) |
| 곽지훈 |
| 김상원 |
| 명석현 |
| 홍령기 |
| 소가위 |

|  |
| --- |
| **CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING**  이 문서에 포함되어 있는 정보는 국민대학교 전자정보통신대학 컴퓨터공학부 및 컴퓨터공학부 개설 교과목 캡스톤 디자인I 수강 학생 중 프로젝트 “눈치보이조”를 수행하는 팀 “ 눈치보이조 ”의 팀원들의 자산입니다. 국민대학교 컴퓨터공학부 및 팀 “ 눈치보이조 ”의 팀원들의 서면 허락없이 사용되거나, 재가공 될 수 없습니다. |

**문서 정보 / 수정 내역**

|  |  |
| --- | --- |
| **Filename** | 수행결과보고서.doc |
| **원안작성자** | 김도훈 |
| **수정작업자** | 김도훈 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 수정날짜 | 대표수정자 | Revision | 추가/수정 항목 | 내 용 |
| 2020-06-07 | 김도훈 | 1.0 | 최초 작성 | 기초 틀 및 원안 작성 |
|  | 김도훈 | 1.1 | 추가 | 테스트케이스 추가 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**목 차**

[1 개요 4](#_Toc42463795)

[1.1 프로젝트 개요 4](#_Toc42463796)

[1.2 추진 배경 및 필요성 5](#_Toc42463797)

[1.2.1 임산부석 현황 5](#_Toc42463798)

[1.2.2 임산부석 기술 발전 현황 6](#_Toc42463799)

[1.2.3 임산부석 시스템 현황 6](#_Toc42463800)

[1.2.4 임산부석 시스템의 문제점 6](#_Toc42463801)

[2 개발 내용 및 결과물 7](#_Toc42463802)

[2.1 목표 7](#_Toc42463803)

[2.2 연구/개발 내용 및 결과물 8](#_Toc42463804)

[2.2.1 연구/개발 내용 8](#_Toc42463805)

[2.2.2 시스템 기능 요구사항 9](#_Toc42463806)

[2.2.3 시스템 비기능(품질) 요구사항 10](#_Toc42463807)

[2.2.4 시스템 구조 및 설계도 11](#_Toc42463808)

[2.2.5 활용/개발된 기술 11](#_Toc42463809)

[2.2.6 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안 12](#_Toc42463810)

[2.2.7 결과물 목록 12](#_Toc42463811)

[2.3 기대효과 및 활용방안 13](#_Toc42463812)

[3 자기평가 14](#_Toc42463813)

[4 참고 문헌 14](#_Toc42463814)

[5 부록 14](#_Toc42463815)

[5.1 사용자 매뉴얼 14](#_Toc42463816)

[5.2 운영자 매뉴얼 14](#_Toc42463817)

[5.3 배포 가이드 14](#_Toc42463818)

[5.4 테스트 케이스 16](#_Toc42463819)

# 개요

## 프로젝트 개요

현재 교통공사에서 운영되고 있는 지하철 임산부석은 실제로 임산부들이 이용하기에 매우 불편하고, 편리하지 못하다. 서울 교통공사에서 운영중인 지하철 임산부석의 경우, 칸마다 4개의 임산부석이 운영 중이지만, 의자에 임산부석이라고 표시되어 있는 것이 끝이며 산모가 다가가도 어떠한 안내를 해 주지 않는다.

이로 인해, 임산부석에 다른 일반 사람들이 앉아 있는 경우가 대다수이며, 초기 임산부의 경우 외부적으로는 표시 나지 않아 양보 받거나 자리에 앉아 있을 때 눈치가 보이는 경우가 생기기 마련이다.

‘눈치보이조’는 이러한 문제점을 해결하고, 임산부들에게 편의성과 안전성, 접근성 등을 보장하기 위해 좌석을 좀 더 편하게 개선하려고 한다. 더 나아가 임산부들이 지하철을 탈 때 불편함을 느끼지 못하고, 언제든지 이용하고 싶을 때 이용할 수 있도록 하려고 한다.

구현할 목표는 대략적으로, ‘좌석에 사람이 앉아 있는지 체크하는 시스템’, ’좌석 근처 임산부를 인식하고 양보 안내 등을 자동으로 점등하는 시스템’, ‘산모 인증 로그인 및 어플을 통한 좌석 예약 시스템’, ‘지하철 빠른 환승, 엘리베이터 위치 등의 기존 지하철 어플 기능과의 통합’으로 총 4가지 부분으로 이루어져 있다.

먼저 좌석에 사람이 앉아 있는지 체크하는 시스템의 경우, Arduino를 이용하여 좌석에 무게 감지 센서를 부착하여, 좌석에 사람이 앉아 있는지 판별할 것이다. 또한, 추가적으로 좌석이 예약됐을 경우, 좌석이 이미 예약되어 있음을 나타내기 위해, 양보 안내 등을 점등하여 좌석이 예약되어 있음을 나타낼 예정이다.

좌석 근처 임산부를 인식하고 양보 안내 등을 자동으로 점등하는 시스템은 BLE 기술을 이용하여, 임산부가 임산부 배려석 근처로 다가가면 자동으로 양보 안내 등을 점등하여 근처에 산모가 있음을 알리고 양보를 받을 수 있도록 도와주는 시스템이다.

이를 위해, 좌석에 Arduino로 동작하는 BLE beacon을 설치하여 별도의 페어링 과정없이 스마트폰이 좌석의 신호를 수신할 수 있게끔 한다. 수신하는 Packet에는 각 좌석 별 정해져 있는 beacon의 UUID, beacon과 어플과의 거리를 측정할 수 있는 TX Power의 정보가 들어 있다.

산모 인증 로그인 및 어플을 통한 좌석 예약 시스템의 경우, 회원가입시, 임산부 회원번호를 통해서 임산부임을 인증 받을 수 있는 어플리케이션과 좌석간 부착되어 있는 beacon을 Firebase 서버를 통해 통신할 수 있게끔 한다. Firebase 서버에서는 좌석이 이미 예약 되어있는지, 비어 있는 좌석인지 확인하며, 이는 beacon을 통해 예약된 좌석, 어플을 통해 예약된 좌석을 Firebase DB에 저장되어 있는 Database를 통해 확인한다.

마지막으로 지하철 빠른 환승 등 기존 지하철 어플 등이 가지고 있던 편리성을 서울 교통 공사에서 제공하는 API 및 공공 데이터를 활용하여, 다른 지하철 어플을 또 사용해야 하는 번거로움을 줄였다

## 추진 배경 및 필요성

### 임산부석 현황

오늘날의 임산부들은 직접 자가용을 운전하기엔 어렵기에, 대중교통을 이용하여 움직일 수밖에 없다. 따라서 대중교통은 임산부들을 위해서, 좌석을 마련하고, 편리성을 제공할 의무가 있다.

하지만 현재 설치되어 있는 임산부석은 많은 일반 승객들이 산모가 와도 제대로 알아차리기 힘들다는 이유로 거리낌 없이 일반 좌석처럼 사용하고 있는 경우가 많다.

보건 복지부에서 2019년 10월에 조사한 발표에 따르면, 그간 임산부 배려 상징을 착용한 임산부에게 임산부 전용 좌석을 양보하고, 직장 내 유연근무 확산 등의 홍보 캠페인을 지속적으로 실시하였으나, 아직은 배려문화가 충분히 확산되었다고 보기 어려운 지적이 있었다.

임산부 500명을 대상으로 한 조사에서 54.1%의 임산부가 ‘임산부 전용 좌석을 배려 받지 못했다’라고 응답한 사례가 나왔으며, 임산부가 필요하다고 얘기한 배려에서는 2번째로 큰 비율로, 사회적으로 대중교통에서의 좌석 배려가 필요하다고 한 답변이 37.8%에 달했다.

또한, 나우앤서베이에서 조사한 결과에 따르면, ‘귀하는 임산부가 아닌 사람이 배려석에 앉았다고 언쟁을 했거나 다른 사람들이 언쟁하는 것을 목격한 적이 있으신 가요?’ 에 대하여 질문한 결과 ‘아니오(61%)’, ‘예(39%)’ 순으로 응답해, 임산부 배려석에 대한 자리 다툼이 적지 않은 것으로 나타났다.

다른 질문으로, ‘귀하는 현재 임산부 배려석에 주로 누가 앉는다고 생각하십니까?’에 대하여 질문한 결과 ‘일반 탑승객(임산부 및 교통약자를 제외한 나머지 승객)(45%)’가 많은 응답을 차지하였고, ‘임산부를 제외한 교통약자(고령자, 장애인, 영유아를 동반한 승객 등)(34%)’, ‘임산부(21%)’ 순으로 나타나 현재 지하철 임산부 배려석에는 임산부가 아닌 사람이 임산부 보다 더 많이 이용하고 있는 것으로 판단할 수 있다.



### 임산부석 기술 발전 현황

임산부 전용 좌석은 전세계 적으로 한국에서 제일 먼저 도입한 배려석이다. 현재 서울시에서 임산부 전용 좌석을 만든 다음으로, 조금씩 발전해 나가고 있다.

서울시에서 시작된 임산부 전용 좌석에서, 부산시에서는 임산부에게 리모컨으로 조작하는 beacon을 지급하여, 대중교통에서 임산부가 임산부 배려 상징을 지니고 임산부 전용 좌석에 가까워졌을 때 리모컨을 누르면 좌석 근처에 있는 ‘핑크 라이트’라는 핑크색 불빛이 반짝이도록 하였다.

특히 부산시가 18년부터 진행하고 있는 핑크 라이트 캠페인은 외견으로 티가 나지 않는 임신 초기 산모도 리모컨을 이용한 점등을 하여 양보를 받을 수 있도록 하여 두바이 국제 모범 사례상 우수작으로 선정되었고 사용해본 50% 이상의 산모가 만족한다는 결과를 얻었다고 한다.

### 임산부석 시스템 현황

한국에서 제일 먼저 개발된 임산부 배려 좌석임에 따라, 리모컨을 통해 양보 등이 점등되게 하는 부산시의 사례가 가장 발전된 형태이며 해외는 미국, 일본이 처음으로 우리나라 뒤를 이어 도입했거나 도입할 예정이다.

미국의 경우, 임산부 배려 배지를 만들어 옷 위에 착용하도록 했으며, 자리에 앉아 있는 사람의 경우, 배지를 볼 시에 자리를 양보하는 식으로 도입했다.

일본의 경우, 아직 도입하지는 않았지만, 현재 도입 준비중인 시스템으로, 임산부에게 주어진 특수 버튼을 누르면, 해당 지하철 칸에 타고 있는 승객들 중 어플을 설치한 사용자에게 문자 메시징 또는 푸시 알람을 보내, 해당 칸에는 임산부가 탈 예정이니, 좌석을 배려해 줄 수 있는 사람은 좌석을 양보하도록 하는 시스템을 구축할 예정이다.

### 임산부석 시스템의 문제점

여러 해외 및 국내 임산부 배려석의 경우, 아직 암묵적인 룰로 자리 양보를 부탁하고 있으며, 배지나 임산부 배려 상징이 보이지 않는 경우에는 임산부임을 알 수 없어서 자리 양보를 받기 힘든 경우가 많다. 일본의 경우에도, 어플을 설치하지 않은 사람은 양보를 제안하는 알림을 받을 수가 없다.

또한 이미 리모컨을 통한 점등방식을 사용중인 부산시 핑크 라이트의 문제점도 있는데, 리모컨을 2만 8000개 제작하여 부산 각 주요 환승역과 보건소에서 부여 받도록 하였으나 산모들은 이동하기 불편하기 때문에 실제로 리모컨을 부여 받아 사용하고 있는 산모의 수는 실제 18년 당시 부산/김해에 등록된 산모의 수의 10% 미만의 적은 수가 사용하고 있는 것으로 나타났다.

그리고 출산을 하여 사용하지 않게 된 리모컨을 반납하지 않게 되면 수신기는 영영 다른 산모가 사용할 수 없게 되어 예산낭비라는 지적이 있었으며, 지하철 배려석에 설치된 리모컨 수신기는 지하철의 전원 사용하는 것이 아닌 건전지로 작동하기 때문에 지속적인 유지보수가 필요한 부분도 단점으로 지적되고 있다.

# 개발 내용 및 결과물

## 목표

임산부들은 고유의 임산부 등록번호를 이용하여 어플리케이션에 회원가입 할 수 있으며 좌석 예약부터 각종 지하철과 관련된 편의기능을 사용할 수 있다. 또한 좌석에 도착하게 되면 좌석과 연동되어 탑승부터 하차할 때까지 편의를 제공한다.

일반인과 구별이 힘든 초기 임산부를 비롯하여 모든 임산부들이 자리를 양보 받을 수 있도록 하며 평소에는 일반인들도 눈치를 보지 않고 임산부석에 앉을 수 있도록 산모가 근처에 오면 확실하게 알려주는 핑크 라이트 점등이 가능하며, 임산부석 자리를 예약할 수 있는 시스템을 개발한다.

## 연구/개발 내용 및 결과물

### 연구/개발 내용

1. **로그인, 회원 가입 및 인증**

* Google Firebase Authentication를 이용하여 email과 password로 회원 가입이 가능하다.
* DB에 저장된 이름과 임산부 등록 카드 번호와 비교하여 임산부 인증을 진행한다.

1. **경로 검색**

* 사용자로부터 출발역과 도착역을 입력 받으면 Odsay API를 이용하여 이동 경로, 소요 시간, 환승 여부와 빠른 환승 정보를 구한다.

1. **좌석 예약**

* 경로 검색이 끝나면 예약 가능한 열차 리스트와 각 열차의 예약 가능한 좌석 수를 표시한다.
* 열차를 선택하면 열차의 각 칸마다 예약 가능한 좌석 수를 표시하며 칸을 선택하면 해당 칸의 좌석 예약 현황을 색으로 표현한다.
* 좌석이 빨강색이면 이미 예약이 되어 있는 좌석이며 노란색이면 예약은 되어 있지 않지만 누군가가 앉아 있는 좌석으로 예약이 가능하다. 또한 초록색이면 예약이 되어 있지 않고 아무도 앉아 있지 않은 좌석으로 당연히 예약이 가능하다.

1. **환승**

* 좌석 예약이 끝나면 예약 현황을 볼 수 있으며 ‘도착’ 버튼이 존재한다.
* 환승역이나 최종 목적지에 도착하면 사용자는 ‘도착’ 버튼을 누르며 환승을 해야 하는 경우 다음 노선의 열차를 예약할 수 있다. 최종 목적지에 도착했다면 main layout으로 이동한다.

1. **BLE beacon 검색**

* 어플리케이션은 BLE beacon을 0.1초마다 검색하고 사용자와 beacon 사이의 거리가 3m 이내가 되면 beacon의 major, minor 값을 얻는다.

1. **LED 점등 시퀀스**

* 클라이언트로부터 서버는 socket.io 통신을 통해 사용자의 예약 여부와 탐지한 beacon의 minor 값을 수신한다.
* minor 값을 해석하여 탐지한 beacon의 열차 칸과 좌석 번호를 얻는다.
* 사용자가 예약을 하지 않은 상태로 예약이 되어 있지 않은 자리에 접근한 상황의 경우 MQTT broker에 1이라는 메시지를 publish한다.
* 사용자가 예약을 했으며 본인이 예약한 좌석에 접근한 상황의 경우 MQTT broker에 2라는 메시지를 publish한다.
* 사용자가 예약을 했으나 본인이 예약한 좌석이 아닌 다른 좌석에 접근했거나, 예약하지 않은 사용자가 다른 사람이 예약한 좌석에 접근한 경우 LED를 점등하지 않으므로 아무런 메시지도 publish하지 않는다.

1. **LED 점등**

* 추후 작성

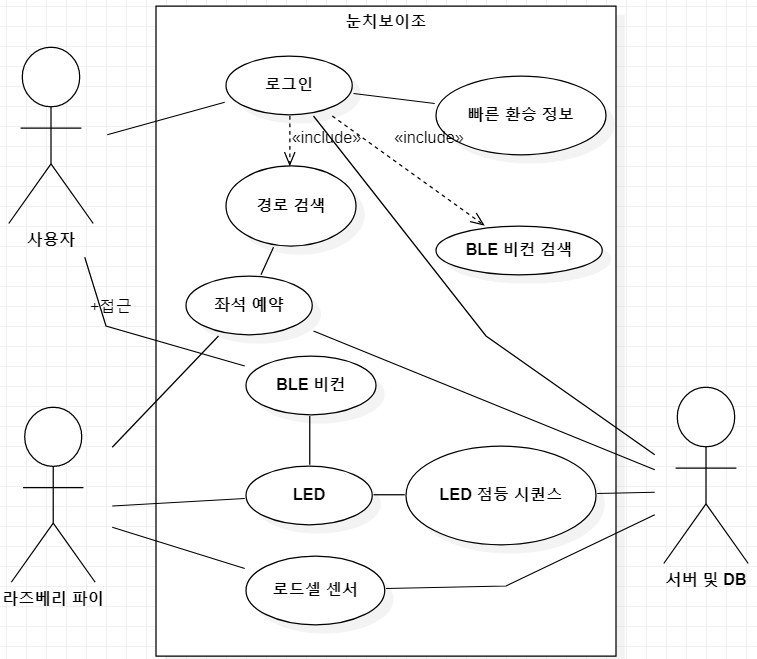
1. **로드셀 센서**

* 좌석에 설치하여 무게를 감지한다.
* 감지된 무게가 20kg 이상이면 사람으로 판단하여 true 메시지를 서버로 보낸다. 20kg 미만이면 false 메시지를 서버로 보낸다.

### 시스템 기능 요구사항

**계획서에서 제시한 시스템 기능 요구사항들에 대해 완료/변경/미완료로 명시한다. 변경은 완료는 되었으나, 최초의 요구사항과 달라진 것으로 변경된 사항을 함께 명시한다.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| FR | 기능 | 내용 | 달성 여부 |
| FR 1 | 로그인 기능 | 임산부 등록 번호를 이용하여 임산부임을 인정받고 로그인 기능을 구현한다. |  |
| FR 2 | 좌석 예약 기능 | Arduino로부터 비어 있는 좌석 정보를 받아와 좌석을 예약할 수 있게 한다. |  |
| FR 3 | 빠른 환승 기능 | 어플리케이션에서 빠른 환승 플랫폼 등의 정보를 확인할 수 있게 한다. |  |
| FR 4 | 임산부석의 기능 | 1. 좌석을 예약한 임산부가 좌석 앞에 도착하면 BLE를 이용하여 LED가 점등된다.  2. 하차역에 도착하게 되면 진동이나 소리를 통해 알려준다.  3. 압력센서를 이용하여 사람이 앉아있는지 아닌지를 판별한다. |  |



### 시스템 비기능(품질) 요구사항

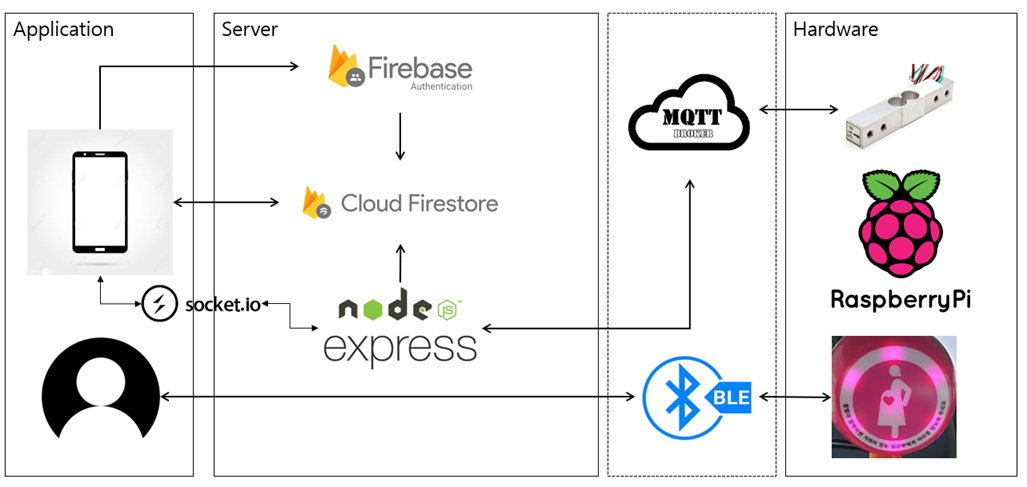
**계획서에서 제시한 시스템 비기능(품질) 요구사항들에 대해 달성/미달성으로 명시한다. 미달성의 경우, 문제의 원인을 분석하여 기술한다.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| NFR | 항목 | 내용 | 달성 여부 |
| NFR 1 | 성능 (Performance) | 두 명 이상의 사용자가 동시에 좌석예약을 요청하면 조금이라도 빠르게 요청한 사용자의 좌석예약을 진행하고 늦은 사용자의 경우 자리가 없다는 에러 메시지를 전송한다. |  |
| NFR 2 | 사용성 (Usability) | 모든 사람들이 쉽게 사용할 수 있도록 UI를 만든다. |  |
| NFR 3 | 보안성 (Security) | 사용자의 정보에 대해 안전을 보장한다. |  |

### 시스템 구조 및 설계도

**계획서에서 제시한 아키텍처의 최종 버전, 이과 같이 변경된 원인 및 판단 근거를 함께 서술한다. 또한 보다 구체적인 설계 사양을 위해 클래스 다이어그램, 시퀀스 다이어그램, 상태 다이어그램 등을 추가 활용하여 시스템을 설명할 수 있다.**

1. 클라이언트에서 email, password, 이름, 카드 번호를 입력받아 Firebase Authentication를 통해 회원 가입하고 Firestore에 데이터를 저장한다.
2. 클라이언트와 서버는 socket.io를 통해 통신하고 서버와 하드웨어는 MQTT broker를 통해 통신한다.
3. 클라이언트는 BLE beacon을 계속 검색하며 사용자와 하드웨어 사이의 거리를 측정한다.



### 활용/개발된 기술

1. **Android Studio**

* 모바일 개발을 간편하게 하기 위하여 선택했다.

1. **Google Firebase**

* 보다 간편히 개발하기 위해 서버리스 컴퓨팅 환경을 지원하는 Firebase를 선택했다. Fully Managed 서비스이며 서버 인프라를 신경 쓰지 않아도 된다.
* Firebase Authentication을 통해 로그인 및 회원가입을 간편히 구현했다.
* 공식 document가 잘 정리되어 있어 사용하기도 간편했다.

1. **Firestore**

* 실시간 데이터베이스이며 NoSQL의 장점인 확장성이 용이한 설계가 가능하다.
* 보안 규칙을 이용해 간단하게 보안을 강화할 수 있다.

1. **Express**

* 서버리스 컴퓨팅 환경인 Firebase를 이용하기 때문에 계획에는 사용할 예정이 없었으나 클라이언트와 하드웨어 간 통신을 위해 Express 서버를 구축했다.

1. **Socket.io**

* Android Studio와 Express간 통신을 위해 사용하며 room을 통해 1:N 통신한다.

1. Raspberry Pi
2. Bluetooth Low Energy
3. MQTT

### 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안

1. **실제 지하철에 적용**
2. 노선과 운행중인 열차가 너무 많음

* DB에 8호선과 9호선의 특정 노선과 구간만을 저장하여 시연한다.

1. 실시간 지하철의 위치 정보를 제공하는 API의 부재

* 실제 지하철의 위치 정보와 시간표를 이용하려는 초기 계획을 포기하고 가상의 시간표를 만들어 시연한다.

1. 좌석 예약 진행 시 자신의 위치와 구간의 예약 정보를 비교해야 하는데 자신의 위치 정보 부재

* 실시간 지하철 위치 정보를 받아 올 수 없게 되고 가상의 열차를 이용하게 됨으로써 사용자의 위치를 파악할 방법이 사라졌다.
* 프로토타입에 한정하여 열차의 위치를 특정 역에 고정시킴으로써 구간별 예약정보와 비교하여 정상적으로 해당 좌석이 예약 가능한지를 판별할 수 있게 됐다.

1. 프로토타입의 한계로 모든 좌석에 하드웨어를 연동하는 것은 요구되는 비용이 큼

* 시연을 목적으로 2개 좌석만 하드웨어를 연동한다.

1. 이후 프로토타입을 넘어 실제 적용하게 되면(?) 좌석마다 라즈베리 파이를 하나씩 연동하는 것은 요구 비용이 너무 큼

### 결과물 목록

**프로젝트 수행의 결과물을 목록으로 제시하고 이에 따른 기술문서 유/무를 표시 한다.**

**기술 문서가 있는 경우 부록에 삽입한다.**

## 

## 기대효과 및 활용방안

임산부로 하여금 착석할 수 있는 임산부석을 실시간으로 찾아볼 수 있게 함으로써 비어 있는 좌석을 찾는데 필요한 이동 시간이나 거리를 크게 줄여준다. 또한 배려석에 별다른 예약 없이도 산모가 다가가면 자동으로 beacon을 통해 양보 등이 점등되어 산모가 있음을 확실하게 알려 쉽게 양보를 받을 수 있도록 도와준다.

# 자기평가

**여러 장에 걸쳐서 최종결과물에 대하여 기술한 다음 최종적으로는 본 프로젝트를 수행한 자기 평가를 기술한다. 최종 결과물에 대하여 다양한 준거를 적용하여 팀원 스스로 결과물의 사용 가능성 여부를 종합 판단한다.**

# 참고 문헌

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 번호 | 종류 | 제목 | 출처 | 발행년도 | 저자 | 기타 |
| 1 | 기사 | 임신부 배려 '핑크라이트'사업, 취지 좋으면 뭐하나... | <http://www.busan.com/view/busan/view.php?code=20180103000118> | 2018 | 장혜진 |  |
| 2 | 잡지 | 임산부의 대중교통 이용, 조금만 배려해 주세요 | 월간교통, 2018.12, 45~47 | 2018 | 유주영 |  |
| 3 | 보도자료 | 임산부를 배려하는 문화, 함께 만들어가요! | <http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&page=1&CONT_SEQ=351117> | 2019 | 출산정책과 |  |
| 4 | 신문 | 수도권 지하철 ‘임산부  배려석’ 설문 조사 발표...  "고맙지만 임산부는 앉기 힘들어" | <http://www.newsdigest.co.kr/news/articleView.html?idxno=2958> | 2019 | 조진웅 |  |

# 부록

## 사용자 매뉴얼

**설치 가이드, 따라하기 등 포함**

## 운영자 매뉴얼

**설치 가이드, 설정 및 운영 가이드 등**

## 배포 가이드

## 테스트 케이스

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 대분류 | 소분류 | 기능 | 테스트 방법 | 기대 결과 | 테스트  결과 |
| 클라이언트 | 인증 | 로그인 및 회원가입 | Email과 Password를 통해 회원 가입하고 로그인을 시도한다. | Firebase Authentication에 계정이 등록되고 Firestore User collection에 사용자 document가 추가된다. | 성공 |
| 인증 | 임산부 인증 | 이름과 임산부 등록 카드번호를 입력한다. | 임산부가 맞다면 사용자 document의 isPregnant 필드가 true로 갱신된다. | 성공 |
| API | 경로 검색 | 출발역과 도착역을 입력한다. | 이동 경로, 소요 시간, 환승 여부가 출력된다. | 성공 |
| API | 빠른 환승 정보 | 출발역과 도착역을 입력한다. | 빠른 환승 플랫폼이 출력된다. | 성공 |
| 알고리즘 | 좌석 예약  현황 확인 | 경로 검색을 진행하고 열차 리스트를 선택한다. | 경로 검색을 진행하면 열차 리스트와 함께 예약 가능한 좌석 수가 표시되며 열차 선택 후 각 칸의 예약 가능한 좌석 수가 표시된다. | 성공 |
| 알고리즘 | 좌석 상태 표시 | 열차 칸을 선택한다. | 예약 가능한 좌석은 초록색으로 표시된다.  예약은 되어 있지 않지만 누군가가 앉아 있는 좌석은 노란색으로 표시된다.  예약이 되어 있는 좌석은 빨강색으로 표시된다. | 성공 |
| 알고리즘 | 좌석 예약 | 초록색, 노란색, 빨강색 좌석을 각각 클릭한다. | 초록색과 노란색 좌석의 경우 예약이 진행되며 빨강색 좌석의 경우 에러 메시지를 출력한다. | 성공 |
| 알고리즘 | 환승 | 환승을 하는 경우와 환승을 하지 않는 경우 두 가지에 대해서 예약 현황 layout의 ‘도착’ 버튼을 클릭한다. | 아직 남은 여정이 있다면 다음 노선에 대하여 추가 예약을 진행하고 최종 목적지라면 main 화면으로 넘어간다.  두 경우 모두 해당 좌석에 대해 예약이 제거된다. | 성공 |
| 알고리즘 | 좌석 예약 History | 좌석 예약을 진행한 후 메뉴를 열어 History를 확인하고 클릭한다. | 최대 4개까지 예약 이력이 표시되며 클릭 시 경로 검색 layout으로 넘어가 출발역과 도착역이 입력된다. | 성공 |
| BLE | BLE beacon 검색 | BLE 검색 버튼을 클릭한다.. | 0.1초마다 BLE beacon을 검색하며 사용자와의 거리를 출력한다.  거리가 3m 이내로 진입 시 해당 beacon의 major, minor 값을 얻는다. | 성공 |
| 서버 | Database | DB 구축 | DB의 추가, 갱신, 삭제, Query를 테스트한다. | DB의 조작과 document의 검색이 정상적으로 동작한다. | 성공 |
| Socket.io | 클라이언트와 서버 연동 | 클라이언트에서 검색한 BLE beacon의 major, minor 값을 서버로 송신한다. | major, minor 값이 정상적으로 수신한다. | 성공 |
| 알고리즘 | LED 점등 시퀀스 | 사용자의 예약 여부, 좌석의 예약 여부 경우를 조합하여 테스트한다. | 예약한 사용자가 본인이 예약한 좌석에 접근하면 1메시지를 publish한다.  예약하지 않은 사용자가 예약되지 않은 좌석에 접근하면 2메시지를 publish한다.  그 외의 모든 경우 메시지를 publish하지 않는다. | 성공 |
| MQTT | 서버와 라즈베리 파이 연동 | 라즈베리 파이로부터 로드셀 센서를 MQTT broker를 통해 받는다. | 로드셀 센서 메시지를 수신하여 log로 출력한다. | 성공 |
| Database | 로드셀 센서 값 DB에 저장 | 수신한 로드셀 센서 값 메시지로 DB를 갱신한다. | DB의 좌석 착석 여부 필드가 실시간으로 갱신된다. | 성공 |
| 하드웨어 | LED | 상황에 따른 LED 점등 | LED 점등 시퀀스의 결과 메시지를 MQTT broker를 통해 서버로부터 수신한다. |  | 성공 |
| 센서 | 로드셀 센서 | 좌석에 설치하여 무게를 조절한다. | 20kg 이상이면 사람으로 판단하여 true 메시지를, 20kg 미만이면 false 메시지를 송신한다. | 성공 |