



---

**라이브버디**

---

AI 기반 사석화 방지 통합 관리 시스템

# Final Report

---

컴퓨터공학 종합설계 003

5조 롱스톤

## 목차

I. 서론.....	3
1. 프로젝트 개요.....	3
2. 시장 및 관련 특허 조사.....	3
2-1. 공용공간의 사석화 원인 및 문제점 파악.....	3
2-2. 기존 특허와 본 시스템의 비교/분석.....	6
II. 본론.....	10
3. 개발 계획.....	10
3-1. 요구사항 명세서.....	10
3-2. 간트 차트.....	10
3-3. Use-case Diagram.....	11
4. 개발 상세 - 핵심 기능과 구동 방식.....	12
4-1. 개발 환경.....	12
4-2. 앱 기능 및 UI.....	13
4-3. 백엔드.....	19
4-4. 딥러닝, 보드 및 센서 제어.....	22
5. 전체 시스템 구성.....	25
5-1. 전체 동작 스키마.....	26
5-2. 수형도.....	26
6. 역할분담.....	28
III. 결론.....	28
7. 지식재산권 등록 명세서 작성.....	28
8. 비전 및 기대효과.....	30
IV. Reference .....	30

## I. 서론

### 1. 프로젝트 개요

인하대학교를 포함한 대부분의 대학의 경우 사석화 방지를 위해 도서관 열람실을 이용할 때 온라인 좌석 예약제를 실시하고 있지만, 여전히 사석화 문제에 대한 불만이 제기되고 있다. 따라서 좌석 예약 시스템만으로 사석화 문제를 근본적으로 해결할 수 없으며 발권 제도가 없는 카페, 강의실, 라운지, 대기 좌석 등 아무런 제약 없이 자유롭게 이용할 수 있는 공간에서는 좌석 부족 문제와 사석화 문제가 더욱 심각한 상황이다. 이에 대한 해결책으로 예약 시스템이 없는 넓은 공간에서도 적은 인력으로도 관리가 가능하고, 객체 인식을 활용하여 사석화를 방지하는 서비스를 제공하고자 한다. 따라서, 본 서비스를 통해 이용 가능한 좌석을 최대한 확보, 회전율을 높이고 낭비되는 인건비를 줄여 궁극적으로는 공용공간의 자동화된 관리와 효율적인 사용을 목적으로 한다.

## 2. 시장 및 관련 서비스 조사

### 2-1. 공용공간의 사석화 원인 및 문제점 파악

#### -기존 공용공간의 부족

개강 이후 가장 학생들로 북적이는 곳 중 하나는 대학교 도서관이다. 시험 기간이 다가올수록 각 대학교 도서관은 학생들로 붐비기 때문에 자리를 차지하기 어려우며 이에 근본적인 원인은 학생 수와 비교해 턱없이 부족한 도서관 좌석 수이다.

최근 대학도서관 좌석 수 및 규정 준수 현황(2018년기준)

(단위 : 명, 좌석수, 학교수, %)

구분		좌석수현황			규정 미준수 대학현황 <sup>1)</sup>		
		재학생수 (A)	좌석수 (B)	좌석당학생수 (A/B)	미준수대학 (C)	대상대학 (D)	미준수비율 (C/D)
대학	국공립	556,214	99,748	5.6	8	47	17.0
	사립	1,373,227	273,197	5.0	36	159	22.6
	계	1,929,441	372,945	5.2	44	206	21.4
전문대학	국공립	8,720	2,296	3.8	4	9	44.4
	사립	453,876	69,918	6.5	104	155	67.1
	계	462,596	72,214	6.4	108	164	65.9
합계		2,392,037	445,159	5.4	152	370	41.1

[표 1] - 대학도서관 좌석 수 및 규정 준수 현황

‘2018 년 대학도서관 좌석 수 및 규정 준수 현황’을 분석한 결과 총 370 개의 대학 중 152 개의 대학(41%)이 좌석 수 규정을 지키지 않고 있는 것으로 나타났다. 대학설립 운영 규정 ‘교사시설의 구분’에 나와 있는 대학도서관의 좌석 규정에 따르면 열람실에는 학생정원의 20% 이상을 수용할 수 있는 좌석을 갖춰야 한다. 이를 해석하면 대학 도서관의 좌석당 학생 수는 5 명 이하여야 하나, 해당 자료에 의하면 대학도서관의 좌석 수 평균은 5.4 명인 것으로 나타난다. <sup>1</sup>

대학 총결산액 대비 자료구입비 비율

(단위 : 백만원, %)

구분	대학 수	대학 총결산액	자료구입비	자료구입비 비율
4년제/대학원대학	246	26,522,272	227,924	0.9
전문대학	134	4,738,531	11,784	0.2
전체	380	31,260,803	239,708	0.8

자료구입비 : 2018년 결산금액



최근 5년간 대학 총결산액 대비 자료구입비 비율 변화

[그림 1] - 대학 총결산액 대비 자료구입비

그럼에도 불구하고 대학이 도서관 자리를 늘리기 어려운 큰 이유는 도서관 예산이 적게 편성되기 때문으로, 실제로 한국교육학술정보원에 따르면, 대학교 도서 자료구입비 비율과 증가율은 감소하거나 답보 상태를 보인다.

## -인건비 문제+사석화 문제

재학생 수 대비 열람실 좌석 수가 부족한 것이 근본적인 원인이나, 이 문제를 더욱 악화시키는 이유 중의 하나로 시험 기간만 되면 발생하는 ‘자리 사석화’의 문제가 있다.

<sup>1</sup> 김예람, “공부할 곳 없는 대학 도서관, 규정 미준수 5 곳 중 2 곳”, <한국교육신문>, 2019.10.16

‘자리 사석화’는 공용공간에서 자리를 사용할 때, 개인 소지품을 자리에 두고 장기간 독점적으로 이용하여 학생들의 불만을 사고 있는 행태다. 사석화 방지를 위해, 인하대학교를 포함한 일부 도서관에서는 ‘지킴이’라는 제도를 도입하고 있다.

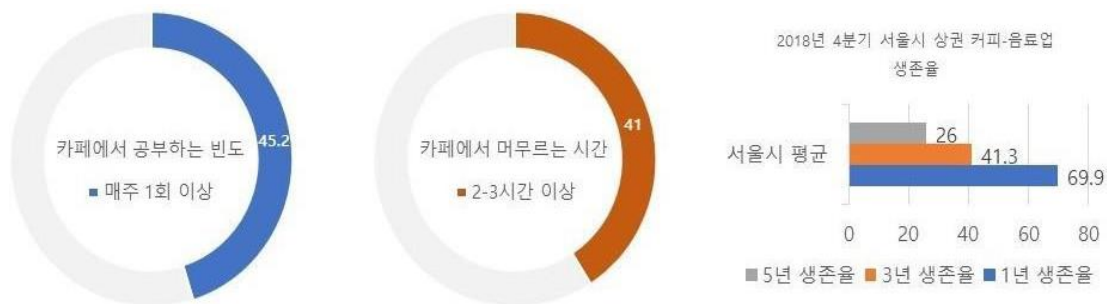
정석 자치위원회 구성 : 임원진 3명 + 자치위원 18명 = 21명

급여 : 월 386,400원 (코로나 사태로 인한 근무 시간 단축 및 최저시급 인상으로 변동 있을 수 있음)

[표 2] - 정석자치위원회 인건비

하지만, 이에 필요한 인건비는 상당한 것으로 나타난다. 인하대학교 기준, 정석 자치위원회의 인건비에만 약 연 9,700 만 원 정도가 소요된다. ( 정석 자치 위원 급여 월 386,400 원 \* 12 개월 \* 총 21 명 = 1 년에 97,372,800 ). 정석자치위원회의 인건비 이외에도, 학교 내에 다양한 공용공간에서 지출되는 인건비는 상당하다. 이러한 인건비가 도입되었음에도 불구하고 사석화 문제는 좀처럼 해결되지 않을 뿐 아니라, 나아가 사회의 곳곳에서 경제적 손실을 발생시킨다.

도서관에서 자리를 찾지 못한 학생들은 그 대안으로, 주변의 공용공간을 찾게 된다. 그러나 사석화 문제의 근본적 이유가 해결되지 않음에 따라 외부에서도 좌석 회전율을 낮추는 악순환이 이루어지고 있는데, 그 예로 카페의 경우가 있다.



[그림 2] - 카페에서 공부하는 빈도, 시간, 생존율

상기 자료를 보면 서울 지역 커피음료업의 3 년 생존율은 41.3%로, 절반 이상의 업체가 버티지 못하고 있다. 전문가들에 따르면, 대학가 주변 상권의 주요 소비층이 대부분 ‘카공족’(장시간 카페에 머무르며 공부를 하는 사람)들이기 때문에 사석화 문제에 대한 피해를 가장 많이 보고 있음을 알 수 있다.

## 2-2. 기존 특허와 본 서비스의 비교/분석

### - 기존 특허 분석

본 서비스의 필요성 및 차이점을 강조하고 미비점을 보완하기 위해 기존 기술의 특허 중 공개 일자, 규모 등을 기준으로 3 개를 선정하여 각 특허의 특징 및 장단점을 분석하였다.

#### 1. 좌석 관리 시스템 및 좌석 관리 시스템을 이용한 열람실 관리 방법

좌석관리 시스템 및 좌석관리 시스템을 이용한 열람실 관리 방법  
Seat management system and method for controlling library using the same

상세정보	공개전문	공고전문	등록사항	통합행정정보			
서지정보	인명정보	행정처리	청구항	지정국	인용/피인용	패밀리정보	국가R&D 연구정보
(51) Int. CL.	G06Q 50/10(2012.01.01) G06Q 10/02(2012.01.01) H04W 12/06(2012.01.01) G06Q 50/30(2012.01.01)			다운로드 크게보기			
(52) CPC	G06Q 50/10(2013.01) G06Q 10/02(2013.01) H04W 12/06(2013.01) G06Q 50/30C0(2013.01)						
(21) 출원번호/일자	1020190012416 (2019.01.31)						
(71) 출원인	한남대학교 산학협력단						
(11) 등록번호/일자	1021632550000 (2020.09.29)						
(65) 공개번호/일자	1020200094958 (2020.08.10)			전문다운			
(11) 공고번호/일자	(2020.10.08)			전문다운			
(86) 국제출원번호/일자							
(87) 국제공개번호/일자							

#### [특허 1] - 좌석 관리 시스템 및 좌석 관리 시스템을 이용한 열람실 관리 방법

해당 특허는 예약시스템+보드를 이용한 좌석 확인 시스템을 이용한 것으로, 사용자의 좌석 무게를 측정하여 실제 착석 여부를 파악한다. 사용자 단말을 이용하여 적절한 사용자의 입/퇴실 또는 외출 확인이 가능하며, 내부 좌석에 식별코드가 부착되어 있어 일정 시간 이내 식별 코드를 인증하지 못할 시 예약이 취소되는 것을 실시간으로 확인할 수 있다. 추가적으로 사용자 물건 보관함의 무게를 측정하여 퇴실 후 분실물 확인이 가능하며 알림 메시지를 보낸다. 하지만 지정좌석제에서만 이용할 수 있으며 사람의 착석 여부를 정확하게 감지하기 어렵다는 점, 불편한 예약시스템을 더욱 심화했다는 점에서 개선이 필요하다.

## 2. 공공시설의 좌석 점유 정보 제공을 위한 시스템 및 방법

### 공공 시설의 좌석 점유 정보 제공을 위한 시스템 및 방법

System and method for providing seat occupancy information in public facilities

상세정보

공개전문

공고전문

등록사항

통합행정정보

서지정보

인명정보

행정처리

청구항

지정국

인용/피인용

패밀리정보

국가R&D 연구정보

(51) Int. CL.	G06Q 50/26(2012.01.01) G08B 5/22(2006.01.01) G09F 9/30(2006.01.01)	다운로드	크게보기
(52) CPC	G06Q 50/26(2013.01) G08B 5/22(2013.01) G09F 9/30(2013.01)		
(21) 출원번호/일자	1020190100397 (2019.08.16)		
(71) 출원인	동의대학교 산학협력단		
(11) 등록번호/일자	1022247970000 (2021.03.02)		
(65) 공개번호/일자	1020210020637 (2021.02.24)	전문다운	
(11) 공고번호/일자	(2021.03.08)	전문다운	
(86) 국제출원번호/일자			
(87) 국제공개번호/일자			

### [특허 2] - 공공시설의 좌석 점유 정보 제공을 위한 시스템 및 방법

아두이노 기반 제어용 기판에 센서 및 통신 모듈이 구성되어 있으며 압력센서 및 온도센서를 이용하여 실제 사람이 착석한 경우를 감지하여 좌석 점유상태를 판단한다. 한 명이 여러 자리를 독점하는 것을 방지하고 착석 여부를 판단하는 데에 유용하다. 그러나 퇴실 후 분실물을 바로 알 수 있는 기능이 없으며, 기존의 예약시스템을 유지하기 때문에 지정좌석제에서만 이용 가능하다는 점에서 개선이 필요하다.

## 3. 스마트 단말기를 이용한 도서관 좌석 예약 및 운영 시스템

### 스마트 단말기를 이용한 도서관 좌석 예약 및 운영 시스템

Seat reservations are smart devices and operating systems using the library

상세정보

공개전문

공고전문

등록사항

통합행정정보

서지정보

인명정보

행정처리

청구항

지정국

인용/피인용

패밀리정보

국가R&D 연구정보

(51) Int. CL.	G06Q 50/20(2012.01.01) H04W 12/06(2012.01.01) H04W 4/02(2018.01.01) G06Q 10/02(2012.01.01)	다운로드	크게보기
(52) CPC	G06Q 50/20(2013.01) H04W 12/06(2013.01) H04W 4/02(2013.01) G06Q 10/02(2013.01)		
(21) 출원번호/일자	1020120097202 (2012.09.03)		
(71) 출원인	주식회사 로텍스		
(11) 등록번호/일자	1014206670000 (2014.07.11)		
(65) 공개번호/일자	1020140030707 (2014.03.12)	전문다운	
(11) 공고번호/일자	(2014.07.17)	전문다운	
(86) 국제출원번호/일자			
(87) 국제공개번호/일자			

### [특허 3] - 스마트 단말기를 이용한 도서관 좌석 예약 및 운영 시스템

식별코드가 마련된 책상에 단말기를 인식하여 출석 확인 후 도서관 예약을 위한 애플리케이션을 통해 좌석 이용이 가능한지 확인하고 예약 기능을 수행한다. 또 비콘을 통해 입/퇴실 및 외출 여부를 파악하여 인증을 간소화했지만, 지정좌석제에서만 이용할 수 있고 실제 착석 여부 및 분실물 파악이 불가능하다는 점에서 개선이 필요하다.

## -본 서비스와 기존 특허의 비교분석표

위에서 분석한 내용을 바탕으로 본 서비스와 비교하여 표로 나타냄으로써 한눈에 차이점을 볼 수 있도록 했다.

비교대상 기능	라이브버디	좌석관리 시스템 및 좌석관리 시스템을 이용한 열람실 관리 방법 (한남대학교 산학협력단, 10-2020-0094958, 2020)	공공 시설의 좌석 점유 정보 제공을 위한 시스템 및 방법 (동의대학교 산학협력단, 10-2021-0020637, 2021)	스마트 단말기를 이용한 도서관 좌석 예약 및 운영 시스템 (주식회사 로텍스, 10-2014-0030707, 2014)
지정/자유좌석제 모두 운영 가능	○	X	X	X
통계 시스템 도입/분석	○	X	○	X
실시간 좌석 점유상태 확인	○	○	○	△
여러 좌석 독점 방지	○	△	○	○
퇴실 처리 후 바로 분실물 확인	○	○	X	X
실제 사람의 착석 여부 확인	○	△	△	X
	기존의 예약 시스템 불필요 객체 인식을 통해 정확한 착석 여부 확인 가능	예약, 발급, 출입, 외출 시 필요한 과정(인증)이 많음. (기존 예약시스템 심화)	기존 예약시스템 유지 실제 착석 여부를 알기에 부족.	실제 착석 여부 확인 불가능.

[표 3] - 본 서비스와 기존 특허 비교분석표

## -본 서비스의 차별성

### 1) 예약 시스템이 갖춰지지 않은 공간에서의 좌석 상태 확인

→ 앱 사용자의 좌석뿐만 아니라 공용공간에 배치된 모든 좌석의 상태를 확인하는 것이 가능하므로 사용자가 공용공간의 좌석을 이용하는 데 있어 편의성을 제공한다.

### 2) 통계 시스템 도입 (좌석 혼잡도, 사석화 의심 비율, 시간대별 이용량)

→ 사용하려는 공간의 현황을 실시간으로 나타냄으로써, 사석화 의심 비율이 높은 공간은 관리 측면에서의 편의성을 부여하고, 혼잡도 및 이용량을 통해 특정 공간의 이용집중 해소 및 사용자의 시간 절약 측면에서 이점이 생긴다.



### 3) 객체 인식을 도입한 사석화 탐지

→ 사람과 사물을 구분하도록 학습시킨 보드를 이용하여 실시간 객체 인식을 도입함으로써, 센서만으로 사석화를 탐지하는 것보다 사석화 탐지의 정확도를 비약적으로 향상시키고 넓은 공간의 사석화 탐지도 가능하게 한다. 주 지표인 객체 인식과 보조지표인 센서(압력센서, 거리센서) 등을 함께 이용하여 사석화 탐지 정확도를 99% 이상으로 높인다.

### 4) 사석화 의심 좌석 발생 후 대처

→ 사석화 의심 좌석이 발생했을 경우 관리자와 사용자 모두에게 팝업 알람을 올리게 한다. 관리자의 알람에는 카메라 버튼을 이용해, 의심 좌석이 발생한 공용공간의 상황을 실시간 카메라 영상으로 확인할 수 있게 한다. 이로써, 직접 방문하지 않아도 사석화를 확인하고 의심 좌석을 처리할 수 있다. 사석화 의심 좌석을 발생하게 한 사용자에게 올리는 알람은 본인이 의도치 않게 사석화를 한 경우 본인이 스스로 의심 좌석을 처리할 수 있게 하고, 경각심을 불러일으켜 사석화 발생 비율을 자체적으로 줄인다.

### 5) 좌석 간 거리 두기 시행 여부 확인 용이

→ 코로나 19로 인해 사회적 거리 두기가 시행되는 현재, 공용공간의 좌석 간 거리 두기가 강조되고 있는데, 자유좌석제의 경우 거리 두기를 일일이 확인하는 것이 어려운 상황이다. 본 서비스는 좌석의 이용자 상황을 실시간으로 보여주기 때문에, 이를 관리하는 데 용이하다.

### 6) 관리자의 관리 효율 향상을 통한 인건비 절약의 가능성

→ 기존의 지정좌석제의 경우, 발권 상태로만 좌석의 현황을 확인할 수 있어 이용자가 이용 수칙을 어길 경우 관리에 혼잡이 생기는 경우가 발생했다. 또한, 자유좌석제의 경우 관리자가 직접 좌석을 확인하는 방법밖에 없어 효율이 매우 떨어졌는데, 본 서비스를 통해 실시간 좌석 이용 현황을 확인할 수 있고, 통계 시스템을 통해 사용량이 많은 좌석을 집중적으로 관리할 수 있어 관리자의 능력을 효과적으로 향상시킬 수 있다. 이를 통해 적은 수의 관리자로 더 높은 효율을 낼 수 있기 때문에, 인건비 절약 측면에서 기대할 수 있다.

## II. 본론

### 3. 개발 계획

#### 3-1. 요구사항 명세서

구체적인 개발 일정을 수립하기 전에 프로젝트의 규모와 기능의 실제 필요 여부 및 구현 가능 여부를 파악하기 위해 본 서비스에서 수행해야 할 모든 기능과 조건을 표로 작성하여 명시했다. 버전 명을 참고해 개발 일정을 계획하고 이후 변경된 내용을 해당 명세서에 업데이트할 예정이다.

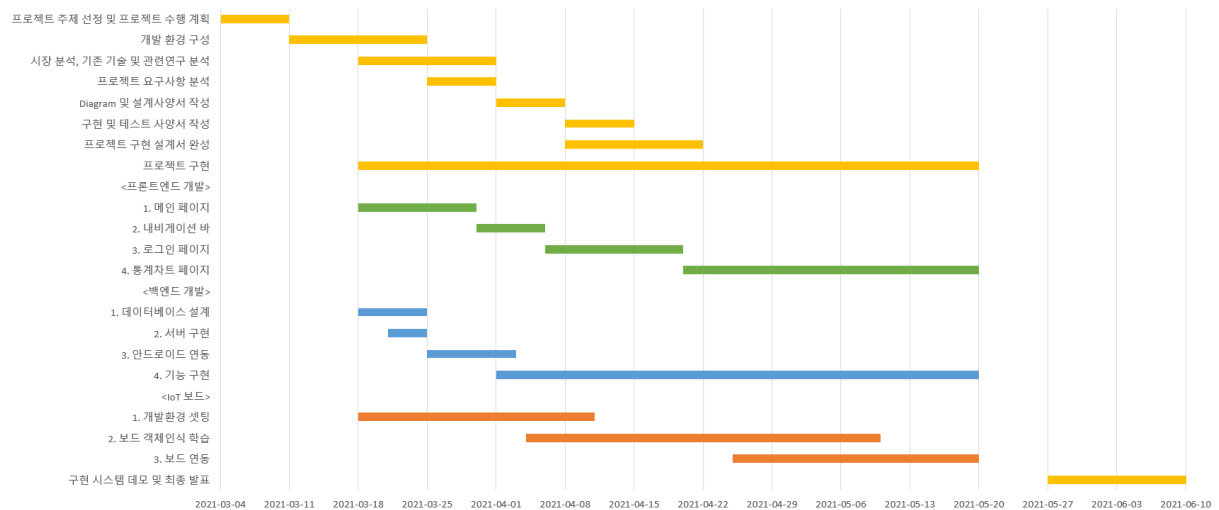
요구사항 명세서		작성자	우윤안, 한영동, 고하나, 김상우		승인자	서영덕														
		작성일	2021.04.06		버전	v0.1														
단계	설계	업무명	롤스톤 팀 프로젝트		페이지수	1														
순번	요구사항 ID	분류	요구사항명		요구사항		구분	유형	중요도	버전명										
1	FE-01	login	sns 로그인		카카오로그인		신규		상	v0.2										
2	FE-02		통합 관리자 로그인		카카오로그인		신규		상	v0.2										
3	FE-03		지도		접속 시 첫 화면에 구글 API 사용 한만도 지도 import		신규		상	v0.1										
4	FE-04	main	대학 목록		지역 선택 시, 해당 지역의 대학 목록을 볼 수 있어야 함.		신규		상	v0.1										
5	FE-05		대학 별 공용공간 목록		선택한 대학의 공용공간 목록 출력(라운지, 열람실 등)		신규		상	v0.1										
6	FE-06		사용하려는 공용공간 전환		좌석 현황 페이지 상단바, 장소 이동 페이지 버튼(학교 마크)		신규		상	v0.1										
7	FE-07	좌석	좌석 현황 확인		전체 좌석 수 출력		신규		상	v0.1										
8	FE-08				사용중인 좌석 수 출력		신규		상	v0.1										
9	FE-09				사용가능 좌석 수 출력		신규		상	v0.1										
10	FE-10	앱 하단	개별 좌석 상태 확인		개별 좌석의 현재 상태 ( 사용중, 사석의심, 미사용)		신규		상	v0.1										
11	FE-11				통계 페이지 버튼 활성화		신규		상	v0.1										
12	FE-12				홈페이지 버튼 (좌석 페이지) 활성화		신규		상	v0.1										
13	FE-13	앱 상단	내비게이션 바		마이페이지 버튼 활성화		신규		상	v0.1										
14	FE-14				현재 위치한 공용공간 출력		신규		상	v0.1										
15	FE-15				뒤로가기 버튼 활성화		신규		상	v0.1										
16	FE-16	마이 페이지	상단 바		알람 확인 버튼 활성화		신규		상	v0.1										
17	FE-17				카카오로그인 API 연동 프로필 사진, 개인정보		신규		상	v0.2										
18	FE-18				좌석 이용 현황, 시간		신규		상	v0.2										
19	FE-19	통계	통계 페이지		공용 공간별 좌석 혼잡도		신규		상	v0.3										
20	FE-20				공용 공간별 사석화 의상 비율		신규		상	v0.3										
21	FE-21				시간대별 이용량		신규		상	v0.3										
22	FE-22	알람	알람		사석화 의심 좌석 발생시 관리자 알람		신규		중	v0.2										
23	FE-23				사석화 의심 좌석 발생시 해당 좌석 이용자 알람		신규		중	v0.2										

[그림 3] - 요구사항 명세서

#### 3-2. 간트 차트

구체적인 개발 일정을 수립하고 진행 과정을 기록하기 위해 간트 차트를 작성하였다. 이후 매주 진행 과정을 기록하고 초안 보고서와 비교하여 변동 사항을 표로 나타낼 예정이다.

롱스톤 팀 개발 계획				
진행단계	시작일	종료일	진행기간	진행 결과
프로젝트 주제 선정 및 프로젝트 수행 계획	2021-03-04	2021-03-11	7일	팀 명 결정, 역할 분담
개발 환경 구성	2021-03-11	2021-03-25	14일	Mysql,PHP,안드로이드 스튜디오,github repo
시장 분석, 기존 기술 및 관련연구 분석	2021-03-18	2021-04-01	14일	특허 분석, 관련 기사 조사, 설문 폼 작성
프로젝트 요구사항 분석	2021-03-25	2021-04-01	7일	작성 테이블 디자인, 안드로이드PHP연동 코드 수정, 젯슨나노 개발 환경설정
Diagram 및 설계사양서 작성	2021-04-01	2021-04-08	7일	
구현 및 테스트 사양서 작성	2021-04-08	2021-04-15	7일	
프로젝트 구현 설계서 완성	2021-04-08	2021-04-22	14일	
프로젝트 구현	2021-03-18	2021-05-20	63일	
<프론트엔드 개발>				
1. 메인 페이지	2021-03-18	2021-03-30	12일	Sample 페이지 구현 (작성 배치도, 작성 현황 수치화)
2. 내비게이션 바	2021-03-30	2021-04-06	7일	하단 내비게이션 바 구현 (Chart, Home, MyPage 로 구성되어있으나 수정 할 수 있음)
3. 로그인 페이지	2021-04-06	2021-04-20	14일	
4. 통계차트 페이지	2021-04-20	2021-05-20	30일	
<백엔드 개발>				
1. 데이터베이스 설계	2021-03-18	2021-03-25	7일	ER Diagram 작성, Mysql 데이터베이스 설계
2. 서버 구현	2021-03-21	2021-03-25	4일	WAMPServer 환경 구성, Mysql 연동, Apache 서버 구현
3. 안드로이드 연동	2021-03-25	2021-04-03	9일	Mysql<->PHP<->Android 연동
4. 기능 구현	2021-04-01	2021-05-20	49일	
<IoT 보드>				
1. 개발환경 셋팅	2021-03-18	2021-04-11	24일	Jetson Nano 보드 개발환경 셋팅, YOLO darkent 실행, 보드에 카메라 연동
2. 보드 객체 인식 학습	2021-04-04	2021-05-10	36일	노트북으로 객체 인식 학습, 학습된 weight 값으로 보드에서 객체 인식 test, 정확도 개선
3. 보드 연동	2021-04-25	2021-05-20	25일	보드에서 디버로 값 전달
구현 시스템 데모 및 최종 발표	2021-05-27	2021-06-24	28일	프로젝트 최종 마무리, 최종보고서 작성

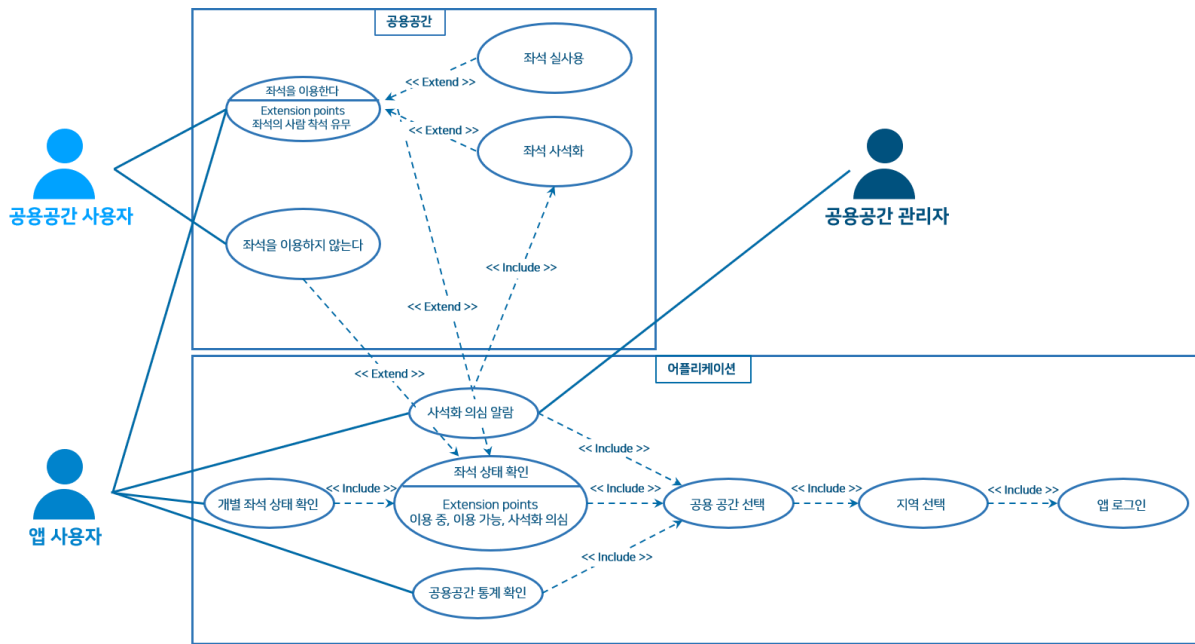


[그림 4] - 간트 차트

### 3-3. Use Case Diagram

사용자 관점에서 서비스의 범위와 기능, 흐름을 정의함으로써 사용자와 본 서비스의 관계를 다이어그램으로 표현했다.

사용자가 본 서비스의 목적에 맞게 사용하는지, 어떤 기능을 사용하는지 파악한 후, 시나리오를 최적화하기 위해 해당 자료를 참고하여 기능적 요구사항에 대한 세부적인 논의를 진행할 예정이다.



[그림 5] – Use Case Diagram

## 4. 개발 상세 – 핵심 기능과 구동 방식

### 4-1. 개발 환경

#### - Android

1. 개발 환경 : Android Studio 4.1.1
2. 사용 언어 : Java / XML
3. 디자인 : Adobe XD / Zeplin

#### - 서버 및 DB

1. 개발 환경 : Apache / Mysql / Android Studio 4.1.1
2. 사용 언어 : Java / PHP

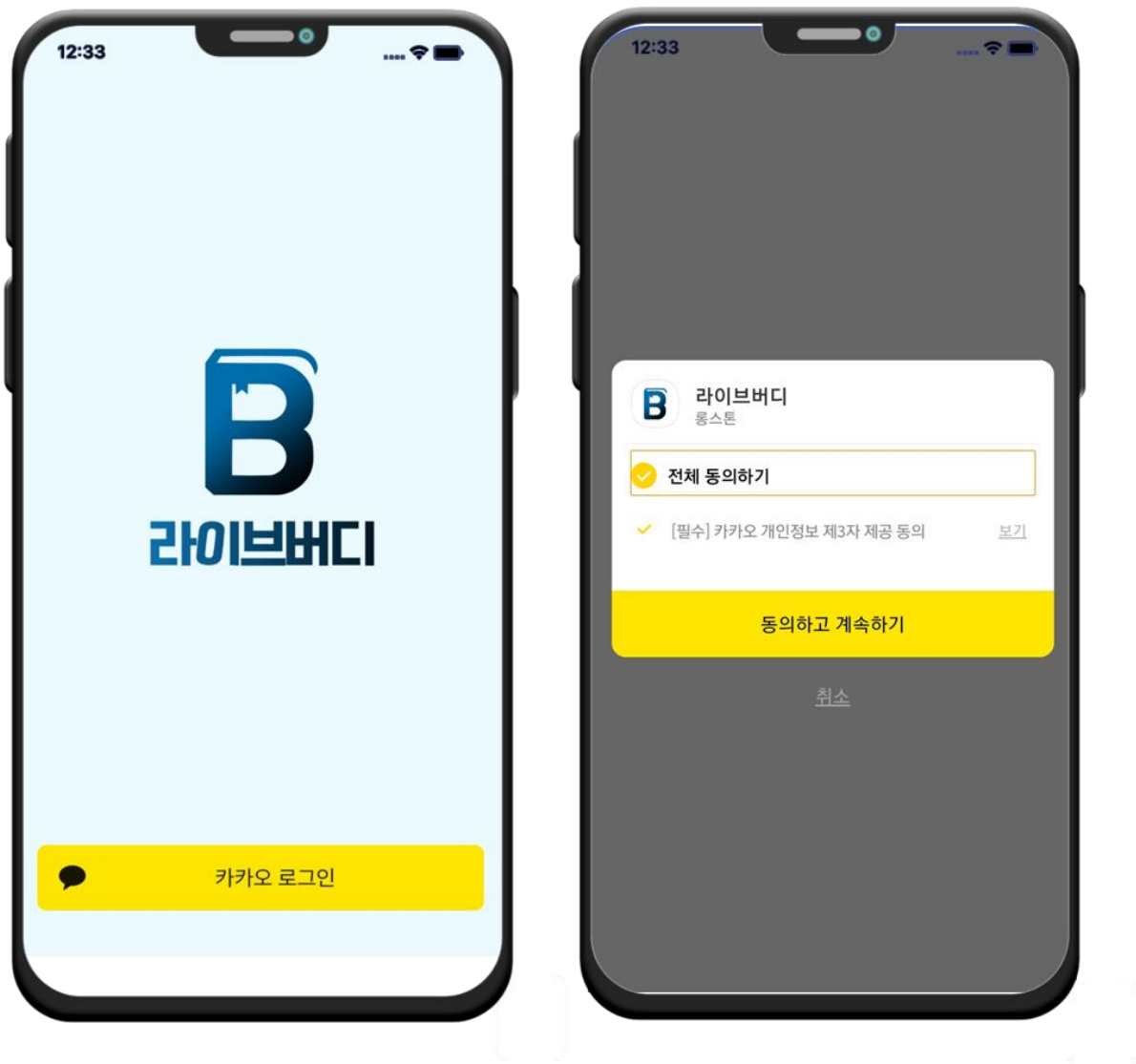
#### - 보드 및 센서 제어

1. 보드 : NVIDIA Jetson Nano 4GB
2. 카메라: OV2710 2MP USB 카메라

3. 개발 환경 : cuDNN v7.6.4 / CUDA 10.1 / OpenCV v3.4.8 / YOLO darknet / Tensorflow
4. 사용언어 : python3

## 4-2. 앱 기능 및 UI

### - 앱 로그인 화면

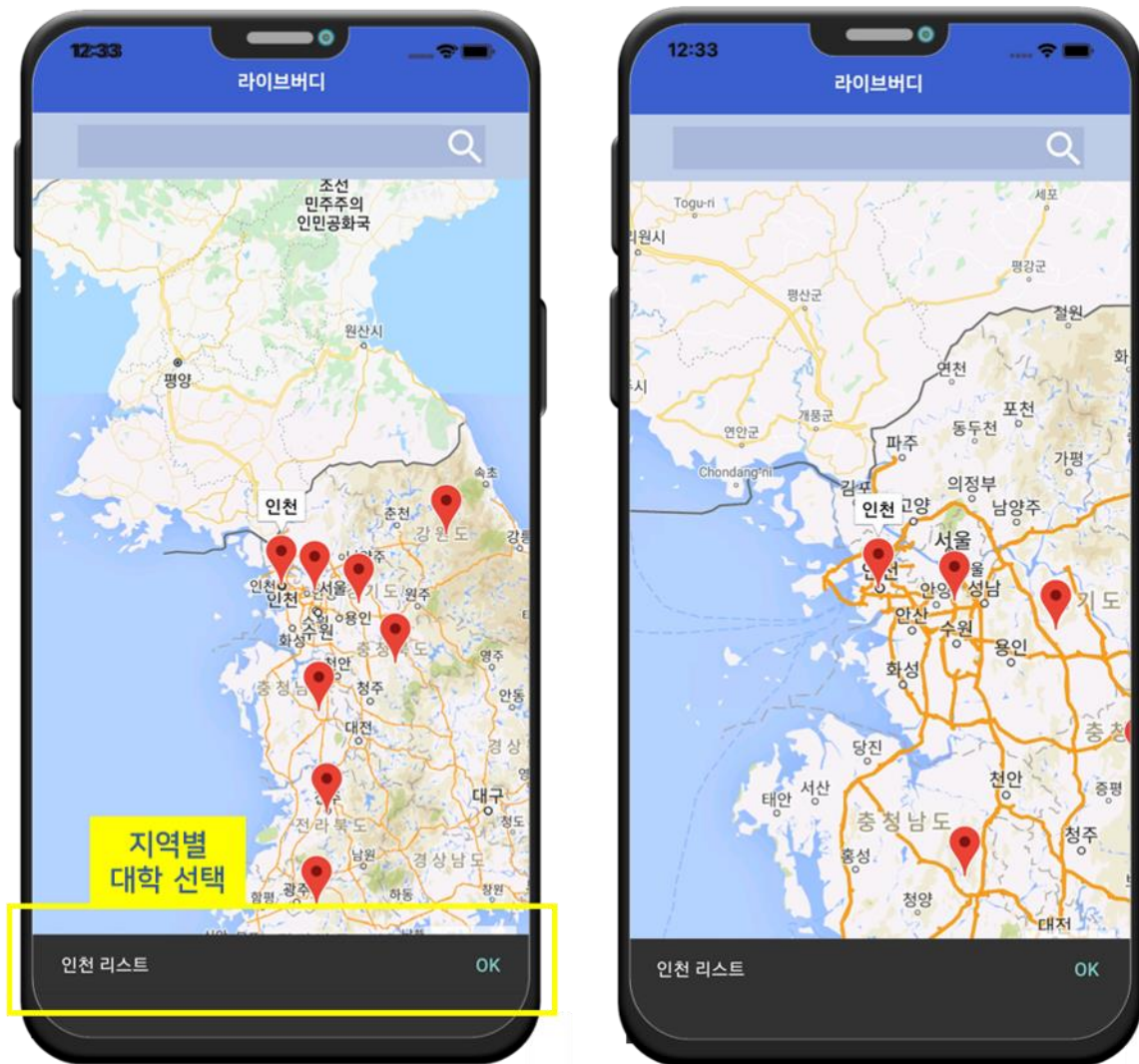


[그림 6] - 앱 로그인 화면

- 간편한 회원 가입 및 로그인과 같은 용이한 접근성을 위해 카카오톡 로그인 API 를 활용하여 로그인을 구현했다.

- 이용자가 로그인을 하게 되면 DB 에서 로그인 시 자동으로 부여되는 랜덤 넘버인 userID 로 이용자들이 각각 구분되고, 관리자는 특정 userID 에 어플리케이션 페이지의 접근 권한을 부여하여 구분한다.

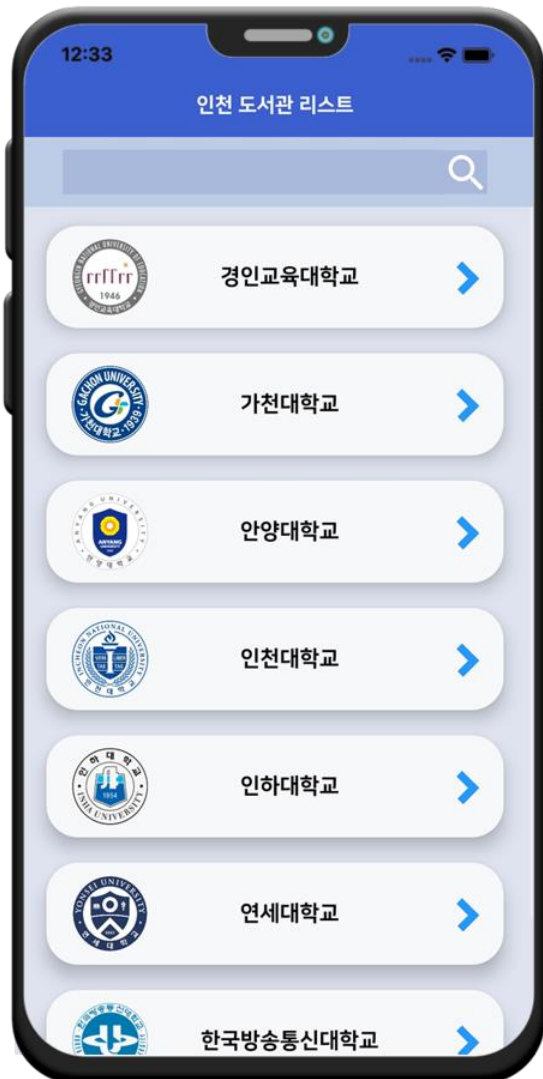
- 로그인 후, 앱 초기 화면



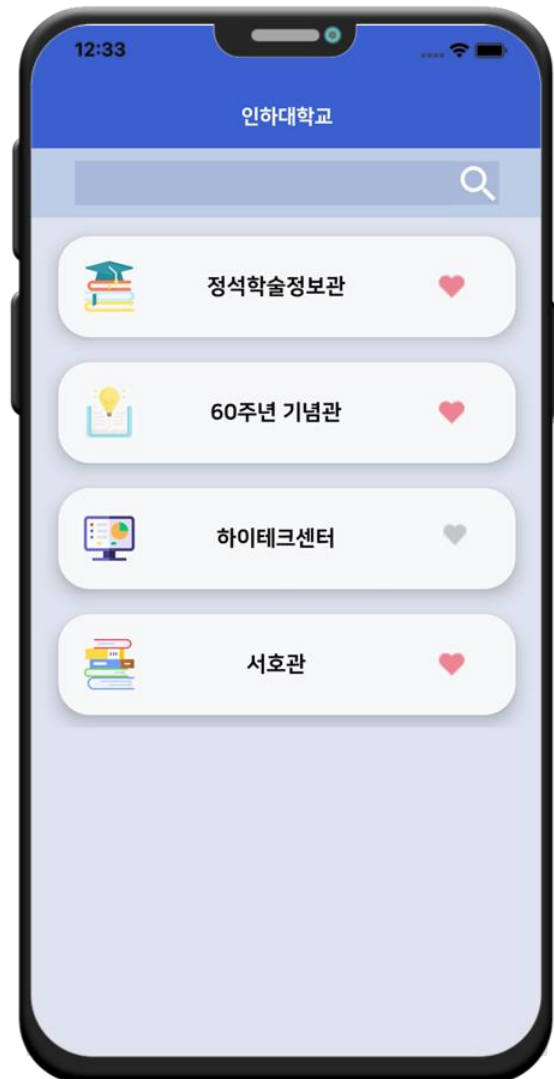
[그림 7] - 앱 초기 화면

- 상단 검색창에 지역 명을 검색하여 찾을 수 있다.
- 전국의 도서관 위치를 대한민국 지도로 가시화하여 표현하기 위해 Google Map API 를 사용했다.
- 주요 도시들을 Marker 로 설정 후, Marker 클릭 시 해당 지역의 공용공간의 리스트를 출력한다.

## - 기관/공용공간 선택 화면



[그림 8] - 대학 리스트 화면



[그림 9] - 공용공간 리스트 화면

(예시) - 인천 선택 시 출력되는 도서관 리스트

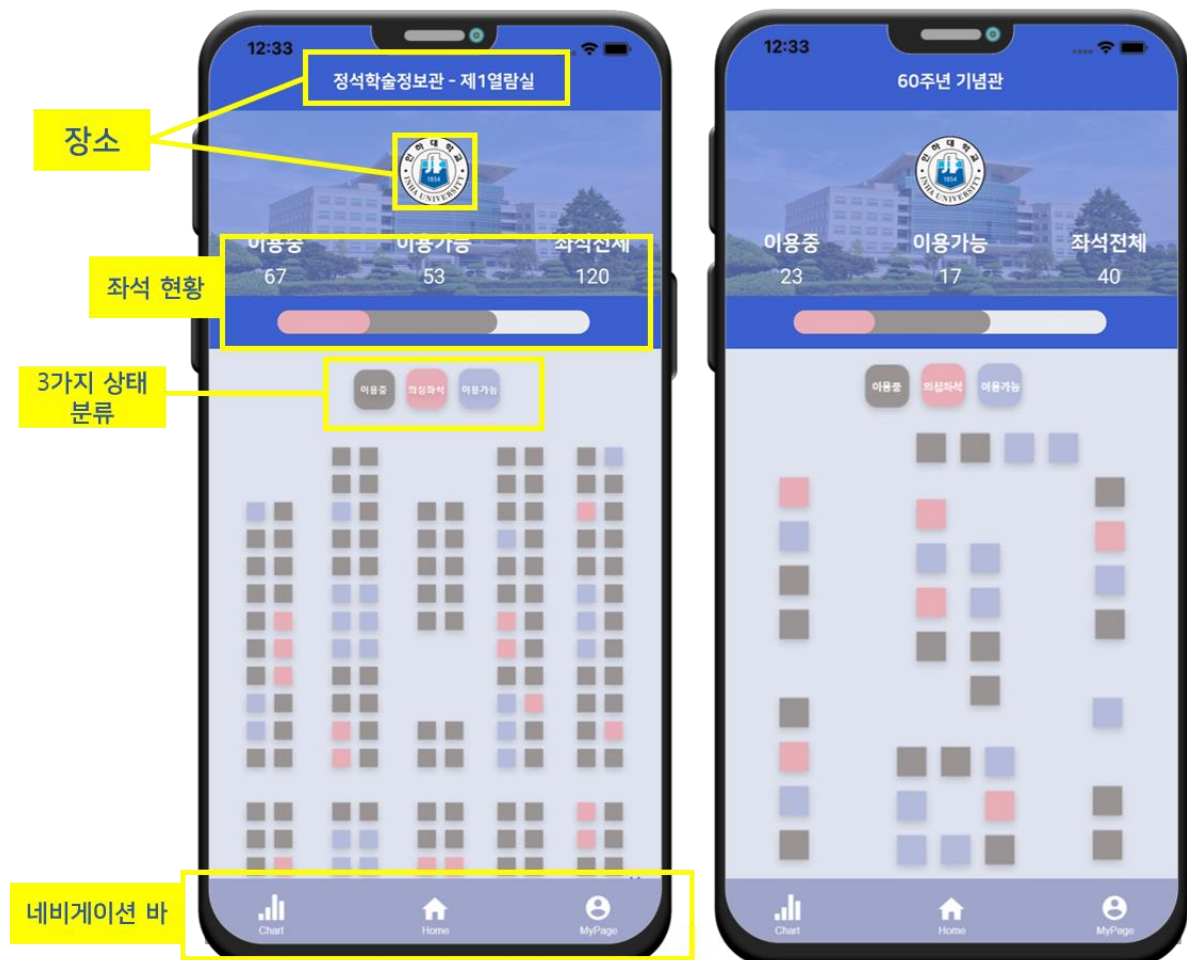
- 인하대학교 선택 시 출력되는 공용공간 리스트

- 상단 검색창에 대학(기관) 명을 검색하여 찾을 수 있다.
- 앱 초기화면에서 지역 선택 후, 해당 지역의 도서관 리스트를 출력한 화면으로, 대학 선택 시 해당 대학의 공용공간 리스트를 출력하는 화면으로 넘어간다.

- 상단 검색창에 대학(기관)의 공용공간 명을 검색하여 찾을 수 있다.
- 대학 선택 후, 해당 대학의 공용공간 리스트를 출력한 화면으로, 공용공간 선택 시 해당 공용공간의 좌석 현황 화면으로 넘어간다.



- 좌석 현황 화면



[그림 10] - 좌석 현황 화면

(예시) 인하대학교 - 정석학술정보관 - 제 3 열람실,  
인하대학교 - 60 주년 기념관 - 월천 라운지

- 이용 중인 좌석/사석화 의심 좌석/이용 가능한 좌석을 각 회색/적색/청색 총 3 가지의 다른 색상으로 분류 및 표시하여 가독성을 높였다.
- 하단에 네비게이션 바를 배치하여 통계/홈/마이페이지로 이동이 가능하다.
- 상단의 이용률 바로 혼잡도를 파악할 수 있다.



- 통계 페이지

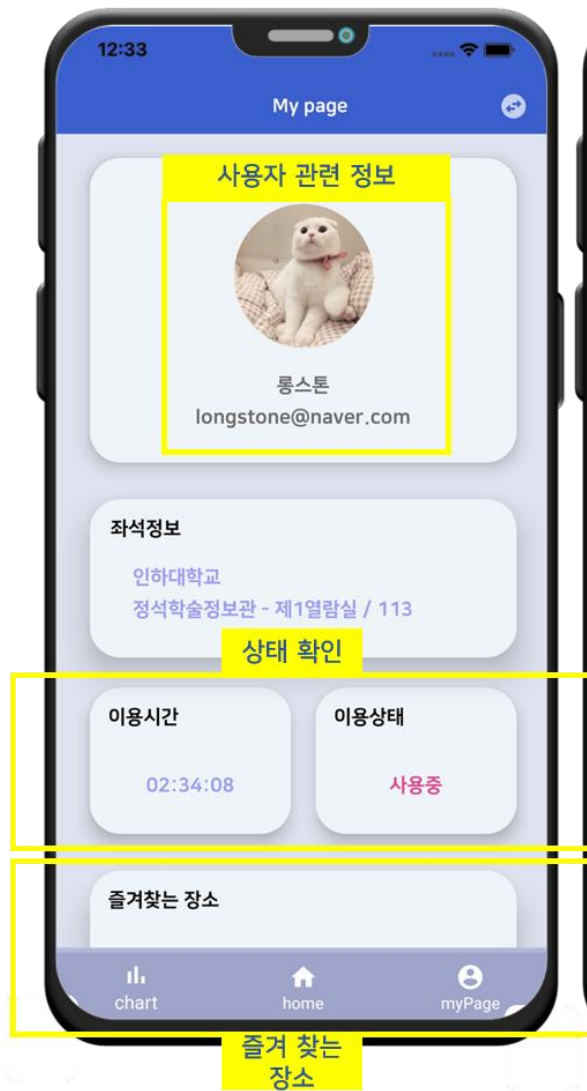


[그림 11] - 통계 페이지

(예시) 인하대학교 통계 페이지

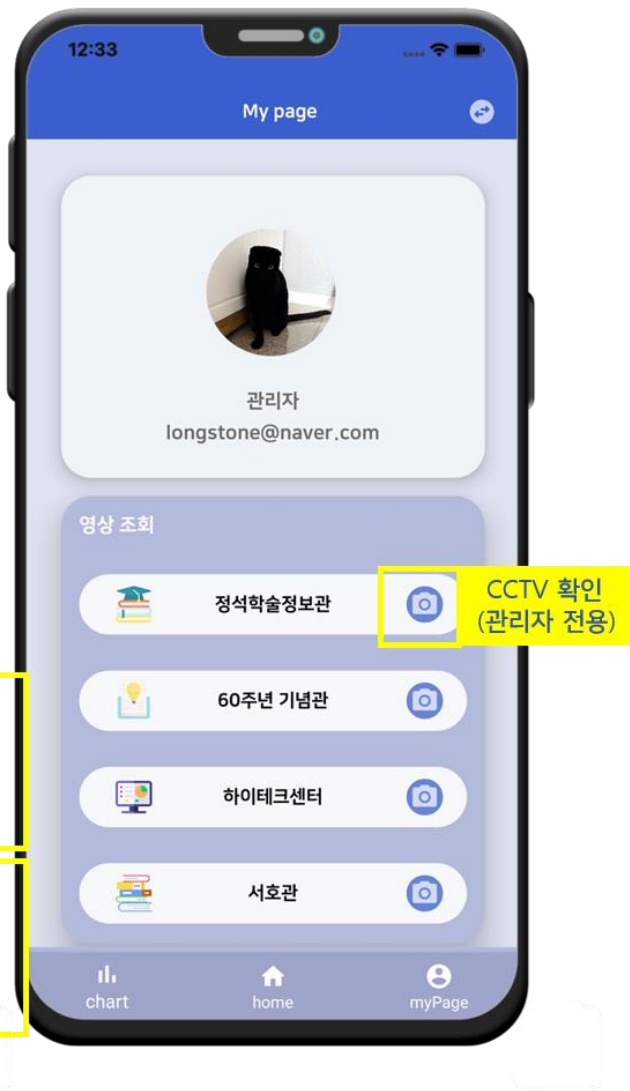
- 최상단 '추천하는 장소'에 현재 좌석 점유율이 가장 낮은 공간을 출력한다.
- 공간 별 이용 가능, 이용 중, 의심 좌석 비율 및 시간대별 이용률 확인이 가능하다.
- 이용 가능, 이용 중, 의심 좌석 비율을 Pie chart 로, 시간대별 이용률을 Bar chart 로 표현하기 위해 MP android chart 오픈 소스를 사용하여 구현했다.

- 마이 페이지



[그림 12] - 사용자용 마이페이지

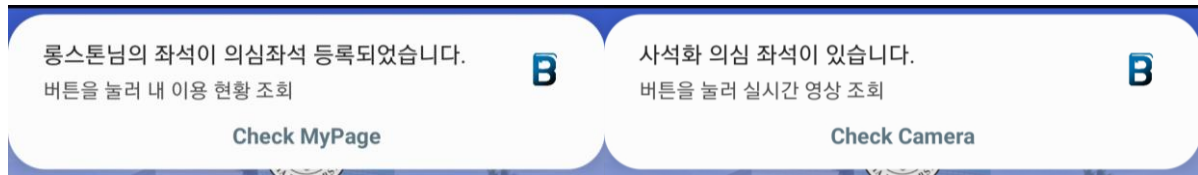
- 사용자 관련 정보와 좌석 정보를 확인할 수 있다.
- 하단 '즐거 찾는 장소'에 사용자가 공용공간 리스트에서 즐겨찾기로 등록한 장소를 출력한다.
- 좌석의 이용 시간, 이용 상태 등을 표시한다.



[그림 13] - 관리자용 마이페이지

- 관리자 관련 정보를 확인할 수 있다.
- 관리자가 속한 기관의 각 공용공간에 설치된 CCTV를 확인할 수 있다.

## - 팝업 알림



[그림 14] – 사용자용 팝업 알림

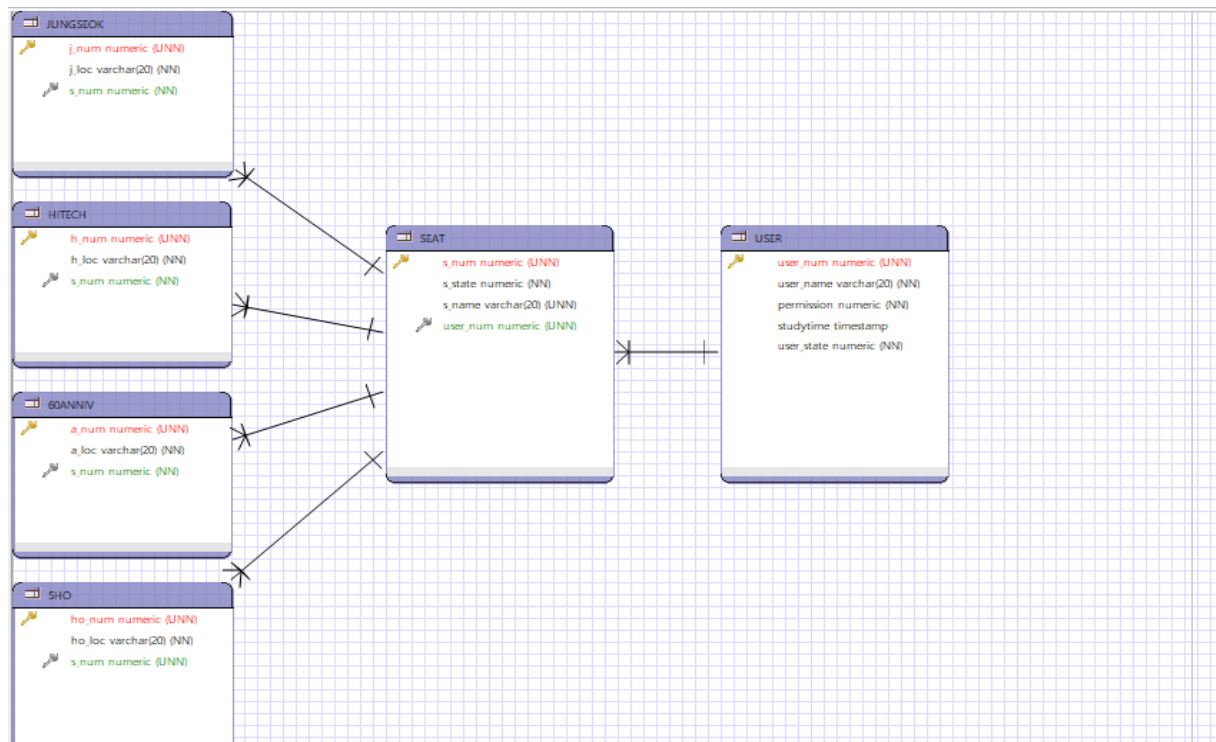
[그림 15] – 관리자용 팝업 알림

- 본인 좌석이 의심 좌석으로 등록되었을 시 사용자에게 발송되는 알림이다.
- Check MyPage 클릭 시 마이 페이지로 이동한다.
- 사석화로 의심되는 좌석이 등록되었을 시 관리자에게 발송되는 알림이다.
- Check camera 클릭 시 해당 공간의 CCTV 를 시청할 수 있다.

## 4-3. 백엔드

### - ERD Table

기능 구현을 위한 데이터베이스 구조를 파악하기 위해 Eclipse 의 ERMaster 툴을 이용하여 ERD Table 을 작성했다.



[그림 16] – ERD Table

Query 1

```

1 SELECT * FROM
2   seat AS A
3   LEFT JOIN univlist AS B ON A.s_num = B.anum
4   LEFT JOIN user AS C ON A.s_num = C.user_num;

```

Result Grid

	s_num	s_state	s_name	user_num	anum	aname	aloc	user_num	user_name	permission	studytime
1	1	1	hi1	NULL	1	INHA_UNIV	GYEONGGI	1	woo	0	NULL
2	1	1	hi2	NULL	2	KOREA_UNIV	SEOUL	2	kim	1	NULL
3	1	1	hi3	NULL	3	INCHEON_UNIV	GYEONGGI	NULL	NULL	NULL	NULL
4	2	1	hi4	NULL	4	SEOULNATL_UNIV	SEOUL	NULL	NULL	NULL	NULL
5	1	1	hi5	NULL	5	GACHEON_UNIV	GYEONGGI	NULL	NULL	NULL	NULL
6	1	1	hi6	NULL	6	GANGWON_UNIV	GANGWON	NULL	NULL	NULL	NULL
7	1	1	hi7	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
8	1	1	hi8	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
9	2	1	hi9	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
10	0	0	hi10	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

카카오 API 를 이용한 로그인 및 유저 관리 기능을 위해 User 테이블을 구성했고, 공용공간별로 좌석 상태를 불러올 수 있도록 공간별 테이블, 모든 좌석을 관리하는 Seat 테이블을 만들었다.

Table 간 Foreign 키를 이용해 유기적으로 연결될 수 있도록 DB 를 설계했고, 개발 중 지역별로 공용공간을 관리하기 위해 Univlist 테이블을 추가로 구성했다.

테이블 이름				Univlist(대학목록)		
속성 이름	데이터 타입	널 허용여부	기본키	외래키	제약조건	특이사항
anum	Int(10)	N	V			대학번호
aname	Varchar(50)	N				대학이름
aloc	Varchar(20)	N		V		대학위치

[표 4] - 대학 목록 테이블

초기 화면에서 Marker 를 클릭하면 Marker 이름과 동일한 alocl 값을 가지고 있는 대학의 수를 앱 하단에 출력한다. 또한 Marker 를 선택했을 때, 해당 지역의 대학 리스트를 출력하는 화면으로 이동한다.

테이블 이름				User(사용자목록)		
속성 이름	데이터 타입	널 허용여부	기본키	외래키	제약조건	특이사항
User_num	decimal(10)	N	V			사용자번호
User_name	Varchar(20)	N				사용자이름
Permission	decimal(10)	N				권한
Studytime	timestamp					사용시간

[표 5] - 사용자 목록 테이블

카카오톡 API 를 이용하였을 때 부여되는 사용자 번호와 이름을 테이블에 저장한다. 이후 DB 관리자가 Permission 속성값을 수정하여 관리자 권한을 부여하는 것이 가능하고, 일반 사용자가 좌석을 이용할 때 Studytime 속성값을 이용하여 마이 페이지에서 좌석 사용 시간을 출력한다

테이블 이름				Seat(좌석)		
속성 이름	데이터 타입	널 허용여부	기본키	외래키	제약조건	특이사항
<b>S_num</b>	Decimal(10)	N	V			좌석전체 번호
<b>S_state</b>	Decimal(10)	N				좌석상태
<b>S_name</b>	Varchar(20)	N				좌석이름
<b>User_num</b>	Deciamal(10)			V		사용자번호

[표 6] - 좌석 테이블

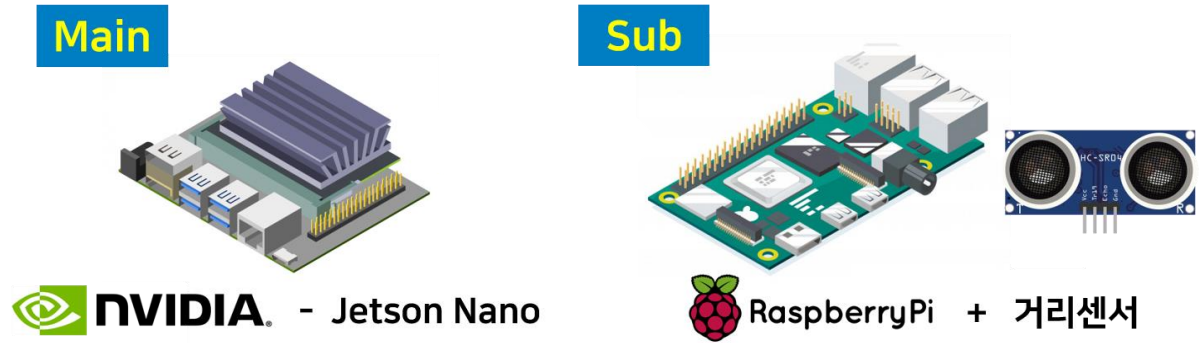
S\_name 에 공용공간의 이름을 포함한 번호 값을 부여하여 Location 테이블이 외래키로 사용하는 것을 용이하게 한다. S\_state 속성값으로 좌석의 실시간 상태를 저장하고, User\_num 속성값은 좌석을 현재 사용하고 있는 사용자 번호를 저장한다.

테이블 이름				Location(공간이름)		
속성 이름	데이터 타입	널 허용여부	기본키	외래키	제약조건	특이사항
<b>Num</b>	decimal(10)	N	V			공간 내 좌석번호
<b>aloc</b>	varchar(20)	N		V		장소위치
<b>S_num</b>	decimal(10)	N		V		전체좌석 번호

[표 7] - 공간 이름 테이블

Location 테이블은 aloc 속성값을 통해 Univlist 테이블과 mapping 되고, s\_num 속성값을 통해 Seat 테이블과 mapping 된다. 해당 테이블을 이용하여 공용공간별 좌석 관리를 용이하게 한다.

#### 4-4. 딥러닝, 보드 및 센서 제어



[그림 17] – Jetson Nano & Raspberry Pi 및 거리 센서

Jetson nano 보드에 usb 카메라를 연결하여 촬영되는 영상으로 실시간 객체 인식을 진행한다. 기존의 YOLO v4 모델에 자체적으로 개발한 사석화 탐지 알고리즘을 적용해 좌석 상태 파악이 가능하게 하였다. 또한 정확도를 높이기 위해 사석화 상태인 좌석에 대해 학습을 진행하였다.

일반적인 공용공간에 적용 시, 보드나 카메라 등의 설비를 추가로 설치하지 않아도, CCTV 영상을 스트리밍 하여 사석화 탐지 모델을 적용할 수 있다. 객체 인식으로 카메라를 주 지표로 사용함으로써 하나의 카메라로 넓은 공간을 탐지할 수 있기 때문에 전력 공급 문제나 유지, 보수 측면에서 장점이 있다.

좌석 상태 파악 시 주 지표로 딥러닝 기반 객체 인식을 이용하고, 보조 지표로 거리 센서를 이용한다. 거리 센서는 좌석으로부터 수직인 위치의 천장에 설치되며, 센서로부터 좌석까지의 거리 차로 물건이 있는지, 사람이 이용 중인지를 파악한다. 거리 센서는 카메라 사각지대에서의 사석화 및 좌석 상태를 파악하여 정확도를 높이는 역할을 한다.

```
def print_detections(detections, db, cur, coordinates=False):
    print("\nObjects:")
    for label, confidence, bbox in detections:
        x, y, w, h = bbox
        center_x = (w//2) + x #bounding box middle point x
        center_y = (h//2) + y #bounding box middle point y
        if coordinates:
            print("{}: {}% (left_x: {:.0f} top_y: {:.0f} width: {:.0f} height: {:.0f})".format(label, confidence, x, y, w, h))
        else:
            #text output
            if True:
                now = datetime.datetime.now()
                nowDateTime = now.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')
                cor = 163
                boundary = 80
                boundary1 = 235
                try:
                    if label == "person" and x > cor and x < boundary1: #person exist
                        ddd = []
                        ddd.append("1")
                        ddd.append(str(nowDateTime))
                        sql = "insert into seat1(is_exist, time) values(%, %s)"
                        cur.execute(sql, ddd)
                        db.commit() #send to DB
                        print("seat_1 is full")
                        print("center point: {:.40f}, {:.40f}".format(center_x, center_y))
                    elif label != "person" and x > cor and x < boundary1: #not exist
                        dd = []
                        dd.append("2")
                        dd.append(str(nowDateTime))
                        sql = "insert into seat1(is_exist, time) values(%, %s)"
                        cur.execute(sql, dd)
                        db.commit()
                        print("seat_1 is danger!") #seat hogging
                        print("{}: {}% (left_x: {:.0f} top_y: {:.0f} width: {:.0f} height: {:.0f})".format(label, confidence, x, y, w, h))
```

Bounding  
Box 중앙 좌표

Boundary 안에  
사람 有  
▶ 1을 DB로 전송

Boundary 안에  
사람 無 + 사물 有  
▶ 2를 DB로 전송

[그림 18] – YOLO v4 모델 수정 1

```
def draw_boxes(detections, image, colors):
    import cv2
    for label, confidence, bbox in detections:
        left, top, right, bottom = bbox2points(bbox)
        cv2.rectangle(image, (left, top), (right, bottom), colors[label], 1)
        cv2.putText(image, "{} {:.2f}".format(label, float(confidence)),
                    (left, top - 5), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5,
                    colors[label], 2)
    return image

def draw_boundary1(image):
    import cv2
    cv2.rectangle(image, (400, 750), (400, 100), (0,0,0), 3)
    return image

def draw_boundary2(image):
    import cv2
    cv2.rectangle(image, (100, 200), (200, 100), (0,0,0), 3)
    return image

def decode_detection(detections):
    decoded = []
    for label, confidence, bbox in detections:
        confidence = str(round(confidence * 100, 2))
        decoded.append((str(label), confidence, bbox))
    return decoded
```

Boundary  
▶ 좌석 구분

[그림 19] – YOLO v4 모델 수정 2



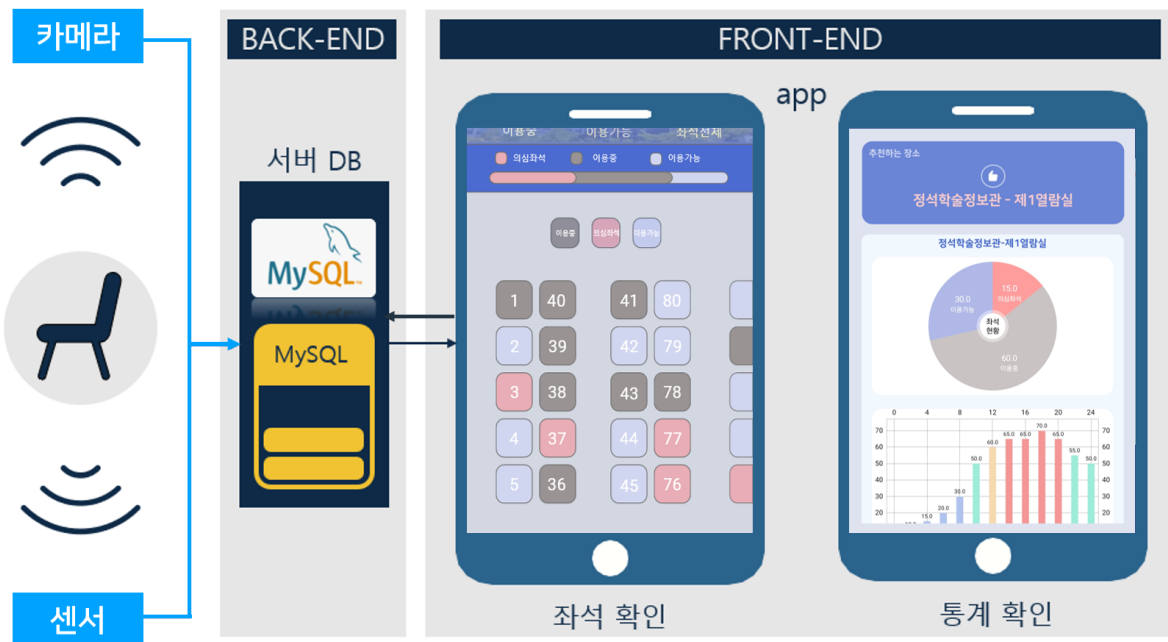
[그림 20] – jetson nano 출력

좌석을 구분하기 위해서 딥러닝 시 boundary 를 그려 사용하였다. bounding box 의 중앙 좌표를 기준으로 일정 위치 이상과 이하로 각각의 좌석을 구분한다. 객체 인식 결과와 거리 센서 값을 서버로 전송하면, 두 값을 동시에 고려하여 좌석 상태를 파악하고 이를 DB 에 저장한다. 사람이 있을 경우 이용 중, 사람이 없고 물건도 없을 경우 이용 가능, 사람은 없는데 물건만 있는 경우는 사석화로 인식하고 일정 시간이 경과하면 사석화 의심 좌석으로 구분한다. 좌석 상태를 DB 에 저장할 때에는 traffic 을 줄이기 위해 정수값을 이용하여, 이용 중이면 1, 이용 가능이면 0, 사석화 의심 좌석인 상태는 2 로 저장된다.



## 5. 전체 시스템 구성

### 5-1. 전체 동작 스키마



[그림 21] - 전체 동작 스키마

서비스의 전체 동작 과정은 위와 같다. 먼저 센서에서 좌석 상태에 관한 데이터를 받아온다. 젯슨 나노 보드로는 객체 인식을 진행하고, 아두이노(혹은 라즈베리 파이) 보드를 이용하여 추가로 거리나 압력 값을 받아 객체 인식으로 판단한 좌석의 상태의 정확도를 높이는 보조지표로써 활용한다.

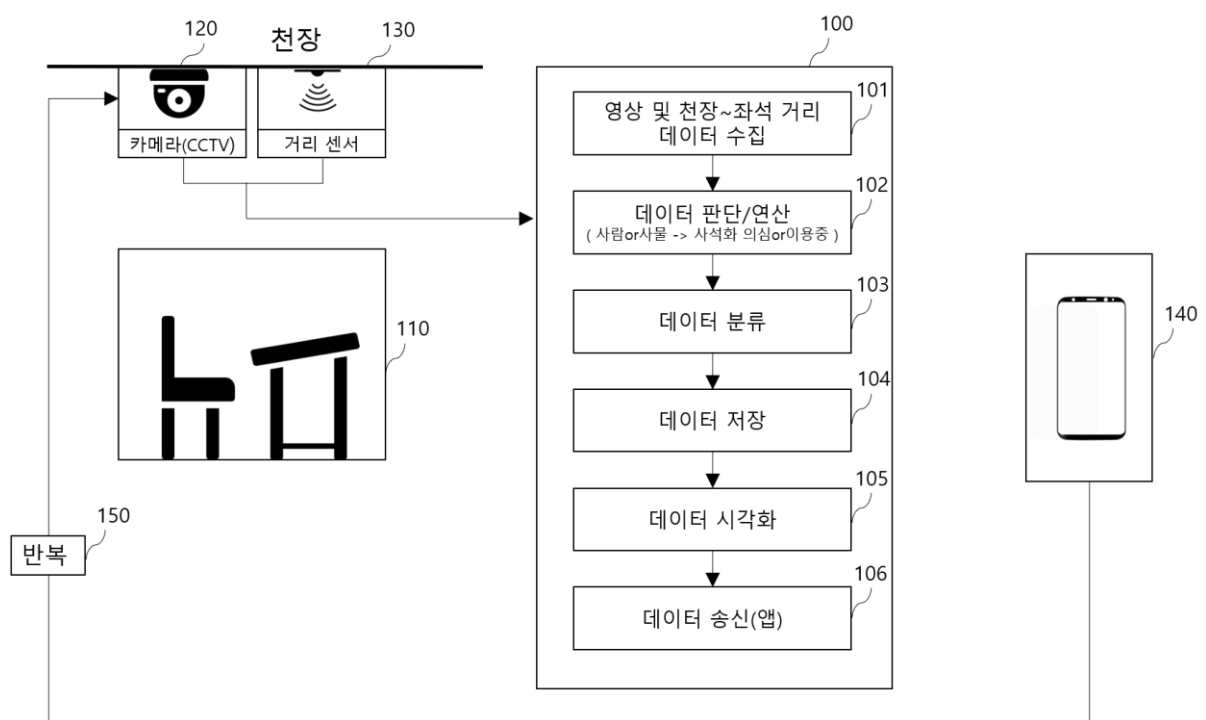
보드는 데이터베이스(MySQL)로 데이터를 전송한다. 데이터베이스의 값이 좌석 상태에 따라 실시간으로 변하면 앱에서도 실시간으로 확인할 수 있다. 앱에서의 좌석 상태는 '사석화 의심, 이용 중, 이용 가능'의 세 가지 상태로 구분되며 시각적으로 파악이 쉽도록 서로 다른 색으로 표현된다.

공용공간별로 저장된 데이터는 통계자료를 시각화할 때 사용된다. 통계자료를 이용함으로써 개인 이용자는 좀 더 붐비는 공용공간을 피해 여유로운 공용공간을 자연스럽게 사용하게 됨으로써, 좌석의 자연스러운 분배가 가능하다. 또한, 관리자는 인력 배치와 공용공간 관리에 통계 자료를 사용하여 넓은 공간도 적은 인력으로 효율적으로 관리할 수 있다.

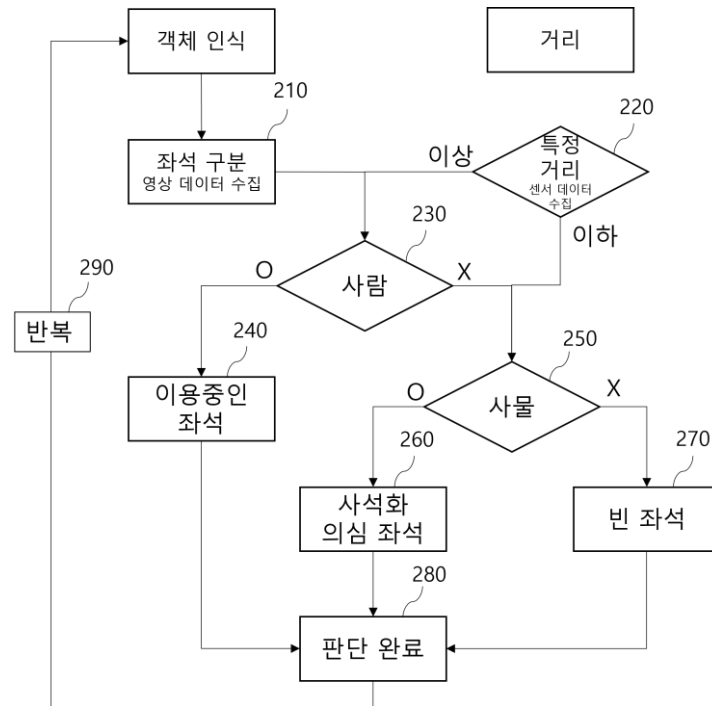
## 5-2. 수형도

시스템 전체 및 세부 구동 방식을 파악하고 개선하기 위해 프로그램 시스템 전체 구성도, 사석화 탐지 프로세스, 통계 시각화를 설명한 수형도를 작성했다.

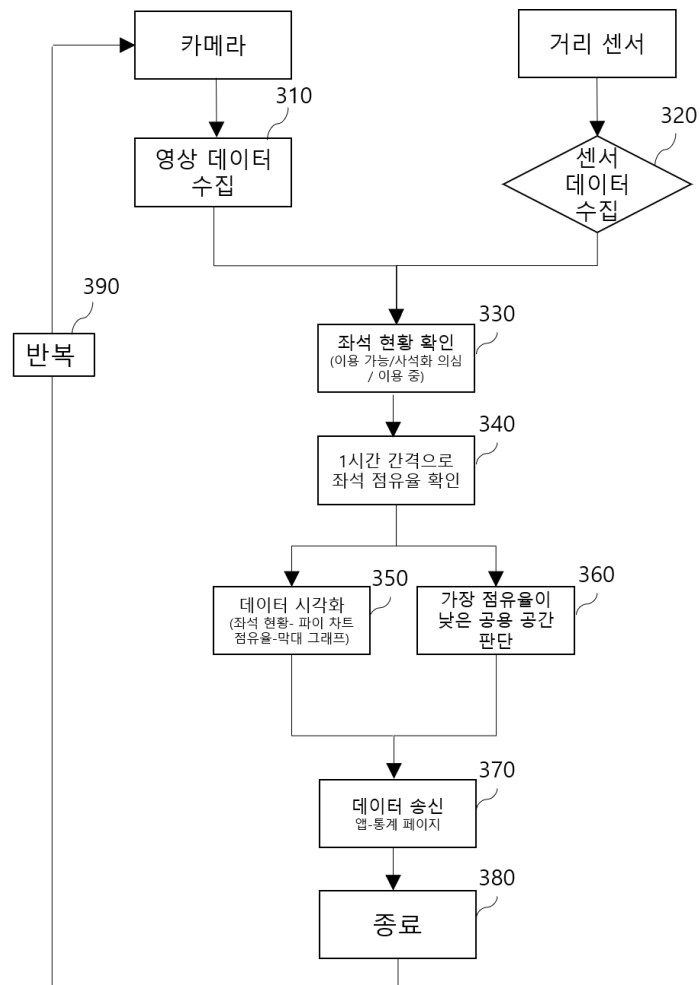
이하 3 개의 수형도들은 침식 과정을 거쳐 특허 등록 시 첨부할 예정이다.



[그림 22] - 시스템 전체 구성도



[그림 23] - 사석화 탐지 프로세스



[그림 24] - 통계 시각화

## 6. 역할 분담

한영동: 사석화 탐지 알고리즘 구현 및 센서제어

김상우: 프론트엔드 - 애플리케이션 개발 및 디자인

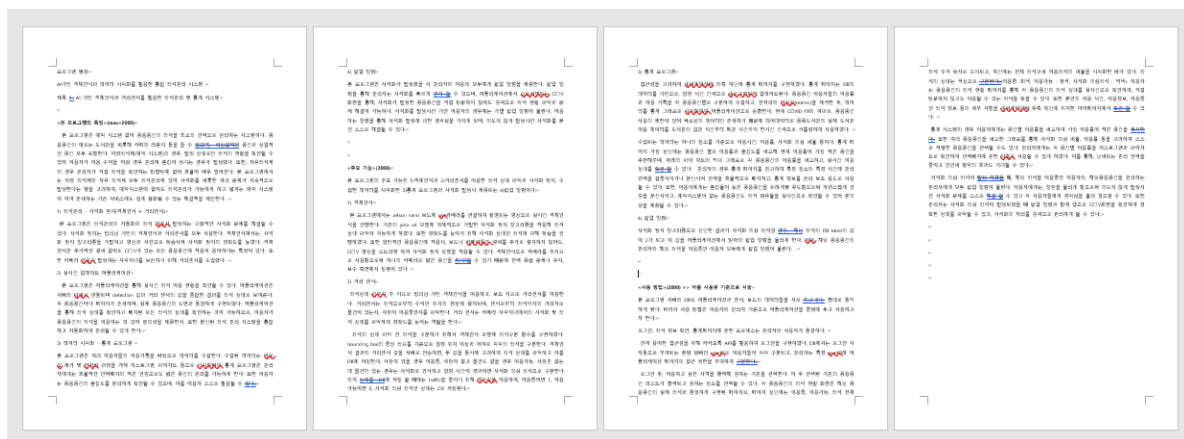
우용안: 백엔드 - 서버, DB 구현 및 앱과 연동

고하나: 웹 데이터 크롤링, 자료조사 및 특허 작성, 발표자료 제작

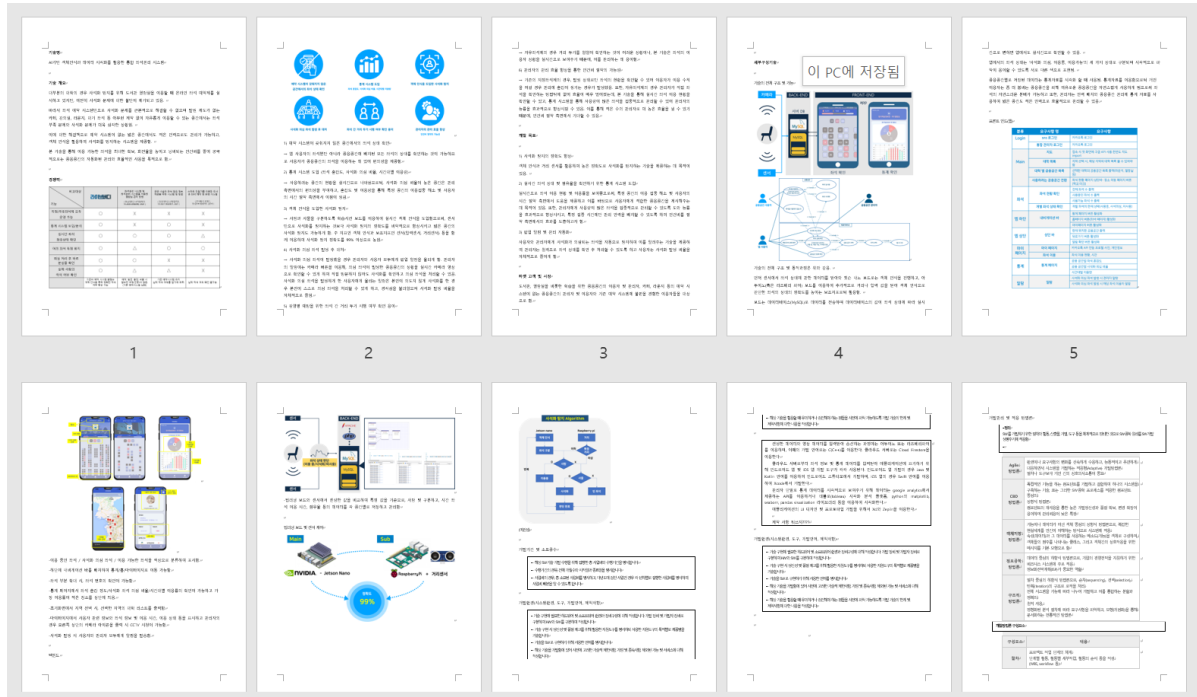
## III. 결론

## 7. 지식재산권 등록 명세서 작성

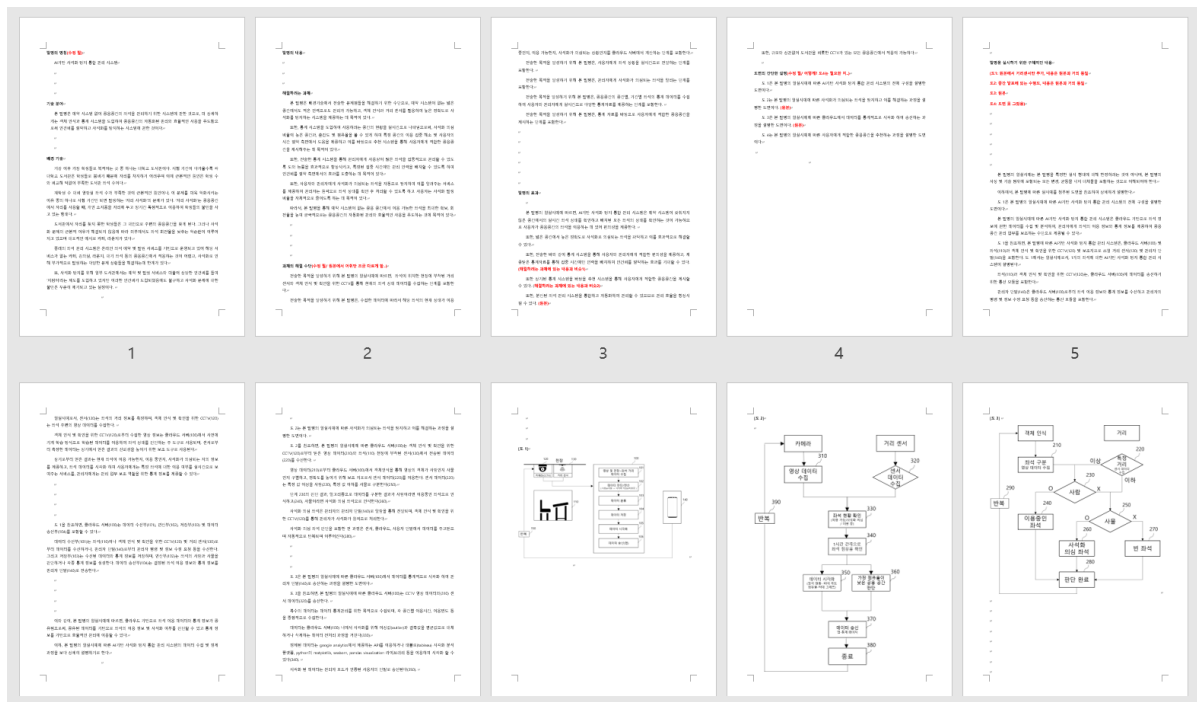
본 프로젝트의 목적을 달성하고 성과를 기록하기 위한 수단으로 저작권, SW 자산 등록 및 특허 출원을 계획하고 있다. 따라서 위에 명시한 지식재산권 등록을 위해 명세서를 작성했다.



[그림 25] - 저작권(컴퓨터 프로그램) 등록 명세서



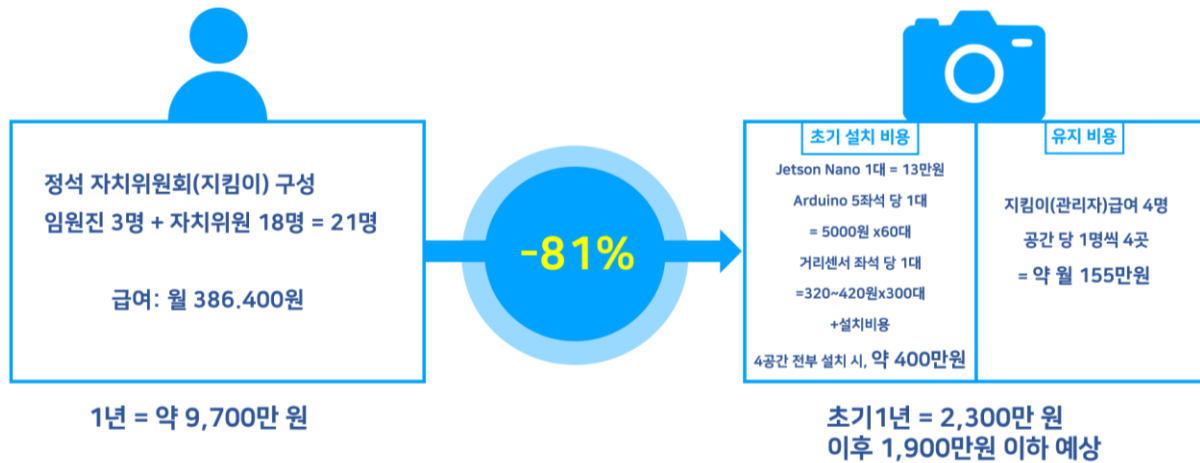
[그림 26] - SW 자산 등록 명세서



[그림 27] - 특허 출원 명세서

## 8. 비전 및 기대효과

인하대학교 정석학술정보관 - 일반열람실(총 4곳) 기준



[그림 28] - 라이브 버디 도입 시 예상 인건비 감소율

본 시스템을 통해서 기존 공용공간의 고질적 문제인 사석화 이슈를 비롯해 이용 좌석 확인의 불편함, 감염병 예방을 위한 공용공간 거리 두기 문제를 해결할 수 있다.

관리의 측면에서는 분산된 시스템을 통합하고 관리에 필요한 통계 정보를 받아 관리의 효율성을 높여 인건비 절약 효과를 기대할 수 있다. 앞에서 예를 든 정석 학술정보관의 경우, 본 서비스가 도입될 시 초기에 시스템 사용을 위한 장치 설치 비용을 고려해도 약 81%의 인건비를 절약할 수 있다.

또한 공용공간의 상업성과 규모에 상관없이 CCTV가 설치되어 있는 모든 공용공간에 쉽게 적용이 가능하며 단순 사용자뿐만 아니라 자체적인 통합과 관리가 가능하기 때문에 p2p 보다는 b2b에 가까운 비즈니스 모델을 기대할 수 있다.

## IV. Reference

인하대학교 정석학술정보관[웹사이트]. (URL: <https://lib.inha.ac.kr/kor/guide/facility>)

인하광장 정석자치위원회 모집[웹사이트]. (URL: <https://plaza.inha.ac.kr/plaza/2091/subview.do?&enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGcGxhemFCYnMIMkZwbGF6YSUyRjEwMDAxJTJGNTU4MjYyNSUyRmFydGNsVmllZy5kbyUzRnBhZ2Z2UIM0QxJTl2c3JjaENvbHVtbiUzRCUyNnNyY2hXcmQIM0QIMjZiYnNDbFNlcSUzRCUyNmJic09wZW5XcmRTXZEIM0QIMjZyZ3NCZ25kZVN0ciUzRCUyNnJnc0VuZGRlU3>)

[RyJTNEJTI2aXNWaWV3TWluZSUzRGZhbHNIJTI2cGFzc3dvcmQIM0QIMjZkZXB0Q29kZSUzRCUyNnJlY29tZW5kVHkIM0QIMjY=\)](https://www.inha.ac.kr/kr/942/subview.do)

인하대학교 홈페이지-통계연보[웹사이트]. (2020). (URL: <https://www.inha.ac.kr/kr/942/subview.do>)

서울특별시-우리마을가게 상권분석서비스[웹사이트]. (URL: <https://golmok.seoul.go.kr/businessAreaAnalysis.do>)

정예슬, "카공족, 커피음료업 테이블 회전율에 영향 끼쳐", <송대시보>, 2019.09.02

인용, 이미지 출처: 김예람, "공부할 곳 없는 대학 도서관, 규정 미준수 5 곳 중 2 곳", <한국교육신문>, 2019.10.16

이미지 출처: KERIS 학술정보통계시스템[웹사이트]. (URL: <http://www.rinfo.kr/stat/keyindicator/all/1>)

이미지 출처: KERIS 학술정보통계시스템-2019 대학도서관 통계 분석 자료집