



국민대학교
전자정보통신대학
컴퓨터공학부

캡스톤 디자인 I

종합설계 프로젝트


프로젝트 명	Mini BuT
팀 명	MBT
문서 제목	계획서

Version	2.1
Date	2019-APR-13

팀원	오 상화 (조장)
	김 수은
	민 태준
	박 재효
	박 종민

CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING


이 문서에 포함되어 있는 정보는 국민대학교 전자정보통신대학 컴퓨터공학부 및 컴퓨터공학부 개설 교과목 캡스톤 디자인I 수강 학생 중 프로젝트 “Mini BuT”를 수행하는 팀 “MBT”의 팀원들의 자산입니다. 국민대학교 컴퓨터공학부 및 팀 “MBT”의 팀원들의 서면 허락없이 사용되거나, 재가공 될 수 없습니다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

문서 정보 / 수정 내역


Filename	계획서-Mini BuT.doc
원안작성자	오상화, 김수은, 민태준, 박재효, 박종민
수정작업자	오상화, 김수은, 민태준, 박재효, 박종민

수정날짜	대표수정자	Revision	추가/수정 항목	내 용
2019-03-06	전체	1.0	최초 작성	계획서 양식 및 파일 작성
2019-03-09	전체	1.1	내용 수정	계획서의 전체적인 디테일 추가 및 작성
2019-03-13	전체	1.2	내용 수정	역할 분담 부분 수정, 라즈베리파이 서버 추가 반영
2019-03-14	전체	2.0	내용 수정	서식 통합, 목차 수정, 역할 분담 내용 완성
2019-04-13	전체	2.1	내용 수정	변경된 사항 내용 삭제 및 내용 수정

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

목 차

1	개요	4
1.1	프로젝트 개요	4
1.2	추진 배경 및 필요성	4
1.2.1	추진 배경 및 사전 조사	4
1.2.2	기술 시장 현황	6
1.2.3	개발된 시스템 문제점	7
2	개발 목표 및 내용	10
2.1	목표	10
2.2	Mini BuT 소개	10
2.3	연구/개발 내용	11
2.3.1	실내 환경 개선을 위한 하드웨어 제작	11
2.3.2	실내 환경 분석을 위한 데이터 수집 및 제어 판단	12
2.3.3	웹페이지 제작	14
2.4	개발 결과	15
2.4.1	시스템 기능 요구사항	15
2.4.2	시스템 비기능(품질) 요구사항	15
2.4.3	시스템 구조	16
2.4.4	결과물 목록 및 상세 사양	18
2.5	기대효과 및 활용방안	18
3	배경 기술	19
3.1	기술적 요구사항	19
3.1.1	프로젝트 개발 환경	19
3.1.2	프로젝트 결과물 확인 환경	19
3.2	현실적 제한 요소 및 그 해결 방안	20
3.2.1	하드웨어	20
3.2.2	소프트웨어	20
3.2.3	기타	20
4	프로젝트 팀 구성 및 역할 분담	21
5	프로젝트 비용	21
6	개발 일정 및 자원 관리	22
6.1	개발 일정	22
6.2	일정별 주요 산출물	23
6.3	인력자원 투입계획	24
6.4	비 인적자원 투입계획	25
7	참고 문헌	26

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

1 개요

1장에서는 프로젝트 개요와 추진 배경을 서술하고 관련된 기술 시장의 현황과 이들의 문제점에 관해 분석한다.

1.1 프로젝트 개요

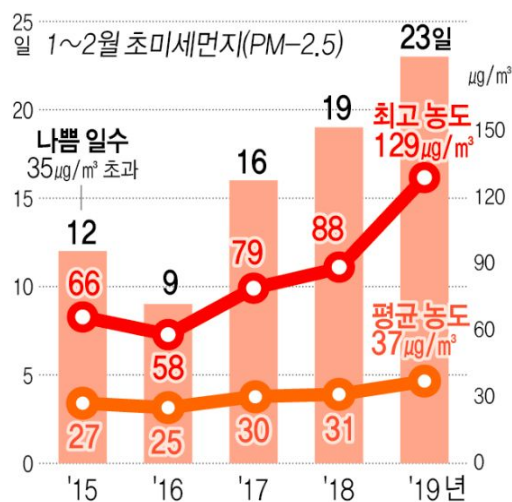
센서를 통해 실내 환경 데이터를 수집하여 서버에서 얻은 실외 환경 데이터와 비교 분석한다. 이를 바탕으로 분석 결과에 맞게 연동 기기에 제어 명령을 할 수 있어 결과적으로 사용자가 더욱 쾌적한 실내 환경을 유지할 수 있도록 돕는다.

또한 웹을 서비스하여 사용자가 축적된 환경 데이터를 손쉽게 확인할 수 있고, 연결된 기기를 직접 제어할 수 있도록 디바이스 및 소프트웨어를 개발하는 것을 목표로 한다.

1.2 추진 배경 및 필요성

이 절에서는 프로젝트의 추진 배경 및 사전 조사를 통해 기술 시장의 현황과 기존 제품의 문제점들을 알아보고자 한다.


1.2.1 추진 배경 및 사전 조사



<그래프 1>

보건환경연구원에 따르면 올해 1~2월 서울의 초미세먼지(PM-2.5) 평균 농도는 37µg/m³로 최근 5년 중 가장 높았다. 하루 평균 농도가 35µg/m³를 넘는 '나쁨' 일수는 23일로 지난 4년(9~19일)보다 크게 늘었다 [1].

그리고 이러한 관심은 실내 공기 환경에 대해서도 다시금 생각하게 만들고 있다. 환경부 조사에

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

따르면 한국인은 하루 중 평균 80%의 시간을 실내에서 생활하는 것으로 조사된 만큼 이는 당연한 일일 것이다.

미세먼지 문제가 심각해져감에 따라 가급적 외출을 삼가고 실내에 머무르는 것이 더 이상 쾌적한 상태를 유지하는 것이라고는 할 수 없게 되었다.

“세계보건기구(WHO)에 따르면 실내 공기오염으로 질병이 발생해 조기에 사망하는 환자는 약 380만명에 이른다고 한다. 380만명의 사망자 중 약 55%가 폐렴, 만성폐쇄성폐질환(COPD), 폐암 등 호흡기질환이다.”

‘환기 안되는 실내, 미세먼지 허용 기준의 100배 ↑’, <국민일보>


“집 안에서 음식을 조리할 때도 작은 그을음 입자 등 미세먼지가 발생한다”면서 “특히 환기가 잘되지 않는 환경에서는 실내 연기 속 미세먼지가 하루 허용 수준보다 100배 이상 치솟을 수 있다”고 말했다. 국내 일당 미세먼지 허용기준치는 35 μ g/다.”

‘환기 안되는 실내, 미세먼지 허용 기준의 100배 ↑’, <국민일보>

위처럼 실내에도 수많은 대기 오염원이 존재한다 [2]. 조리 외에도 가전제품에서 발생하는 화학물질과 침구류에 많은 먼지들이 먼지·진드기·곰팡이 등 다양한 이유로 실내 공기 오염을 초래한다. 즉, 환기되지 않는 실내 공기는 실외 공기만큼 건강에 좋지 않을 수 있다. 한 대학병원 교수는 하루에 적절한 횟수의 환기를 권장하고 불가피하게 미세먼지의 농도가 높을 때에는 차선책으로 공기청정기를 사용하는 등의 대안을 제시하기도 했다 [3].

또한 실내 공기질이 인체에 어떤 영향을 미치는가에 대해서도 수많은 연구결과가 있다. 오근숙(2010)은 실내 CO₂ 농도와 작업생산성 간의 상관관계를 연구하여, 고농도의 CO₂가 작업생산성에 악영향을 준다는 것을 밝혔다 [4]. 또한 김정민(2014)은 실내온도 변화에 따라 발생하는 인체의 변화를 분석하였다. 저자는 18, 23, 25, 28 및 31°C로 실내 온도에 변화를 주며 피험자의 내면 심리상태, 학습 능력, 심박동 및 외연적 심리상태를 종합적으로 수집, 분석하였다. 그 결과, 25°C에서 가장 높은 집중력과 상쾌함을 느낄 수 있고 신체적, 심리적 안정을 느낀다는 결론을 내렸다 [5].

이같은 연구 결과는 실내 공기 환경 개선의 기준점이 단순히 유해물질을 제거하는 수준을 넘어서 생산 및 휴식활동에 더욱 적절한 환경을 조성하는 지점으로 이동해야 함을 시사하고 있다. 따라서 환기를 비롯한 실내 공기 환경 개선은 우리 생활의 일부분으로 자리잡아야 할 것이며, 더욱 효율적이고 체계적으로 관리될 수 있도록 해야할 것이다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

1.2.2 기술 시장 현황


이같은 상황에 기업들은 홈 IoT 기술에 큰 관심을 기울이고 있다. 실내 공기 관리를 위해서는 창문, 공기청정기, 발열기구, 제·가습기 등이 동시에 필요되며, 이들 기기를 통합적으로 관리하는 데에는 IoT 기술이 적합하기 때문일 것이다. 점차 증가하는 IoT 시장은 2019년 올해 전년 대비 15% 가량 성장한 833조 원 규모를 이를 것으로 전망되며, 우리나라 또한 257억 달러(29조원) 규모로 예상되고 있다 [6].

이러한 실내 공기질을 개선하기 위한 IoT제품들은 각 기능들을 수행하기 위해 적절한 기준을 필요로 한다. 현재 IoT 시장에서 참고할만한 대표적인 자료는 환경부의 실내공기질 관리법일 것이다.

환경부에서 시행하는 실내공기질 관리법은 다중이용시설에서 관리해야할 오염물질(이산화질소, 라돈, 석면, 오존 등)을 비롯하여 미세먼지의 수치 기준에 대한 권고/유지 기준을 설정하고 있다.

오염물질 항목 다중이용시설	이산화질소 (ppm)	라돈 (Bq/m ³)	총휘발성 유기화합물 (μg/m ³)	초미세먼지 (PM-2.5) (μg/m ³)	곰팡이 (CFU/m ³)
가. 지하역사, 지하도상가, 철도 역사의 대합실, 여객 자동차터미널의 대합실, 항만시설 중 대합실, 공항 시설 중 여객터미널, 도서관·박물관 및 미술관, 대규모 점포, 장례식장, 영화상영관, 학원, 전시시설, 인터넷컴퓨터게임시설제공업의 영업시설, 목욕장업의 영업시설	0.05 이하	148이하	500이하	-	-
나. 의료기관, 어린이집, 노인요양시설, 산후조리원			400 이하	70 이하	500 이하
다. 실내 주차장	0.30 이하		1,000 이하	-	-

<표 1. 환경부의 ‘실내 공기질 관리법 시행규칙’ [7]>

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

1.2.3 개발된 시스템 문제점

이렇듯 가파르게 성장중인 IoT 기술이지만, 현 IoT 제품들은 몇가지 문제점을 가지고 있다.

1) 낮은 미세먼지 관리기준

앞서 언급한 환경부의 실내 미세먼지 기준은 매우 느슨하다고 볼 수 있다. 의료기관, 어린이집 등 실내공기 관리에 엄격해야 할 필요가 있는 장소에서도 초미세먼지(PM2.5)의 기준이 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 그친다. 그에 반해 WHO에서 최근 발표한 미세먼지 기준을 따르면 초미세먼지(PM2.5)가 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 일 경우, '나쁨'이며 조속히 관리해야 할 수준이다.

	PM2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		각 단계별 연평균 기준 설정시 건강영향
	연평균	일평균	연평균	일평균	
잠정 목표1	35	75	70	150	권고기준에 비해 사망위험률이 약 15% 증가 수준
잠정 목표2	25	50	50	100	잠정목표 1보다 약 6%(2~11%) 사망위험률 감소
잠정 목표3	15	37.5	30	75	잠정목표 2보다 약 6%(2~11%)의 사망위험률 감소
권고 기준	10	25	20	50	총 사망위험률 및 심폐질환과 폐암에 의한 사망률 증가가 가장 낮은 수준


<표 2. WHO 미세먼지 기준 [8]>

또한 엄밀히 말해 앞서 언급한 환경부의 실내 미세먼지 기준은 공공 이용시설의 것으로, 이외의 가정을 비롯한 실내 미세먼지 기준을 찾기 어렵다. 이에 따라 시중의 제품들이 어떤 기준으로, 어느 정도 수준까지 미세먼지를 정화하는 가에 대해 참고하기 어렵다.

2) 실외 미세먼지 측정 데이터의 비실시간성

현재 실외 미세먼지 측정 데이터는 대표적으로 Airkorea, 서울시 대기환경정보시스템, 공공데이터 Open API의 XML 등을 통해 얻을 수 있다. 이 데이터들을 분석해본 결과 모두 동일한 측정소를 기준으로 측정되어 동일한 값을 가진다.

하지만 실시간 대기 정보를 제공함에 있어서 사실 위의 데이터들은 측정 데이터의 실시간성을 보장한다고 보기 어렵다. 아래 사진들은 동일한 날 동일한 시간의 데이터 데이터를 분석해본 결과이며 이 데이터들의 갱신 주기가 모두 1시간 단위라는 점을 알 수 있다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

```

<dateTime>2019-04-13 11:00</dateTime>
<mangName>도시대기</mangName>
<so2Value>0.006</so2Value>
<coValue>0.9</coValue>
<o3Value>0.029</o3Value>
<no2Value>0.055</no2Value>
<pm10Value>57</pm10Value>
<pm10Value24>54</pm10Value24>
<pm25Value>35</pm25Value>
<pm25Value24>26</pm25Value24>
<khaiValue>92</khaiValue>
<khaiGrade>2</khaiGrade>
<so2Grade>1</so2Grade>
<coGrade>1</coGrade>
<o3Grade>1</o3Grade>
<no2Grade>2</no2Grade>
<pm10Grade>2</pm10Grade>
<pm25Grade>2</pm25Grade>
<pm10Grade1h>2</pm10Grade1h>
<pm25Grade1h>2</pm25Grade1h>
...

```


< 그림 1. 공공데이터 Open [9]>



<그림 2. 에어코리아 [10]>

날짜 (월·일:시)	PM ₁₀ (µg/m³)		PM _{2.5} (µg/m³)	
	1시간		1시간	
04-13:12	●	65	●	21
04-13:11	●	57	●	35
04-13:10	●	62	●	30
04-13:09	●	54	●	31
04-13:08	●	45	●	21

<그림 3 서울특별시 대기환경정보 [11]>

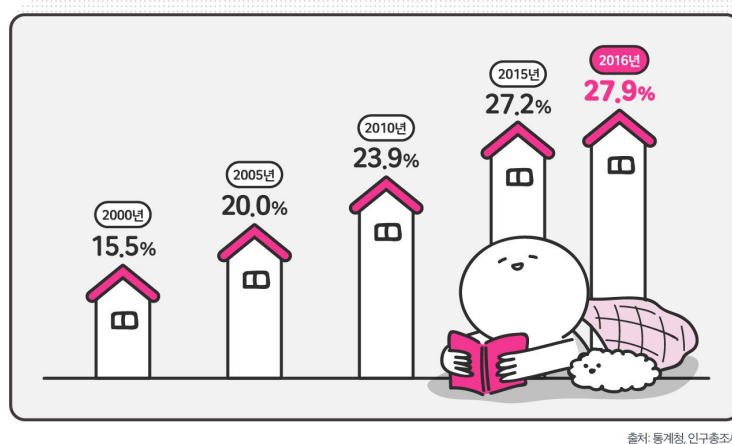
 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

3) 1인 가구에 부적합성


가파르게 증가하는 1인 가구는 시장에서도 주요한 소비 주체로 떠오르고 있다. 지난해 총 가구의 25%가 1인 가구인 것으로 조사되었고, 적어도 2022년까지 총 가구 중 30%를 차지할 것으로 예상된다 [12]. 1인 가구 비율이 증가 추세인 만큼 시장에서도 1인가구의 소비 형태에 집중할 필요가 있다.

그러나 현 IoT 제품들은 이러한 1인 가구의 니즈를 충분히 충족시키지 못 하고 있다. 최근 1인가구의 소비 성향은 '가성비'와 '합리적인 소비'의 두 키워드로 요약할 수 있다 [8]. 타 가구 대비 비교적 적은 소득, 작은 공간을 가진 이들에게 IoT는 '비합리적'이다. 이는 앞서 추가적 지출과 공간 필요 문제점과 결부되어 현 IoT 제품은 1인 가구에 부적합할 수 있다.

연도별 1인 가구 비율 추이



<그래프 2. 연도별 1인 가구 비율 추이>

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

2 개발 목표 및 내용

2장에서는 프로젝트 목표와 개발에 필요한 요구사항, 개발 후 완성 결과물에 대하여 기술한다.

2.1 목표

본 프로젝트는 1인 가구 및 소형가구를 타겟으로 하는, 실내 미세먼지 농도 관리를 실시간으로 도와주는 홈 IoT 플랫폼 개발을 목표로 한다.

- 1) 실내 환경 데이터와 실외 환경 데이터를 수집하여 적절한 실내 환경을 조성할 수 있도록 주변 환경 기기(IoT 창문, 공기청정기 등)를 통제하는 기능
- 2) 실내 미세먼지 상태를 LCD와 LED를 사용하여 사용자에게 알림 기능
- 3) 웹을 통해 실외에서도 실내 환경을 확인할 수 있고 연동 기기를 직접 제어하는 기능

이를 시연하기 위해 본체 제품과 함께 웹에서 연동 기기(창문, 공기청정기)를 조작하는 것을 웹 화면을 통하여 시뮬레이션하여 보여준다.


2.2 Mini BuT 소개

‘Mini BuT’이란 ‘작은 집사’를 의미하는 ‘Mini Butler’를 뜻하며 집사처럼 집안을 관리한다는 점을 모티브로 한 이름이다. Mini BuT 플랫폼은 이러한 플랫폼은 크게 3가지로 Mini BuT의 본체, 서버, 웹으로 구성된다.

‘Mini BuT’은 탑재된 미세먼지 센서를 통해 실내의 미세먼지를 측정하여 실시간 상황에 맞게 실내의 창문, 공기 청정기 등 연동 기기를 자동으로 제어하여 실내 미세먼지 농도를 관리해주는 제품이다.



<그림 4. 제품 예상 결과물 [14]>

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

서버는 Mini BuT본체에서 송신한 실내 미세먼지 측정 데이터와, KMU Crowd Sensor Cloud, 공공 API를 통해 지역성과 대표성이 확보되는 실시간 실외 미세먼지 데이터를 종합하여 실내·외 미세먼지 데이터를 얻고 이를 구축된 DB에 저장한다. 이러한 데이터들을 참고하여 서버는 Mini BuT 사용자의 실내 미세먼지 농도를 적절히 관리하기 위한 데이터 처리 알고리즘을 통해 제어 명령을 내리고, Mini BuT은 이를 수신하여 연동 기기를 제어한다.

또한 웹을 통하여 사용자는 현재 실내 환경과 연동 기기의 가동 여부를 실시간으로 알릴 수 있고, 사용자가 연동 기기의 전원을 직접 제어할 수도 있어 더욱 효과적으로 실내 환경 개선에 도움이 될 수 있다.



<그림5. 예상 웹페이지>

2.3 연구/개발 내용


본 절에서는 각 연구/개발 내용을 다음과 같이 분야 별로 나누어 세부 목표를 정하고 연구 및 개발을 진행한다.

2.3.1 실내 환경 개선을 위한 하드웨어 제작

- 라즈베리파이 및 각종 센서를 이용하여 제품의 하드웨어 구현

라즈베리파이에 미세먼지 센서를 탑재하고 LED와 LCD로 사용자가 쉽게 실내 상태를 확인할 수 있도록 한다. 미세먼지 센서는 SDS-011 모델로, PM10과 PM2.5를 모두 측정한다. LCD는 I2C를 이용해 제어하고 LED는 라즈베리파이의 GPIO를 통해 작동시킨다.

미세먼지 센서가 30초간 미세먼지를 실내를 측정하면, 남은 30초간 LCD로 미세먼지

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

상태를 표시한다. 동시에 LED는 색을 통해 실내 미세먼지 상태를 알린다. 미세먼지 농도가 좋으면 파랑, 보통이면 초록, 나쁨이면 노랑, 위험이면 빨강을 나타낸다.

2.3.2 실내 환경 분석을 위한 데이터 수집 및 제어 판단

a. 라즈베리파이를 통해 실내의 환경 파악, 조정

라즈베리파이의 미세먼지 센서가 실내 미세먼지 데이터를 측정한다. 라즈베리파이에 서버를 설치하여 서버와 MQTT 통신을 한다. 라즈베리파이는 정보를 분석하고 가공하는 일이 아닌, 실내 환경 데이터를 측정하거나 얻은 데이터를 서버에 송신한다.

연동 기기의 실행 여부를 MQTT 통신을 사용하여 서버에서 받아와 연동 기기를 실행시키거나 종료시켜 실내 미세먼지 농도를 관리한다.


b. 실내·외 환경 정보를 저장

mongoDB를 사용하여 실내·외의 미세먼지 값을 저장할 DB를 서버에 구축한다. 라즈베리파이의 미세먼지 센서로부터 얻은 실내의 미세먼지 값과 대기환경공단에서 제공하는 공공데이터 Open API와 KMU Crowd Sensor Cloud를 통해 받아온 현재의 실외 미세먼지 값을 DB로 전달한다.

MQTT 프로토콜을 사용하여 라즈베리파이에서 측정한 데이터를 웹 서버에게 전달한다. 메시지 전달 성능에서 MQTT 프로토콜은 HTTPS 통신에 비하여 3G 상에서는 90배, Wifi 상에서는 70배 이상의 속도차이를 보이고 있다. 그러므로 Mini BuT은 실시간으로 데이터값을 빠르게 보내기 위하여 MQTT 프로토콜을 사용한다 [15].

	3G		Wifi	
	HTTPS	MQTT	HTTPS	MQTT
Message/ Hour	1,708	160,278	3,628	236,314
Messages Received	240/ 1,024	1,024/ 1,024	524/ 1,024	1,024/ 1,024

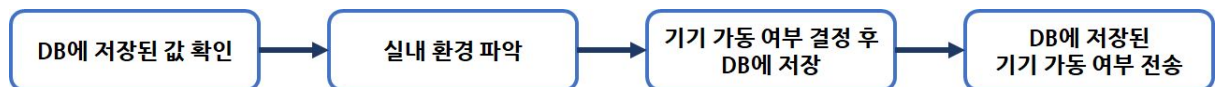
<표 3. HTTPS와 MQTT의 성능 비교>

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

c. 데이터를 실시간으로 처리하고 판단할 서버 생성

서버는 다양한 애플리케이션을 구현하는데 유용한 라이브러리가 내장된 python을 사용하여 개발한다. 서버는 현재 실내·외의 환경 데이터를 MQTT 통신과 네트워크 통신으로 얻고 이를 DB에 실시간으로 저장한다. 그 후 DB에 저장된 실내·외 데이터를 비교 분석하여 python으로 작성된 데이터 처리 알고리즘을 통해 연동 기기를 어떻게 제어해야 할지 지속적으로 판단한다.


데이터 처리 알고리즘은 다음과 같다.



<그림6. 데이터 처리 알고리즘>

서버는 DB에 저장된 현재 실내 미세먼지 데이터 값과 실외 미세먼지 데이터 값, 그리고 사용자가 설정한 실내 미세먼지 설정값을 읽어온다. 여기서 실내 미세먼지 설정값이란 Mini BuT의 사용자가 원하는 대로 설정할 수 있는 값으로, 사용자가 원하는 실내의 미세먼지 농도 값을 의미한다. 세가지 값을 읽어온 서버는 실내의 환경 관리를 여러 단계로 나누어 실내 기기의 가동 여부를 결정한다. 결정된 값은 DB에 값이 저장된다. 이렇게 저장된 값은 서버가 일정 시간에 한번씩 Mini BuT에게 MQTT 통신을 통하여 전송한다.

Mini BuT은 서버에게 받은 실내 기기 가동 여부와 실제 실내 기기의 가동 여부가 다를 경우, 받은 값으로 실내 기기 가동여부를 반영하여 연동 기기를 실행하거나 종료한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

2.3.3 웹페이지 제작

웹 페이지는 Flask와 uWsgi, Nginx를 기반으로 하여 Html/Css/Js를 활용하여 구축한다.

a. 사용자 웹페이지 제작

사용자가 실내 환경을 확인하고 관리하기 위한 웹을 제작한다.

웹은 서버로부터 실시간 실내·외 미세먼지 데이터를 받아와 사용자에게 이미지와 그래프로 시각적인 자료를 제공해 사용자가 직관적으로 알 수 있게 한다. 사용자에게 현재와 과거의 미세먼지 데이터를 제공해줄 뿐만 아니라, 앞으로의 미세먼지 농도 예상 수치를 그래프를 통하여 사용자에게 제공한다. 또한 웹을 이용하여 사용자가 어디서나 실내 연동 기기의 가동 여부를 확인하거나 설정할 수 있게 한다.

사용자는 연동 기기의 가동 여부를 선택하여 직접 명령을 내릴 수도 있으며, 실내 먼지 설정값을 정하여 간접적으로 연동 기기의 가동 여부에 관여할 수 있다. 웹을 통해 변경된 연동 기기 가동 여부 값은 DB에 저장되며, 저장된 명령을 서버가 일정 시간에 한 번씩 Mini BuT으로 명령을 보내게 된다.


사용자는 이러한 웹페이지의 기능으로 인하여, 실내 환경을 더욱 효과적으로 관리할 수 있게 된다.

b. 관리자 웹페이지 제작

관리자가 전체 사용자들의 Mini BuT 사용에 대한 문제 파악과 이를 해결을 하는 것을 도와주는 웹을 제작한다.

관리자 웹페이지는 외부 미세먼지 데이터 수집에 사용되고 있는 기기들의 수치, 위치 등의 정보를 보여준다. 이는 지도를 통하여 보여지며, 그래프와 표 등으로 관리자가 더욱 효율적으로 데이터 값을 값을 파악할 수 있게 도와준다.

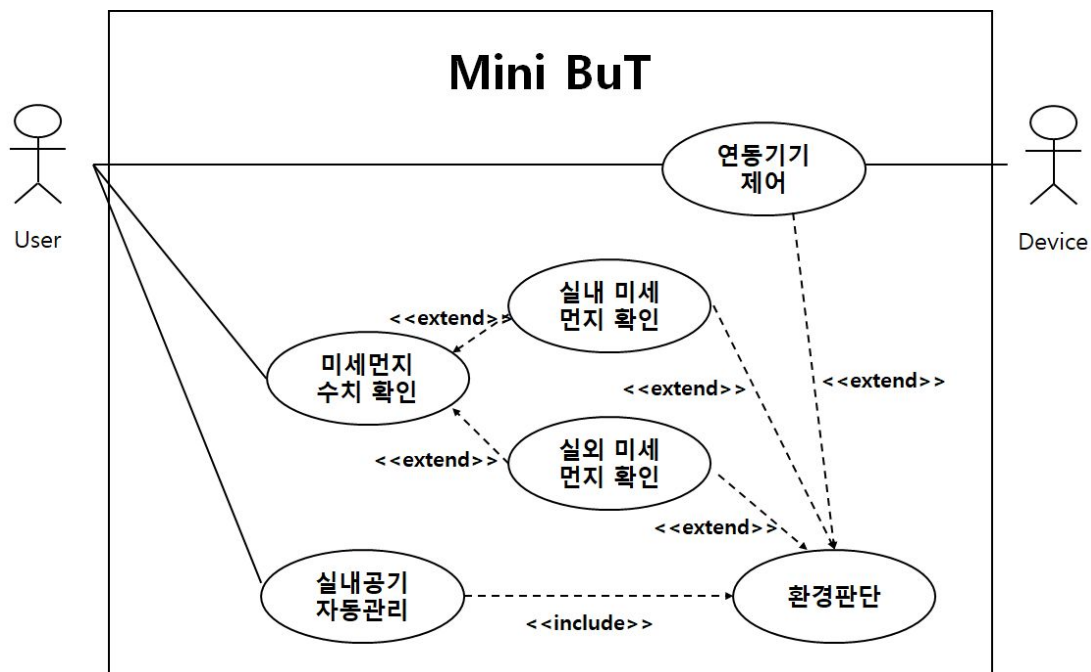
데이터 값이 비정상적이거나 Mini BuT의 전원이나 연결 문제 등으로 인해 데이터 제공이 멈추는 문제가 파악이 될 경우, 크게는 같은 실외 데이터를 공유하는 지역구 단위로 작게는 Mini BuT을 사용하는 한 가구 단위로 문제 해결에 필요한 제어명령을 보낼 수 있도록 한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

2.4 개발 결과

본 절에서는 프로젝트의 기능 및 비기능 요구사항을 분석하고 시스템 구조를 바탕으로 개발 결과물에 대해 기술한다.

2.4.1 시스템 기능 요구사항



<그림 7. Use Case Diagram >

Use Case 1. 웹을 통해 Mini BuT이 있는 장소의 미세먼지 수치를 확인한다.


Use Case 2. Mini BuT에 연결된 연동기기를 제어한다. 이를 통해 창문, 공기청정기 등의 device를 제어한다.

Use Case 3. 실내공기를 자동으로 관리하도록 한다.

2.4.2 시스템 비기능(품질) 요구사항

- Speed(속도)

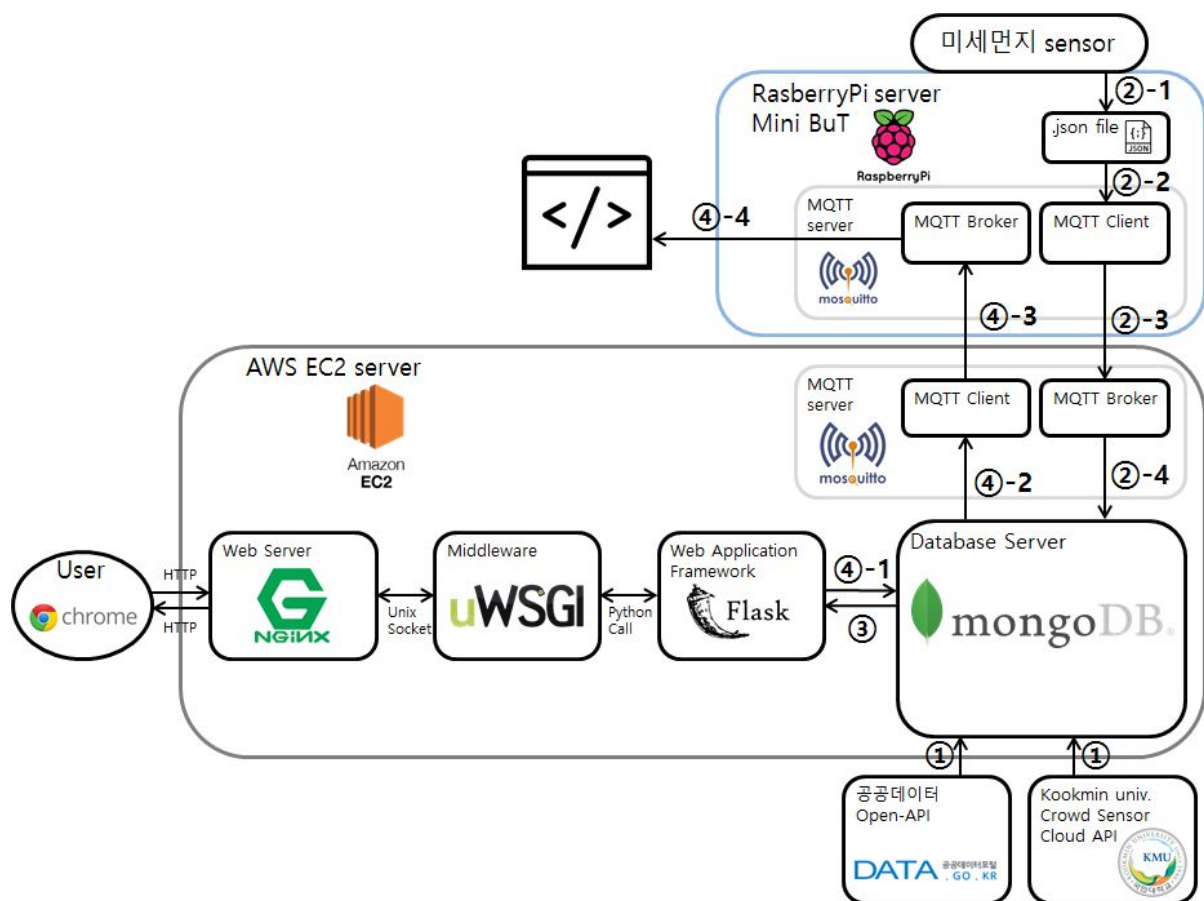
서버에 여러 기기가 연결 됐을 때, 과부하를 방지하고 응답시간 지연을 5초 이하로 최소화하여야 한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

- Maintainability(유지보수성)
데이터를 저장 시 1년 이상 보관 할 필요가 없으므로 기간이 지난 데이터는 삭제하여 관리한다.
- Reliability(신뢰성)
Mini BuT 기기가 오류가 발생해서 중지되거나 배터리가 모두 소모 되어 꺼질 경우, 연동 기기들이 제어 오류가 생기지 않도록 한다.


2.4.3 시스템 구조

전체적인 시스템구조는 다음과 같다.




<그림 8. 전체 시스템 구조>

- 전체 시스템은 크게 Mini BuT(라즈베리파이 서버), AWS EC2 서버, 웹 서버, DB서버, MQTT 서버 등으로 볼 수 있으며, 외부데이터를 얻기 위한 API 등이 있다.
- 사용자는 웹을 통해 연동기기 제어와 데이터 확인을 할 수 있다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

- Mini BuT은 서버와는 MQTT로 통신한다.
- AWS EC2 서버는 Mini BuT을 통해 실내 데이터를, API를 통해 실외 데이터를 얻는다. 이를 통해 적절한 조치를 취해 실내 환경을 개선한다. 또한 DB서버를 통해 데이터를 관리한다.
- 시스템의 흐름을 설명하면 다음과 같다.
 - ① 국민대학교 Crowd Sensor Cloud API를 통해 실시간 실외 미세먼지 데이터를 받아와 DB서버에 저장한다. 또한 공공데이터 Open-API를 이용하여 시간당 현재 실외 미세먼지 데이터를 DB서버에 저장한다.
 - ②-1. 라즈베리파이 서버에서 미세먼지 센서를 통하여 실내 미세먼지 data를 .json 파일의 형태로 local 디렉토리에 저장한다.
 - ②-2,3. .json파일을 읽어와 MQTT-client 모듈을 통하여 AWS EC2서버에 있는 MQTT Broker에게 전달한다.
 - ②-4. MQTT Broker는 DB서버에 실내 미세먼지 데이터를 저장한다.
 - ③. 웹 페이지에서 실내·외 데이터를 시각화 하기 위하여 호출 시 데이터를 전달한다.
 - ④-1. 사용자가 연동 기기를 가동 여부를 전달 시 제어 데이터에 저장시 호출한다. 또한 실내 미세먼지 설정값을 변경하여 저장할 때 호출한다. 마지막 기능으로 실내·외 데이터를 요청하기 위하여 호출한다.
 - ④-2,3. 연동 기기 작동 여부를 제어 데이터를 확인 후 MQTT통신을 통해 라즈베리파이 서버에게 전달한다.
 - ④-4. 이상 목표는 연동 기기를 직접 제어하는 것이지만, 대체 시각화로써 웹페이지를 통하여 보여준다.


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

2.4.4 결과물 목록 및 상세 사양

대분류	소분류	기능	형식	비고
서버	공공 데이터 수집	공공데이터 API를 호출해 실외 데이터를 제공 받는다.	모듈	
	KMU Crowd Sensor Cloud 데이터 수집	KMU Crowd Sensor Cloud API를 호출해 실외 데이터를 제공 받는다.		
	데이터 분석	Mini BuT으로부터 받은 측정값과 API 데이터를 비교해 환경 상태를 정의한다.		
Mini BuT (라즈베리파이)	데이터 송신	센서로 측정한 데이터를 서버로 전송한다.	모듈	
	제어 명령 수신	MQTT 통신을 통해 서버로부터 연동 기기 제어 명령을 받는다.		
	제어 명령 송신	서버로부터 받은 명령을 토대로 연동 기기에 제어 명령을 신호로 보낸다.		
웹	데이터 출력	서버에서 분석, 처리한 정보를 출력해 사용자에게 보여준다.	모듈	
	IoT 제어	Mini BuT 및 연동 기기에 전원 명령을 보내 외부에서 무선으로 제어한다.		
	상태 시각화	사용자에게 현재 환경에 대한 상태를 시각화하여 보여준다.		

2.5 기대효과 및 활용방안

1. 삶의 질 향상
1인가구를 비롯한 소형가구를 중심으로 적절한 실내환경 조성 가능성을 엮으로서 더 높은 삶의 질을 누릴 수 있도록 한다.
2. 실외 데이터의 지역성과 대표성 확보
KMU Crowd Sensor Cloud에서 제공하는 실외 미세먼지 데이터를 사용하여 외부 측정 데이터를 관리하기 때문에 API만 사용하는 다른 플랫폼들에 비해 외부 측정 데이터가 지역성과 대표성을 가지고 있다.
3. 실내·외의 실시간 데이터 처리를 통한 연동 기기 우선순위 판단
Mini BuT은 1분마다 실내 데이터를 측정하여 서버에 보내고, KMU Crowd Sensor Cloud의 실외 미세먼지 데이터 또한 기존 API 보다 더 자주 갱신된다. 즉, Mini BuT은 기존의 API를 활용한 제품들보다 미세먼지 변화에 보다 빠르게 대응할 수 있다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

3 배경 기술

3장에서는 배경 기술에 대해 서술한다. 시스템 구조를 개발하기 위한 기술적 요구사항을 개발환경과 결과물 확인 환경으로 나누어 기술한다. 또한 하드웨어, 소프트웨어 등의 현실적 제한 요소와 그 해결 방안을 예상해본다.


3.1 기술적 요구사항

3.1.1 프로젝트 개발 환경

- 1) 운영체제
 - Debian Stretch with Raspberry Pi Desktop / Ubuntu 18.04 LTS
- 2) 개발 언어
 - Python / HTML / CSS / JavaScript
- 3) 라이브러리
 - Mosquitto, Flask, nginx, uWsgi
- 4) 데이터베이스
 - mongoDB

3.1.2 프로젝트 결과물 확인 환경

- 1) Mini BuT 본체
 - 센서와 모듈을 탑재한 라즈베리파이 기기로서 LCD와 LED를 사용해 시각적으로 환경 상태를 보여주며, 서버에서 판단하여 제어된 제어 명령을 연동 기기에 송신한다.
- 2) 웹
 - 웹을 통해 사용자가 실시간 실내·외 환경 상태를 확인할 수 있게 이미지와 그래프로 보여주고, 사용자로부터 입력을 받아 Mini BuT 또는 기기의 상황을 수동으로 제어 가능하게 해준다.
- 3) 서버
 - 사용자들의 Mini BuT과 연결되어 실내 데이터를 전송받으며, KMU Crowd Sensor Cloud와 공공 API를 통해 외부 데이터를 가져 온다. 서버에 설치된 웹과 DB를 통해 이 데이터들을 저장하고 보여준다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

3.2 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안

3.2.1 하드웨어


- 미세먼지 센서의 범위, 오차, 고장 문제로 인해 인식하는데 어려움을 겪을 수 있다.
이 경우, 성능이 더 뛰어난 센서를 사용하여 하드웨어의 성능을 업그레이드 한다 .

3.2.2 소프트웨어

- 서비스의 규모가 커지면 데이터 처리 및 분석 속도에 차질이 생길 수 있다.
이 경우, 서버와 라즈베리파이의 연결 속도를 향상할 수 있는 알고리즘을 개발한다.
- 라즈베리파이와 서버 간 mqtt 통신 중 연결이 끊김 현상이나 잘못된 데이터가 전송 될 경우
라즈베리파이를 재시작하여 통신이 올바르게 연결되도록 한다.

3.2.3 기타

- 요리를 하거나 실내 환경에 영향을 줄 수 있는 가전 제품을 사용하는 등 다른 외부
조건으로 인해 측정하는데 변수가 생길 수 있다.
이 경우, 소프트웨어적으로 접근해서 변수가 생기는 예외 상황을 고려하여 대비한다.
- 소비자가 구매하기에 합리적인 가격이어야 한다.
저렴하지만 최소한의 하드웨어 요구 조건을 만족하는 성능의 센서와 모듈을 사용하고,
특정 기능은 추가 옵션으로 설치하는 등 기본 스펙을 조정해서 가격을 낮춘다.


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

4 프로젝트 팀 구성 및 역할 분담

이름	역할
오상화	<ul style="list-style-type: none"> - 서버 생성 - 통신 컴포넌트 구현
김수은	<ul style="list-style-type: none"> - 라즈베리파이 환경 설정 - 웹 앱 구현
민태준	<ul style="list-style-type: none"> - 통신 컴포넌트 구현 - 웹 앱 구현 - Mini But HW 제작
박재효	<ul style="list-style-type: none"> - DB 생성 - 데이터 처리 컴포넌트 구현
박종민	<ul style="list-style-type: none"> - 연동 기기 구현 - 연동 기기 HW 제작
전체	<ul style="list-style-type: none"> - 요구사항 분석 - 테스트

5 프로젝트 비용


항목	예산치 (MD)
요구사항 분석	15
관련 분야 연구	10
SW / HW 설계	7
개발 환경 구축	6
통신 컴포넌트 구현	15
데이터 처리 컴포넌트 구현	13
웹 구현	17
연동 기기 구현	8
HW 제작	6
테스트	9
최종 발표 준비 및 발표	5
합	111

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

6 개발 일정 및 자원 관리

6.1 개발 일정


항목	세부내용		1월	2월	3월	4월	5월	비고
요구사항 분석	요구 분석							
	아이디어 구상							
관련분야 연구	SW 연구	mqtt 통신 연구						
		IR 통신 연구						
		웹 설계 연구						
	HW 연구	HW 설계 연구						
SW / HW 설계	SW 설계	시스템 설계						
	HW 설계	Mini BuT 설계						
		연동 기기(창문) 설계						
구현	개발 환경 구축	라즈베리파이 환경 설정						
		물품 구매						
		라즈베리파이 서버 생성						
		웹 서버 생성						
		DB 생성						
	통신 컴포넌트 구현	Mini BuT→서버 수집 데이터 전송 모듈 구현						
		서버→Mini BuT 명령 전송 모듈 구현						
		Mini BuT→연동 기기 명령 전송 모듈 구현						
		웹→서버 명령 전송 모듈 구현						
		웹→서버 제어 설정값 전송 모듈 구현						
		서버→웹 데이터 전송 모듈 구현						
	데이터 처리 컴포넌트 구현	실내 데이터 수집 모듈 구현						
		실외 데이터 수집 모듈 구현						
		수집 데이터 분석 모듈 구현						
	웹 구현	데이터 시각화 모듈 구현						
		웹에서의 연동 기기 명령 모듈 구현						
		제어 설정값 변경 모듈 구현						
		웹 UI 디자인						
	연동 기기 구현	자동 구동 모듈 구현						
		수신된 명령 처리 모듈 구현						
	HW 제작	Mini BuT 본체 제작						
		Mini BuT 본체 케이스 제작						
		연동 기기(창문) 제작						
테스트	디바이스 성능 테스트							
	연동 기기 성능 테스트							
	소프트웨어 성능 테스트							

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

최종 발표	발표 준비 및 발표						
-------	------------	--	--	--	--	--	--


6.2 일정별 주요 산출물

마일스톤	개요	시작일	종료일
계획서 발표	시스템 설계 완료 산출물 : 1. 프로젝트 수행 계획서	2019-02-19	2019-03-15
설계 완료	시스템 설계 완료 산출물 : 1. 시스템 설계 사양서	2019-03-16	2019-03-15
중간 보고	실시간 실내·외 데이터를 서버에 전송하는 기능 구현 완료 라즈베리파이와 센서 및 LCD, LED 연결 완료 산출물 : 1. 프로젝트 중간 보고서 2. 프로젝트 진도 점검표 3. 프로젝트 중간 소스 코드	2019-04-05	2019-04-19
구현 완료	시스템 구현 완료 Mini BuT 제작 완료 산출물: 1. 각 기능 소스코드 2. Mini BuT	2019-03-15	2019-05-10
최종 보고서	최종 보고 산출물: 1. 최종 보고서 2. 프로젝트 최종 소스코드	2019-05-15	2019-05-22

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

6.3 인력자원 투입계획


이름	개발항목	시작일	종료일	총개발일(MD)
오상화	MQTT 통신 연구	2019-02-14	2019-03-31	2
	시스템 설계	2019-02-14	2019-03-15	1
	라즈베리파이 서버 생성	2019-03-15	2019-03-22	1
	웹 서버 생성	2019-03-15	2019-03-22	1
	Mini BuT→서버 수집 데이터 전송 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	3
	서버→Mini BuT 명령 전송 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	3
	웹→서버 제어 설정값 전송 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	3
	서버→웹 데이터 전송 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	3
김수은	웹 설계 연구	2019-02-14	2019-03-31	2
	시스템 설계	2019-02-14	2019-03-15	1
	라즈베리파이 환경 설정	2019-03-15	2019-03-22	1
	웹에서의 연동 기기 명령 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	5
	제어 설정값 변경 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	5
	웹 UI 디자인	2019-03-22	2019-04-19	2
민태준	IR 통신 연구	2019-02-14	2019-03-31	2
	Mini BuT 설계	2019-02-14	2019-03-15	2
	물품 구매	2019-03-15	2019-03-22	1
	데이터 시각화 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	5
	Mini BuT→연동 기기 명령 전송 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	3
	Mini BuT 본체 제작	2019-03-22	2019-04-19	2
	Mini BuT 본체 케이스 제작	2019-04-19	2019-05-20	2
박재효	MQTT 통신 연구	2019-02-14	2019-03-31	2
	시스템 설계	2019-02-14	2019-03-15	1
	DB 생성	2019-03-15	2019-03-22	1
	실내 데이터 수집 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	4
	실외 데이터 수집 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	4
	수집 데이터 분석 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	5
박종민	HW 설계 연구	2019-02-14	2019-03-31	2
	연동 기기(창문) 설계	2019-02-14	2019-03-15	2
	물품 구매	2019-03-15	2019-03-22	1
	자동 구동 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	4
	수신된 명령 처리 모듈 구현	2019-03-22	2019-05-20	4
	연동 기기(창문) 제작	2019-03-22	2019-05-20	2
전체	요구 분석	2019-01-07	2019-02-14	5

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

	아이디어 구상	2019-01-07	2019-02-14	10
	디바이스 성능 테스트	2019-05-10	2019-05-30	3
	연동 기기 성능 테스트	2019-05-10	2019-05-30	3
	소프트웨어 성능 테스트	2019-05-10	2019-05-30	3
	발표 준비 및 발표	2019-05-15	2019-05-30	5

6.4 비 인적자원 투입계획

항목	Provider	시작일	종료일	Required Options
Raspberry Pi 3 2대	보유	2019-03-15	2019-05-30	
개발용 노트북 5대	보유	2019-03-15	2019-05-30	
서버용 노트북 1대	보유	2019-03-15	2019-05-30	
미세먼지 센서		2019-03-22	2019-05-30	
LCD 디스플레이		2019-03-22	2019-05-30	
RGB LED		2019-03-22	2019-05-30	
wps 동글		2019-03-22	2019-05-30	
LCD 모니터		2019-03-06	2019-05-30	
무선 키보드		2019-03-06	2019-05-30	

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	계획서		
	프로젝트 명	Mini BuT	
	팀 명	MBT	
		Version 2.1	2019-APR-13

7 참고 문헌

번호	종류	제목	출처	발행 년도	저자	기 타
1	신문	[그래픽] 서울 초미세먼지 1, 2월 현황	연합뉴스	2019	박영석	
2	신문	환기 안되는 실내, 미세먼지 허용 기준의 100배 ↑	국민일보	2019	민태원	
3	신문	공기청정기 틀어도 하루 3분씩 3차례는 환기해야	조선일보	2018	최원우	
4	논문	실내 이산화탄소 농도가 작업능률에 미치는 영향	대한건축학회	2010	오근숙	
5	논문	실내온도 변화에 따른 인체의 뉴로에너지 분석에 관한 연구	한국산학기술학회	2014	김정민	
6	신문	올해 세계 IoT 시장 규모 833조원	ZD넷	2019	김윤희	
7	법령	실내공기질 관리법 시행규칙	국가법령정보센터	2019	환경부	
8	웹페이지	우리나라 미세먼지 환경기준을 국제 기준에 맞춰 변경해야 할 필요는 없나요?	에어코리아	2016	Airkorea	
9	API	공공데이터 OpenAPI				
10	웹페이지	에어코리아	에어코리아	2019	AirKorea	
11	웹페이지	서울특별시 대기환경정보	서울특별시 대기환경정보	2019	CleanAir	
12	포스트	점점 증가하는 2030 밀레니얼 1인 가구, 내 자취방은 어디에...?	통계청 블로그	2018	통계청	
13	보고서	1인가구 소비트렌드 및 솔로 이코노미의 성장	디지에코	2016	박진의	
14	웹페이지	아이답테크	아이답테크	-	-	
15	논문	MQTT 기반 실시간 공조제어 시스템 설계 및 구현	한국정보통신학회논문지	2015	정현, 박종원	