

초대규모 실시간 IoT 인프라 및 네트워크

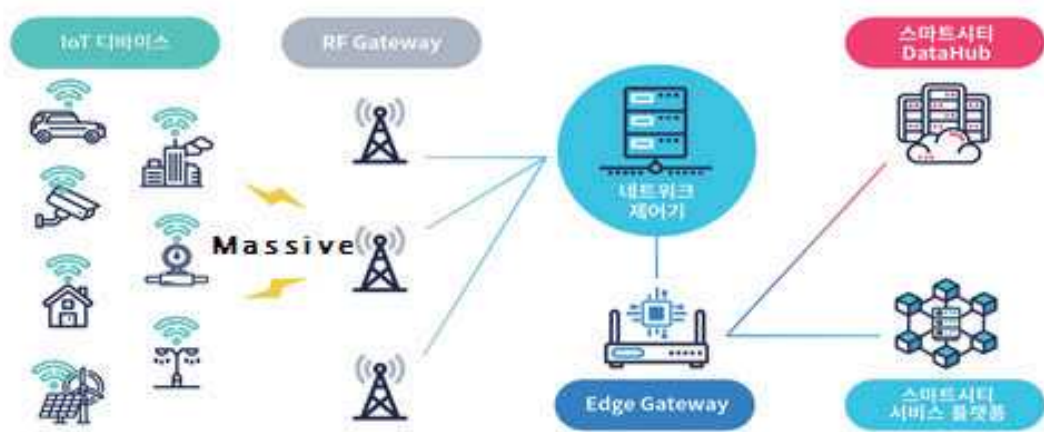
Technical Report [1부-5권]

스마트시티
혁신성장동력 프로젝트

[1-2세부과제]
주관연구기관-한국전자통신연구원

과제명	초대규모(Massive) 실시간 IoT 인프라 및 네트워크 기술 개발	연구기간	'18.10 ~ '21.12 (3년 3개월)
		예산	총 82억원 (정출금 : 60.4억원)

개념도 (서비스 시나리오)



KPI (성과지표)	초대규모 IoT 네트워크 기능 및 서버간 연동 성공률	100%	초대규모 IoT 제어기 연동 성공률	99%	OCF 수집 데이터의 Edge Gateway 전송률	95%
------------	-------------------------------	------	---------------------	-----	------------------------------	-----

과제 개요

- (배경) 다양하고 광범위한 도시의 사물인터넷 기기에서 센서와 통신망을 통해 실시간으로 데이터를 수집하고 분석하기 위한 스마트시티 IoT 기술 고도화가 필요함
- (목적) 데이터 기반의 스마트시티 구축을 위해 다양한 통신환경에서 초대규모(Massive) IoT 데이터(교통, 환경, 에너지, 안전 등)를 적시 처리하는 지능형 디바이스 개발, 인프라 고도화, 네트워크 구축 및 제어 기술 개발

주요 연구내용

- Edge 게이트웨이 마들웨어 및 IoT 데이터를 적시 처리하는 지능형 디바이스 시제품 개발
- Massive IoT 기술/인증 표준 규격 개발 및 표준 IoT 인프라 기술 개발
- 실증도시(대구시, 시흥시)의 지능형 IoT 인프라 및 초대규모 스마트시티 IoT 네트워크 구성

기술적 차별성

- 스마트시티에서 제공되는 다양한 특성의 서비스들을 안정적·차별적·적시적으로 제공하기 위한 IoT 네트워크 시스템 제공
- 다양하고 대규모의 서비스 데이터를 수용할 수 있으며, 자원할당, 우선순위 제어가 가능한 네트워크는 국내에서 유일
- 지능화된 IoT 디바이스뿐만 아니라 초대규모 IoT 네트워크 데이터의 지능화 처리를 위한 엣지 수준 기술 제공

기대효과

- 상호운용성이 확보된 초대규모 IoT 네트워크 시스템 공통기술을 보급하여 지속적인 기술 생태계 조성에 기여
- 데이터 중심 스마트시티 시대의 도래로 폭증하는 데이터 및 초대규모 IoT 연결성 문제에 대응하고, 초저지연 SI 기반 스마트시티 서비스 실현을 위한 기술개발에 활용

참여기관



실증경과 및 결과

- ① 미세먼지 감시 및 보안등 Dimming 서비스
 - 시흥시 3개 천변(옥구천, 군자천, 정왕천) 내 보안등 143대 및 미세먼지 측정기 20대 구축
 - Massive IoT 기반 미세먼지 데이터 수집과 유동량 감지에 따른 보안등 디밍 제어 서비스 및 OpenAPI 제공
 - Massive IoT 네트워크 기반 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 시스템 연동 성공률 공인 시험(성공률 99% 이상)
- ② 실내외 환경측정 및 실내 대기질 개선 서비스
 - 어린이집 2개소 내 실내 대기질 개선 서비스 구축
 - 어린이집 실내외 공기질 측정과 지능화된 공기순환 제어를 통한 환경 개선 실증

실증 대상지



• 장소 : 시흥시 소하천변 ①옥구, ②군자, ③정왕



• 장소 : 시흥시 시립 신희어린이집, 월곶어린이집

단위서비스 및 요소기술

Massive IoT 네트워크 컴포넌트

- 우선순위 관리 기반 Massive IoT 디바이스, RF 게이트웨이, 제어기 공통 컴포넌트 개발
- 기존 통신인프라(유선, LTE 등) 연동 미들웨어 개발, 이종간 Massive IoT 네트워크 공통컴포넌트 상호 운용성 검증, 환경 플랫폼 및 데이터허브 연동



미세먼지 감시 시스템

- 미세먼지 통합 정보 제공 (PM10, PM2.5, 온도, 습도, GPS)
- 미세먼지 측정기 원격 리셋 기능

보안등 디밍 제어 시스템

- 보안등 상태보고 수집 기능
- 유동량센서/LED 알람모듈/응급버튼/디밍 정보 수집 기능 및 원격 제어 기능



실내외 대기환경 모니터링 / 대기질 개선

- 실내외 센서를 통해 수집된 어린이집의 실내외 대기질을 비교·분석하여 지능적으로 대기질 제어 운전
- 실내 미세먼지, CO2, 온습도 및 실외 미세먼지, 풍향·풍속, 자외선, 소음 센서값 수집 및 전송



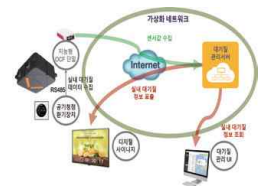
가상화 네트워크 기반 보안

- 디지털 사이니지와 지능형 OCF 단말 및 RF 게이트웨이 등의 장비들에 대한 외부의 악의적 접근을 차단하기 위해 가상화 네트워크를 구성



지능형 IoT 단말

- 환기장치 분석/운전 제어
- 공기청정 환기장치 센서 데이터 수집
- OCF 클라우드 연동하여 센서 데이터 전송



실증을 통한 시사점

- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스를 위한 초대규모 IoT 네트워크 인프라를 구축하고 99% 이상의 시스템 연동 성공률을 검증함으로써 스마트 시티 대규모 센서 환경에서 우선순위 관리 기반의 초대규모 IoT 네트워크 기술이 기존 LoRa 기술을 보완하여 안정적인 데이터 수집과 신뢰성 있는 서비스가 가능함을 검증
- 초대규모 IoT 네트워크 표준 규격을 기반으로 공동연구기관의 이종간 공통 컴포넌트(디바이스, RF게이트웨이, 제어기) 상호 운용성을 검증

타 지자체 확산방안

- 시흥시에서 실증한 초대규모 IoT 네트워크 기반 실시간 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 서비스를 바탕으로 타 지자체의 환경, 안전재난, 교통, 에너지 등 다양한 스마트시티 서비스로 기술 고도화 및 서비스 확대 추진
- 후속 과제를 통하여 초대규모 IoT 네트워크 표준 규격을 기반으로 TTA 인증 체계 추진으로 향후 지자체 네트워크 인프라 및 서비스의 상호운용성을 확보하여 스마트시티 서비스 생태계 확대 및 사업화 추진



연구책임자
한국전자통신연구원
박태준 책임연구원
tjpark@etri.re.kr
sskim@kict.re.kr



집필자
한국전자통신연구원
박동환 책임연구원
dhpark@etri.re.kr



집필자
노성수 수석연구원
데이터얼라이언스(주)
sbison@
data-alliance.com



담당자(문의처)
유승열 대표이사
㈜엠웨이브
emwave71@
emwave.co.kr

• 목차 •

제1장

개요

- 1. 배경 및 필요성..... 475
- 2. 서비스 특징 476
- 3. 기대효과 477

제2장

연구 개발 성과

- 1. 서비스 시나리오 479
- 2. 시스템 구성도 481
- 3. 단위서비스(기능)별 시나리오 483
- 4. 요소기술 489

제3장

실증 경과

- 1. 실증 서비스 개요 501
- 2. 실증대상 및 구축 내역 504
- 3. 실증 시험 및 결과 518

제4장

확산방안

- 1. 운영 · 확산방안(안) 520
- 2. 향후 연계가능한 시나리오 520

제5장

Lesson learned

- 1. 문제해결 사례..... 522
- 2. 기술적 한계..... 522
- 3. 거버넌스 관련..... 523

•  용어 정리 •

용어	정의
Edge 게이트웨이	Massive IoT 네트워크로부터 수집되는 데이터를 지능형 분석을 통하여 서비스 플랫폼 연동 및 데이터허브 연동을 수행하는 장치
Massive IoT	초다수 장치 연결, 5G 비전 요구사항에서는 1km ² 당 100만 개 즉 1m ² 당 1개 수준으로 장치가 연결되는 사물 전용의 저전력광역통신 네트워크 기술
OCF	IoT 장치에 대한 오픈된 표준을 개발하고 인증 프로그램을 제공하는 단체(Open Connectivity Foundation)
통합 관제 시스템	미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스를 통합 관제하는 시스템

• 표 목차 •

〈표 3-1〉 참여기관별 산출물 적용 내역	502
〈표 3-2〉 서비스 적용 내역	503
〈표 3-3〉 실증 인프라 구축 장비 목록	505
〈표 3-4〉 실증1 : 시흥시 시립 신현 어린이집	514
〈표 3-5〉 실증2 : 시흥시 시립 월곶 어린이집	516
〈표 3-6〉 실증 경과	518
〈표 3-7〉 실증 시험 및 결과	519

· 그림 목차 ·

〈그림 2-1〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 환경감시 및 스마트 보안등 서비스	479
〈그림 2-2〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 시스템	481
〈그림 2-3〉 실내외 대기질 측정 및 개선시스템 구성도	482
〈그림 2-4〉 보안등 디밍 제어 서비스 개념도	483
〈그림 2-5〉 보안등 디밍 제어 및 상태 모니터링 서비스 Flow	483
〈그림 2-6〉 미세먼지 데이터 연계를 통한 보안등 상태 LED 표시 시나리오 Flow	484
〈그림 2-7〉 유동량 데이터 수집 및 분석을 통한 보안등 디밍 제어 서비스 Flow	484
〈그림 2-8〉 미세먼지 환경감시 서비스 개념도	485
〈그림 2-9〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 미세먼지 통합장치 데이터 수집 Flow	486
〈그림 2-10〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 미세먼지 통합장치 제어 Flow	486
〈그림 2-11〉 실내 대기환경 모니터링 시나리오	487
〈그림 2-12〉 실외 대기환경 모니터링 및 대기질 개선 시나리오	487
〈그림 2-13〉 공기청정 환기장치 운전 제어 시나리오	488
〈그림 2-14〉 실시간 대기환경 데이터 표출	489
〈그림 2-15〉 초대규모(Massive) IoT 네트워크 공통컴포넌트	490
〈그림 2-16〉 미세먼지 환경감시 시스템 개요도	490
〈그림 2-17〉 환경감시 Edge 게이트웨이 기술 및 환경플랫폼 연계 기술 개요도	491
〈그림 2-18〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 보안등 디밍 제어 시스템 개요도	492
〈그림 2-19〉 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 서비스 사용자 관리 대시보드	492
〈그림 2-20〉 미세먼지 및 보안등 통합장치 상태 모니터링 대시보드	493
〈그림 2-21〉 미세먼지 통합 장치 관리 대시보드	493
〈그림 2-22〉 보안등 통합 장치 관리 대시보드	494
〈그림 2-23〉 미세먼지 감시 수집 이력 대시보드	494
〈그림 2-24〉 보안등 디밍 수집 이력 대시보드	495
〈그림 2-25〉 가상화 네트워크 시스템 구성	496
〈그림 2-26〉 가상화 네트워크 시스템 설정	497

Contents

〈그림 2-27〉 Massive IoT 네트워크 시스템 구성	498
〈그림 2-28〉 Massive IoT 네트워크 관제	498
〈그림 2-29〉 지능형 IoT 디바이스와 OCF 시스템 구성	499
〈그림 2-30〉 OCF 클라우드 관제	499
〈그림 2-31〉 Massive IoT Edge GW 시스템 구성	500
〈그림 3-1〉 실증대상지 전경	504
〈그림 3-2〉 실증대상지 위성사진	504
〈그림 3-3〉 실증 상세 구축 내역	506
〈그림 3-4〉 옥구소하천 구축 내역	507
〈그림 3-5〉 군자소하천 구축 내역	508
〈그림 3-6〉 정왕소하천 구축 내역	509
〈그림 3-7〉 미세먼지 통합장치 및 상태표시 전광판	510
〈그림 3-8〉 내부 사진	510
〈그림 3-9〉 보안등 디밍 통합장치	511
〈그림 3-10〉 LED 디밍 only 제어(유동량센서(x), Led 알람(x), 응급버튼(x))	512
〈그림 3-11〉 투광등 only 제어	512
〈그림 3-12〉 보안등 디밍 통합장치 제어보드	513
〈그림 3-13〉 보안등 디밍 통합장치 제어보드	513
〈그림 3-14〉 게이트웨이장치	513

1 | 배경 및 필요성

1-1 개요

- 스마트시티 혁신성장동력프로젝트 1핵심 2세부 과제에서 개발하고 있는 Massive IoT 핵심 기술을 수용한 스마트시티 네트워크 인프라를 구축하고 지능형 인프라를 활용한 가로등 디밍 관제 시스템과 실내외 대기질 측정 및 개선 서비스 시스템에 대한 상세 내용을 기술한다.
- 데이터 기반의 스마트시티 구축을 위해 1핵심 2세부 과제에서 개발 중인 Massive IoT 핵심 기술을 수용하여 시흥시에서 계획하는 실증 지역에 가로등 관제 시스템과 실내외 대기질 측정 및 개선 서비스 시스템을 구축하여 초대규모 IoT 데이터의 처리를 위한 지능형 디바이스, 인프라 고도화 및 네트워크 기술에 대한 실증 내용을 포함한다.

1-2 서비스의 필요성

1 기존 서비스의 한계점

- 기존 비면허대역 LoRa, Sigfox, Ingenu 등 저전력광역통신 기술, 3GPP의 NB IoT, Cat.M1 기술 등 통신기술을 적용한 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스를 적용한 사례가 많으나 상호운용성이 확보된 표준이 없고 비용 등으로 사업화에 어려움이 있다.
- 따라서 기존 민간 기업이 보유한 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 시스템의 지속 가능한 생태계 조성을 위해서는 상호운용성이 확보된 초대규모(Massive) IoT 네트워

크 기술의 활용이 중요하며 서비스 확장성을 위하여 국토부에서 추진하는 환경감시 시스템 및 데이터허브 연동이 필요하다.

- 국가는 실내공기질 관리법에 의거한 권고 기준에 따라 일정 규모 이상의 다중이용 시설에 대한 대기질 관리를 확대하고 있다. 이에 지자체 관할의 시설물에 대해, 대기질 측정을 위한 센서와 공기 청정 장비를 설치하는 추세이나 각각 개별적으로 설치되고 관리 운영되고 있다.

D 초대규모 IoT 네트워크 기반 서비스의 필요성

- 스마트시티 혁신성장동력 프로젝트를 통해 개발된 Massive IoT 핵심 기술 생태계를 조성하고, 기술 확산을 용이하게 하기 위하여 지자체 기반의 Massive IoT 네트워크 인프라 구축 및 서비스 실증하기 위한 환경 제공이 필요하다.
- 대규모 IoT 디바이스로 구성되는 복잡한 스마트시티 환경에서 서비스가 요구하는 특성의 데이터를 용도에 맞게 수집·관리할 수 있는 네트워크 기술 및 상황을 인지하고 최적의 대응을 수행할 수 있는 Edge 지능화 기술이 필요하다.
- 각 지자체에서 관리하는 주요 공공시설의 실내외 대기질 센서와 공기 청정/환기 장비를 통합하여 체계적으로 운영하는 시스템을 도입할 필요성이 있다. 즉 실내 및 실외 대기질의 상태 데이터를 지속적으로 분석·모니터링하고, 데이터에 기반하여 공기 청정/환기 장비의 지능적인 운용이 가능하도록 통합된 대기질 관리 시스템의 개발이 필요하다.

2 | 서비스 특징

- 우선순위 관리 및 자원할당 기술이 적용된 Massive IoT 네트워크 기술을 적용하여 초대규모 데이터가 발생하는 스마트시티 환경에서 안정적으로 네트워크에 접속할 수 있는 고신뢰 네트워크 인프라를 제공한다.
- 미세먼지, 초미세먼지뿐만 아니라 온도, 습도, GPS 정보를 측정 가능한 저가의 이동형 미세먼지 감시 디바이스를 통해 도시 소하천변의 보안등, 가로등, 전신주 등에 배치하여 수집된 데이터를 Edge 분석을 통하여 환경감시 모니터링을 제공한다.
- 또한 스마트 보안등 시스템은 보안등 주변의 밝기, 사람의 움직임 등을 감지하여 자

동 또는 원격으로 보안등 밝기가 제어되는 시스템으로, 수집된 유동량, 전력소비량 등 데이터 분석을 통한 스마트 보안등 서비스를 제공한다.

- 공공시설물의 실내와 실외에 설치된 센서에서 측정된 데이터 정보를 초대규모 IoT 네트워크를 통해 실시간으로 관리서버에 전송하여 모니터링하고, 실내에는 공기청정기능, 환기기능, 바이패스 기능을 제공하는 공기청정 환기장비를 구축한다.
- 실내의 공기청정/환기장비에 장착된 지능형 OCF 단말에서 장치의 실내 대기질 측정값과 관리서버에 수집된 실외 측정값을 상호 비교 분석하여 장치의 운전 모드를 지능적으로 선택한다.
- 또한 공용 공간에 설치된 디지털 사이니지(Digital Signage)에 실시간 대기질 측정값 및 분석된 데이터, 운용 중인 공기청정/환기장치의 운전상태를 시각적으로 표출한다.

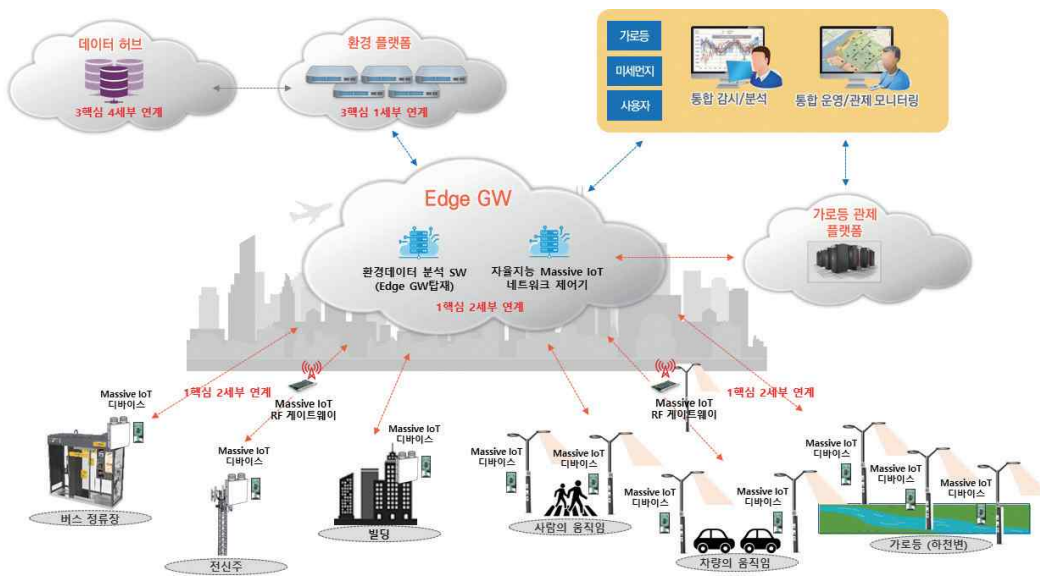
3 | 기대효과

- (기술적 측면) 우선순위 관리 및 자원할당 기술을 Massive IoT 네트워크에 적용함으로써 비면허대역 기반 스마트시티의 초대규모 네트워크 기술 분야에서 유리한 고지를 선점할 것으로 기대된다. 아울러 초대규모 실시간 IoT 서비스를 위한 통합 인프라를 구축함으로써 다양한 특성을 지닌 채 산재해 있는 스마트시티 데이터를 통합적으로 연계할 수 있을 것으로 기대된다.
- (기술적 측면) 지자체 관할 공공시설물의 실내뿐만 아니라 주변 실외의 대기질에 대한 실시간 모니터링 기능을 제공하여 즉각적인 알림이나 대처가 가능하도록 하고, 누적된 시계열 데이터를 제공하여 다양한 분석과 예측 서비스에 활용 가능하다. 또한 시설물의 공기청정/환기 장비의 지능적이고 자율적인 운전 서비스에 의해 신속하고 선제적인 실내 대기질 개선이 가능할 것으로 예상된다.
- (경제적·산업적 측면) 지능형 도시 운영에 요구되는 실시간 감시, 분석, 대응의 활성화를 위해 지능형 Edge 컴퓨팅 기술의 확보와 실증 도시에서 이를 활용한 기술 검증을 통해 스마트시티 신산업 및 일자리 창출이 기대된다. 또한, 다양한 스마트시티 서비스에서 공통적으로 사용 가능한 초대규모 IoT 단일 네트워크를 구축할 수 있으므로 망 구축의 중복투자를 해소할 수 있을 것으로 기대된다.
- (경제적·산업적 측면) 공공시설물에 개별적으로 설치되는 대기질 측정 센서들과 개선

장비들을 통합하고 지능적으로 운영 관리하는 모델을 제시, 중복투자를 해소하고 대기질 관리의 효율성을 제고할 수 있다. 또한, 스마트시티 서비스에서 공통적으로 사용 가능한 초대규모 IoT단일 네트워크를 구축하여 망 구축의 중복투자를 해소할 수 있을 것이다.

- (사회적 측면) 초대규모 지능형 IoT 시스템을 기반으로 환경감시 및 보안등 디밍 서비스의 확산과 원활한 지원이 가능해짐으로써 환경 및 빛 공해 예방과 에너지 절감 등 사회적 편익의 증대와 국가 및 도시 차원에서의 대시민 체감 서비스 확대가 이루어질 것으로 기대된다.
- (사회적 측면) 실내외 대기질의 실시간 모니터링과 지능화된 대기질 개선 장비의 운용으로 스마트시티 내 공공시설물의 쾌적한 실내 대기환경 조성에 도움이 될 것으로 기대된다. 또한, 코로나-19 등의 주요 감염병 확산 방지에도 기여할 것으로 기대된다.

1 | 서비스 시나리오



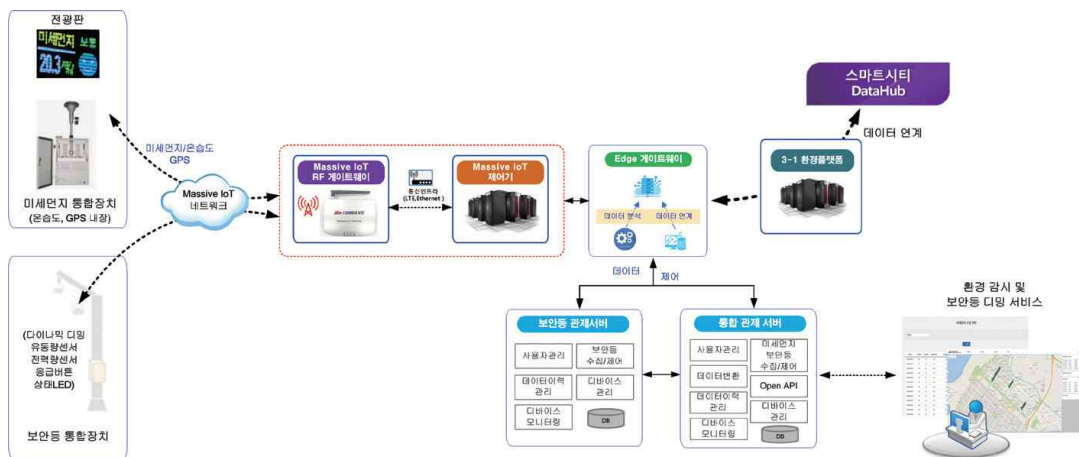
〈그림 2-1〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 환경감시 및 스마트 보안등 서비스

- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스를 위한 Massive IoT 네트워크 시스템은 Massive IoT 네트워크 디바이스, RF 게이트웨이, 기존 통신인프라(LTE), 제어기로 구성되며, 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 통합 장치로부터 데이터를 수집하여 관제 서버에 전달하며, 다시 관제 서버로부터의 설정 명령을 통합장치로 전달한다.
- 미세먼지 감시 통합장치에 Massive IoT 네트워크 디바이스가 내장되어 있으며, 미세먼지 측정기에서 측정한 데이터는 Massive IoT 네트워크를 통해 Edge 게이트웨이를 거쳐 통합 관제 서버로 30분에 1회 주기로 보고한다.
- Edge 게이트웨이에서 수집된 미세먼지 데이터는 OpenAPI를 통하여 3-1 환경플랫폼에 전달되어 데이터허브와 연계를 수행한다.

- 통합 관제 서버를 통해 실시간 미세먼지, 온습도 상태정보와 이력을 웹 UI를 통해 조회하고 미세먼지, 온습도 상태정보, 장비 ON/OFF, 리셋 등을 Massive IoT 네트워크를 통하여 미세먼지 감시 통합장치 및 전광판에 전달한다.
- 보안등 디밍 통합장치에 Massive IoT 네트워크 디바이스가 내장되어 있으며, 보안등 디밍 통합장치에서 측정된 데이터는 Massive IoT 네트워크를 통해 Edge 게이트웨이를 거쳐 보안등 관제 서버에 매시간 주기로 보고·전달한다.
- 통합 관제 서버와 보안등 관제 서버를 통해 실시간 유동량, 전량소비량, 응급 재난정보 등 상태정보와 이력을 웹 UI를 통해 조회하고 보안등 디밍 설정, 재난정보, 장비 ON/OFF, 통합장치 리셋 등을 Massive IoT 네트워크를 통하여 보안등 디밍 통합장치에 전달한다.
- 어린이집 실내 보육환경 대기환경 모니터링 서비스
 - 어린이집 실내 보육 교실에 설치된 공기청정 환기장비와 연동하여 장비에 내장된 대기질 센서에서 측정된 값들을(PM2.5/PM10/CO₂/온습도) 실시간으로 관리서버에 전송하여 어린이집 실내 대기환경을 모니터링한다.
- 실외 대기환경 모니터링 및 대기질 개선 서비스
 - 어린이집 주변 실외에 설치된 미세먼지(PM2.5/PM10/온습도), 풍향/풍속, 자외선, 소음 센서에서 측정된 데이터 정보를 실시간으로 관리서버로 전송하여 모니터링한다.
 - 어린이집 주 출입구에 미세먼지 저감장치를 구축하여, 지속적인 미세먼지 희석을 통하여 어린이집 실외 입구 주변의 미세먼지 농도를 저감한다.
- 어린이집 실내 보육환경 대기질 개선 서비스
 - 실내 보육 교실에 공기청정 기능, 환기 기능, 바이패스 기능을 제공하는 공기청정 환기장비 구축을 통해 실내 공기질을 개선한다.
 - 공기청정 환기장비에 장착된 지능형 OCF 단말에서 장치의 센서값과 관리서버에 수집된 어린이집 주변 환경의 대기질 측정값을 분석하여 장치의 운전 모드를 지능적으로 선택한다.
- 가상화 네트워크 기반 보안 서비스
 - 어린이집에 설치된 디지털 사이니지와 지능형 OCF 단말 및 RF 게이트웨이 등의 장비들에 대한 외부의 악의적 접근을 차단하기 위해 가상화 네트워크를 구성한다.
 - 실시간 대기환경 정보 데이터 표출 서비스

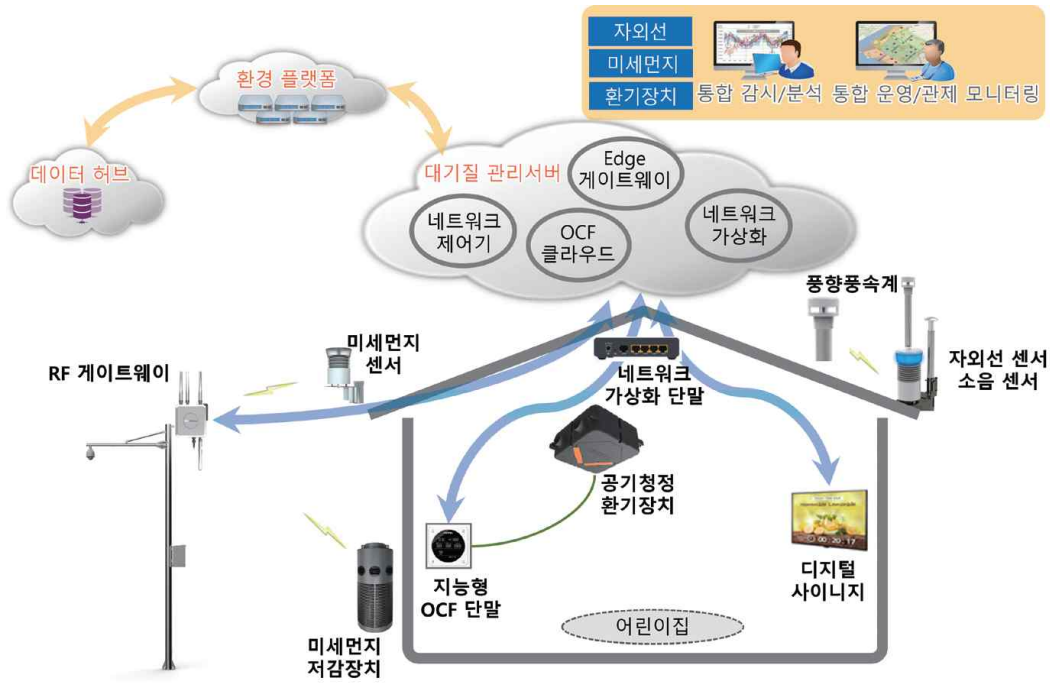
- 어린이집 실내에서 측정된 센서값들과 어린이집 주변의 미세먼지 센서에서 수집된 측정값들을 분석한다.
- 어린이집 공용 공간에 설치된 디지털 사이니지에 실시간 대기질 측정값 및 분석된 데이터를 시각화해서 표출한다.
- 어린이집 실내에 운용 중인 공기청정 환기장치의 운전상태를 시각적으로 표출한다.

2 | 시스템 구성도



〈그림 2-2〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 시스템

- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 시스템은 초대규모 IoT 네트워크, Edge 게이트웨이, 보안등 관제 서버, 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 통합 관제 서버로 구성된다.
- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어를 위한 통합 장치(노드) 기술
- 우선순위 관리 기반의 초대규모(Massive) IoT 네트워크 기술
- 환경감시 및 보안등 디밍 서비스를 위한 지능형 Edge 분석 기술
- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스를 위한 통합 관제 서버 기술
- 기존 3핵심 1세부 환경플랫폼 연동기술 및 데이터허브 연계기술
- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 서비스를 위한 상태 모니터링 및 관제를 위한 관리자용 웹서비스 기술



〈그림 2-3〉 실내외 대기질 측정 및 개선시스템 구성도

- 실내외 대기질 측정 및 개선 시스템은 실내외 대기질 센서, 공기청정/환기장치 및 지능형 OCF 단말, 대기질 관리서버, Massive IoT 네트워크 시스템으로 구성된다.
- 공기청정 환기장치의 내장센서(PM2.5/PM10/온습도)에서 측정된 센서 데이터를 지능형 OCF 단말에서 수집하여 대기질 관리서버로 전송한다.
- 어린이집 실외에 미세먼지(PM2.5/PM10/온습도) 센서, 자외선 센서, 풍향풍속계, 소음 센서를 설치하여 측정된 데이터를 실시간으로 대기질 관리서버로 전송한다.
- 실외 미세먼지 센서 측정 데이터값에 따른 어린이집 출입 입구에 설치된 미세먼지 저감 장치를 설치하여 실외 공기질을 개선한다.
- 공기청정 환기장치에 장착된 지능형 OCF 단말은 대기질 관리서버에서 실내외 대기 질 값을 수집하고 이를 분석하여, 공기청정 환기장치의 운전을 제어한다.
- 어린이집 공용 공간에 디지털 사이니지를 설치하여, 대기질 관리서버에서 제공하는 실시간 측정값 및 분석값을 시각화하여 표출한다.
- 지능형 OCF 단말/RF 게이트웨이/디지털 사이니지는 가상화 네트워크를 통해 대기 질 관리서버와 통신을 주고받는다.

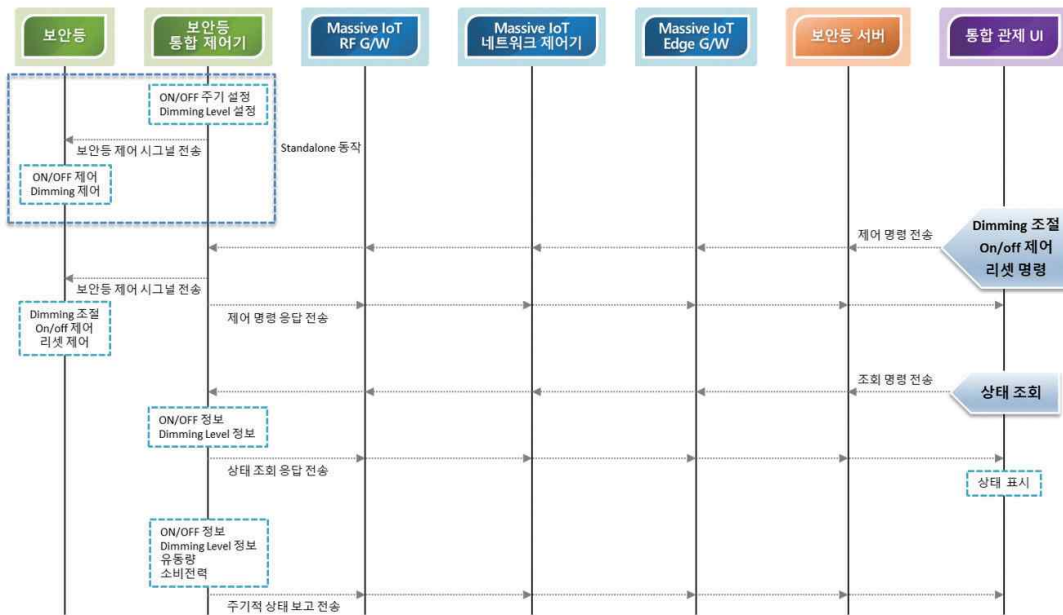
3 | 단위서비스(기능)별 시나리오

3-1 스마트 보안등 디밍 제어 서비스

- 스마트 보안등 시스템은 유동량, 전력사용량, 응급버튼 정보를 수집하여 모니터링 하고 유동량 분석을 통하여 보안등 디밍 제어를 수행하며 응급버튼 정보, 통합 관제 서버 재난정보, 미세먼지 정보 등을 활용하여 보안등 상태 LED(4색)를 제어함으로써 시민에게 재난 정보를 상태별로 제공하며 지자체 시설물 관리자에서 효율적인 보안등 관제 기능을 제공한다.



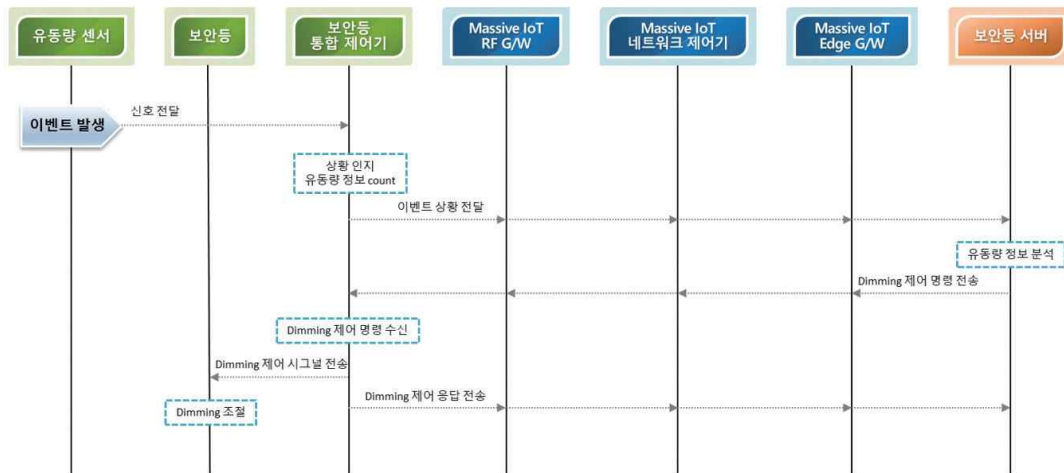
〈그림 2-4〉 보안등 디밍 제어 서비스 개념도



〈그림 2-5〉 보안등 디밍 제어 및 상태 모니터링 서비스 Flow



〈그림 2-6〉 미세먼지 데이터 연계를 통한 보안등 상태 LED 표시 시나리오 Flow



〈그림 2-7〉 유동량 데이터 수집 및 분석을 통한 보안등 디밍 제어 서비스 Flow

- 보안등 통합장치에 부착된 센서로부터 유동량, 전력사용량, 응급버튼 등 데이터를 초대규모 IoT 네트워크를 통해 Edge 게이트웨이에 전달되고 표준 데이터 모델로 변환되어 통합관제서버에 전달되어 저장한다.
- 수집된 응급버튼, 유동량 데이터 분석을 통하여 보안등 디밍 LED 제어 명령을 Edge 게이트웨이와 초대규모 IoT 네트워크를 통해 보안등 통합장치에 전달하여 보안등 LED의 밝기를 디밍 제어한다.

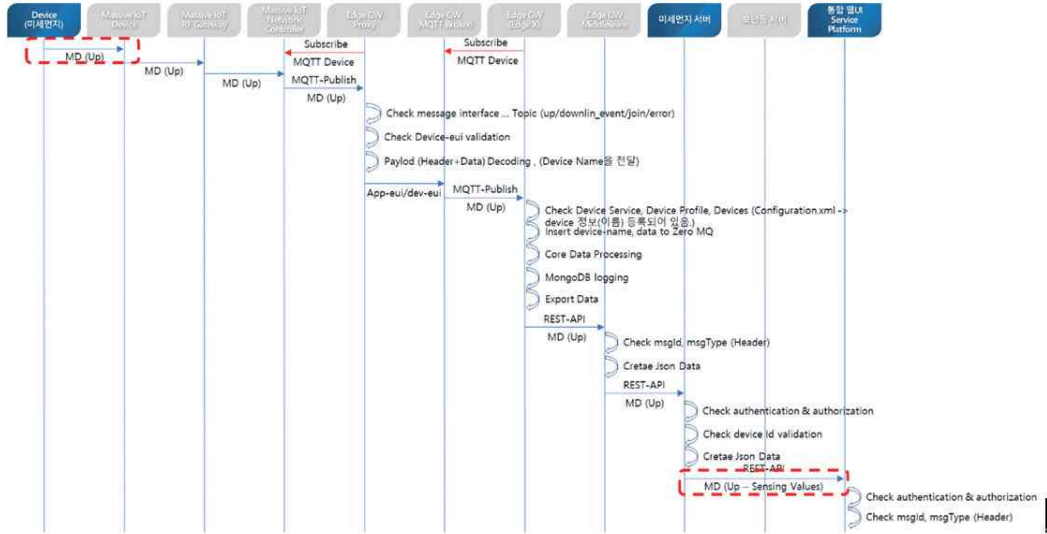
- 통합관제서버에 수집된 응급버튼 정보, 미세먼지 데이터와 외부 플랫폼 연계를 통한 재난정보를 활용하여 초대규모 IoT 네트워크를 통해 보안등 통합장치에 전달하여 상태 LED의 색상 및 점등을 서비스 시나리오에 따라 제어한다.
- 시설관리자는 웹서비스를 통하여 보안등 상태정보, 유동량, 전력사용량, 이력정보 등을 UI를 통해 확인하고, 필요에 따라 보안에 대한 조건을 설정하고, 보안등 통합 장치를 제어한다.

3-2 미세먼지 환경감시 서비스

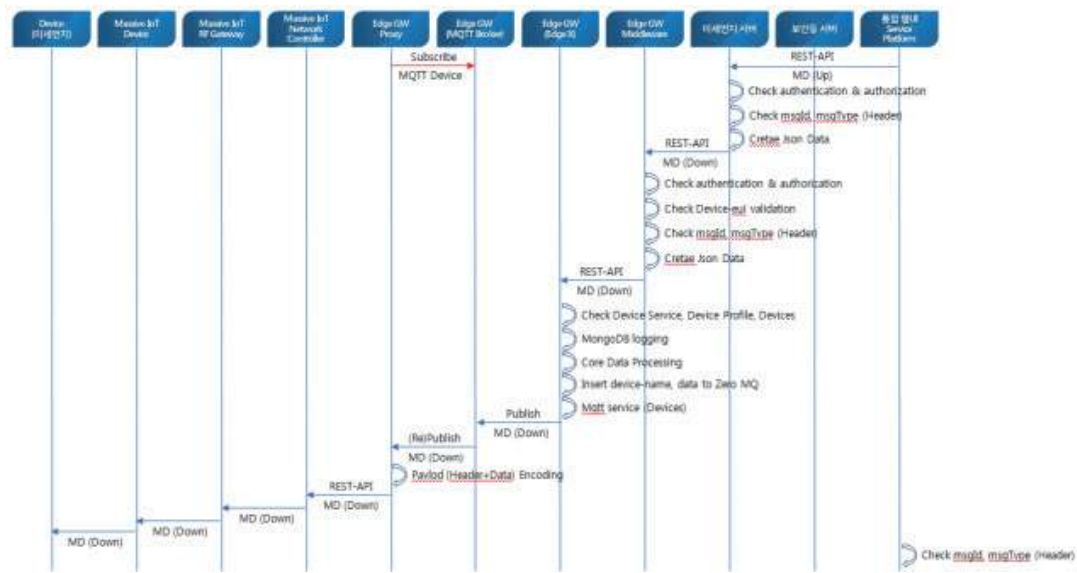


〈그림 2-8〉 미세먼지 환경감시 서비스 개념도

- 미세먼지 통합장치에 부착된 센서로부터 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5), 온·습도 데이터를 초대규모 IoT 네트워크를 통해 Edge 게이트웨이에 전달되고 표준 데이터 모델로 변환되어 통합관제서버에 전달되어 저장한다.
- Edge 게이트웨이에 수집된 환경 데이터는 3핵심 1세부 환경플랫폼 연계를 통해 스마트시티 데이터허브와 연동한다.
- 통합 관제 서버에 수집된 미세먼지, 온습도 데이터를 활용하여 초대규모 IoT 네트워크를 통해 환경감시 전광판에 정보를 표출하며, 보안등 통합장치에 미세먼지 정보를 전달하여 보안등 상태 LED에 미세먼지 정보를 표시한다.
- 관리자는 웹서비스를 통하여 미세먼지 상태, 이력 정보 등을 UI를 통해 확인하고, 필요에 따라 미세먼지 통합장치에 대한 조건을 설정하고, 제어한다.



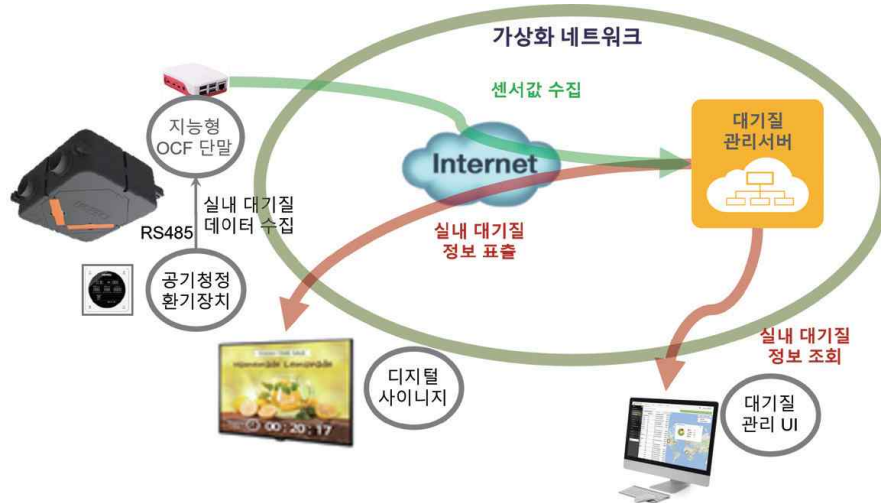
〈그림 2-9〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 미세먼지 통합장치 데이터 수집 Flow



〈그림 2-10〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 미세먼지 통합장치 제어 Flow

3-3 실내 대기환경 모니터링

- 어린이집 실내 보육환경, 대기환경 모니터링 서비스는 지능형 OCF 단말이 공기청정/환기장치의 센서에서 수집된 데이터를 대기질 관리 서버로 전송함으로써 이루어진다.

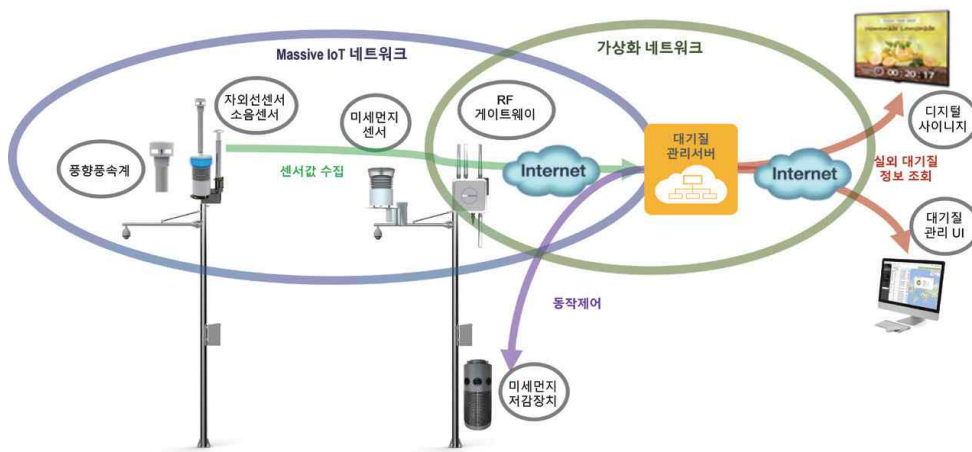


〈그림 2-11〉 실내 대기환경 모니터링 시나리오

- 공기청정 환기장치에 장착된 지능형 OCF 단말은 공기청정 환기장치에 내장된 대기질 센서와 RS-485 통신을 통해 실시간 측정데이터를 수집한다.
- 지능형 OCF 단말은 실시간 측정데이터를 대기질 관리서버로 전송한다.
- 측정데이터는 대기질 관리서버의 웹 UI를 통해서 조회가 가능하다.(표출가능)

3-4 실외 대기환경 모니터링 및 대기질 개선

- 어린이집 실외 대기환경 모니터링은 실외 센서들의 데이터를 Massiv IoT 네트워크를 통해서 대기질 관리 서버로 전송함으로써 이루어진다.

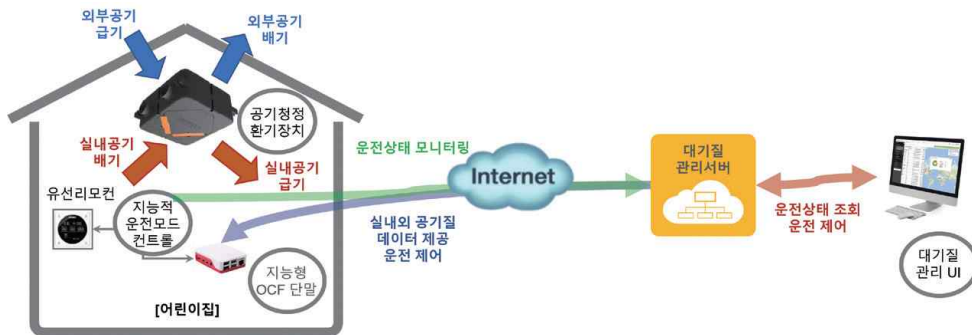


〈그림 2-12〉 실외 대기환경 모니터링 및 대기질 개선 시나리오

- 실외 구조물에 미세먼지 센서와 Massive IoT 게이트웨이를 설치한다.
- 미세먼지/풍향·풍속/소음/자외선 센서에서 수집된 데이터는 Massive IoT 게이트웨이를 통해 대기질 관제 서버로 전송된다.
- 전송된 실외 미세먼지 측정데이터는 어린이집의 디지털 사이니지에 표출되고, 대기질 관리서버의 웹 UI를 통해서 조회 가능하다.
- 대기질 관리서버의 웹 UI를 통해서 미세먼지 저감장치의 동작을 제어할 수 있다.

3-5 공기청정 환기장치 운전 제어

- 어린이집 실내의 지능형 OCF 단말에서 실내 대기질 측정값과 관리서버에 수집된 실외 측정값을 상호 비교 분석하여 공기청정/환기장치를 지능적으로 운용한다.
- 공기청정 환기장치와 연동하는 지능형 OCF 단말은 장치의 센서값과 대기질 관리서버에서 제공받은 실외 대기질 값을 분석하여 공기청정 환기장치의 운전 모드를 지능적으로 선택한다.



〈그림 2-13〉 공기청정 환기장치 운전 제어 시나리오

- 지능형 OCF 단말은 RS-485통신을 통해 공기청정 환기장치의 운전 모드를 제어할 수 있다.

3-6 실시간

- 어린이집 실내외에 설치된 센서들의 측정값, 공기청정 환기장치들의 운전상태, 기타 공공 정보를 디지털 사이니지를 통해 시각화하여 표출한다.



〈그림 2-14〉 실시간 대기환경 데이터 표출

- 어린이집 공용 공간에 설치된 디지털 사이니지에 실시간 측정값 및 분석된 데이터를 시각화해서 표출한다.
- 어린이집 실내에 운용 중인 공기청정 환기장치의 운전상태를 시각적으로 표출한다.
- 디지털 사이니지를 통해 어린이집에 설치된 공기청정 환기장치를 일괄 제어한다.

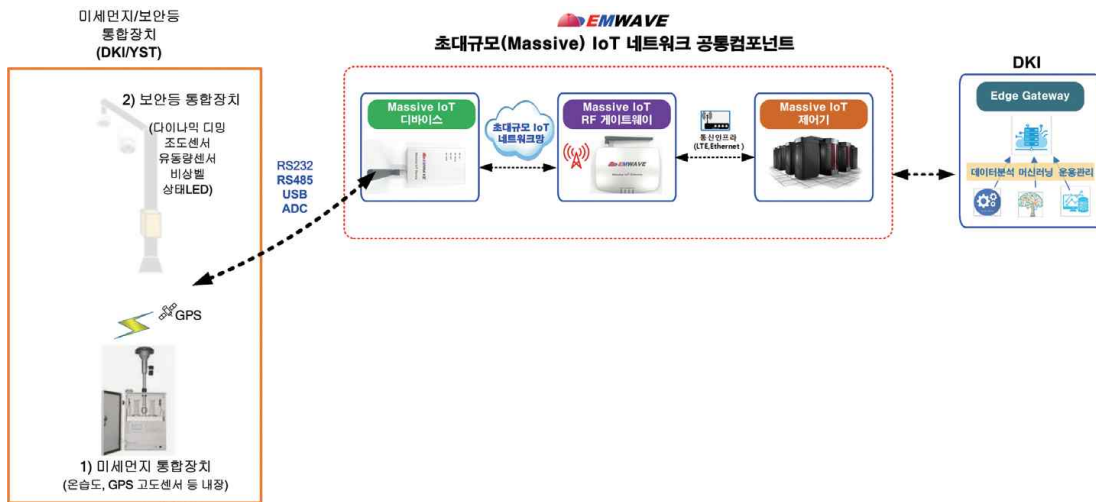
4 | 요소기술

4-1 초대규모(Massive) IoT 네트워크 공통컴포넌트 기술

- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스를 위한 초대규모 IoT 네트워크 표준 규격(TTA)을 지원하는 공통컴포넌트(단말, RF 게이트웨이, 네트워크 제어기) 인프라 구축 및 실증을 수행하였으며 1핵심 2세부 초대규모 IoT 네트워크의 이종 간 상호운용성 검증을 수행하였다.
- 스마트시티를 위한 Massive IoT 네트워크 기술은 다양한 특성의 IoT 데이터를 우선순위 및 자원예약 등의 관리를 통해 안정적으로 수집하고 관리할 수 있는 기술을 제공한다.
- 이 기술은 TTA,KO-06,509/R1, TTA,KO-06,0541 “차별화된 무선 채널 액세스

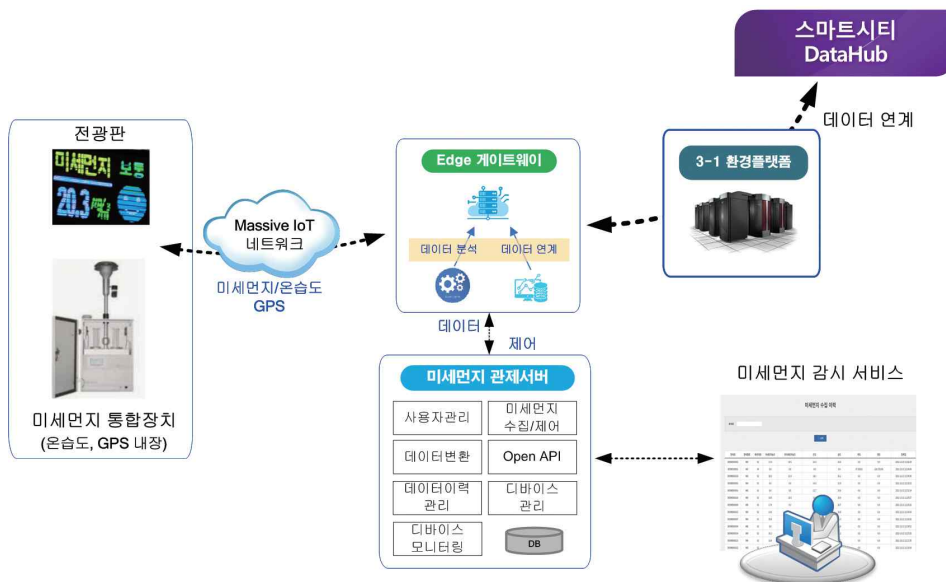
스 기반 저전력 광역 네트워크”와 같은 Massive IoT 표준 규격을 준수한다.

- 시흥시 옥구소하천, 군자소하천, 정왕소하천변에 신규 설치한 미세먼지 통합장치, 보안등 디밍 통합장치 센서로부터 Massive IoT 네트워크 공통컴포넌트를 통해 데이터를 수집하고, Massive IoT 네트워크 제어기와 Edge 게이트웨이와 연동을 통해 안정적인 데이터 수집과 시스템 연동 신뢰성을 검증하였다.



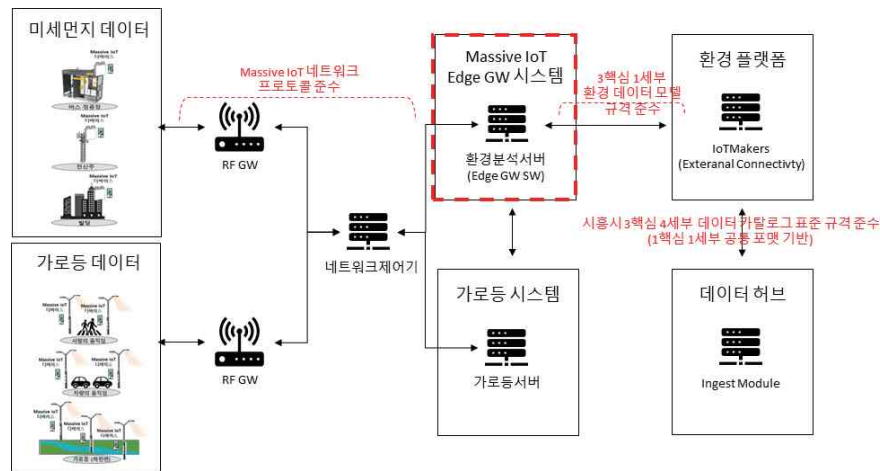
〈그림 2-15〉 초대규모(Massive) IoT 네트워크 공통컴포넌트

4-2 미세먼지 감시 시스템 기술



〈그림 2-16〉 미세먼지 환경감시 시스템 개요도

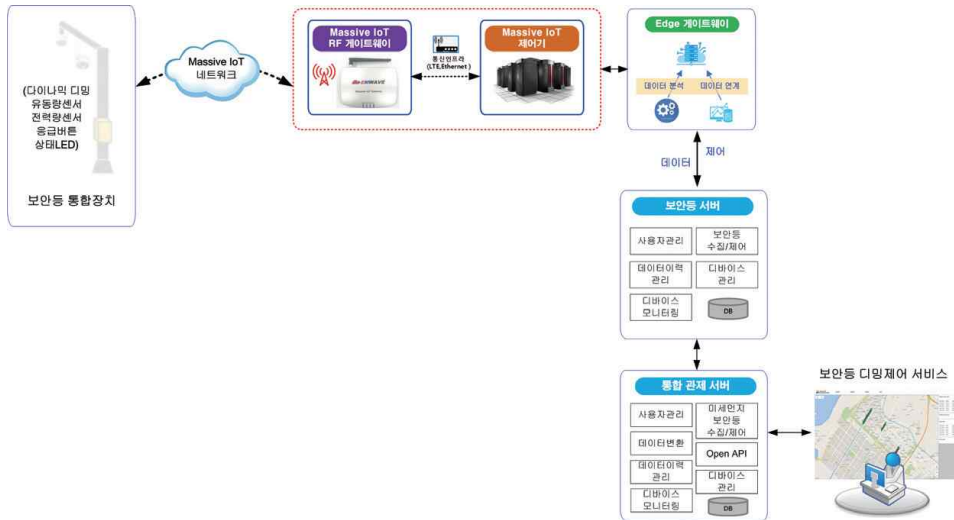
- 실증지에 설치된 미세먼지 감시 통합장치에서 Massive IoT 네트워크를 통해 수집된 데이터를 분석하고 환경 플랫폼 표준 데이터로 변환하고 OpenAPI를 통하여 3핵심 1세부 환경플랫폼과 스마트시티 데이터허브에 연동하는 기술을 구현한다.
- 미세먼지 관제 서버를 통해 실시간 미세먼지, 온습도 상태 정보와 이력을 웹 UI를 통해 조회하고 미세먼지, 온습도 상태 정보, 장비 ON/OFF, 리셋 등을 Massive IoT 네트워크를 통하여 미세먼지 감시 통합장치 및 전광판에 전달하는 기능을 구현한다.



〈그림 2-17〉 환경감시 Edge 게이트웨이 기술 및 환경플랫폼 연계 기술 개요도

4-3 보안등 디밍 제어 시스템 기술

- 실증지에 설치된 보안등 디밍 통합장치에서 Massive IoT 네트워크를 통해 수집된 데이터를 Edge 게이트웨이에 전달하고, 보안등 서버와 통합관제 서버에 전달하는 기능을 구현한다.
- 통합관제 서버에 수집된 데이터를 분석하여 실시간 유동량, 전량소비량, 응급 재난 정보 등 상태 정보와 이력을 웹 UI를 통해 조회하고, 데이터 분석과 외부 데이터 연계를 통하여 보안등 디밍 설정, 미세먼지 상태 및 재난정보 LED 표출, 장비 ON/OFF, 통합장치 리셋 등을 수행한다.

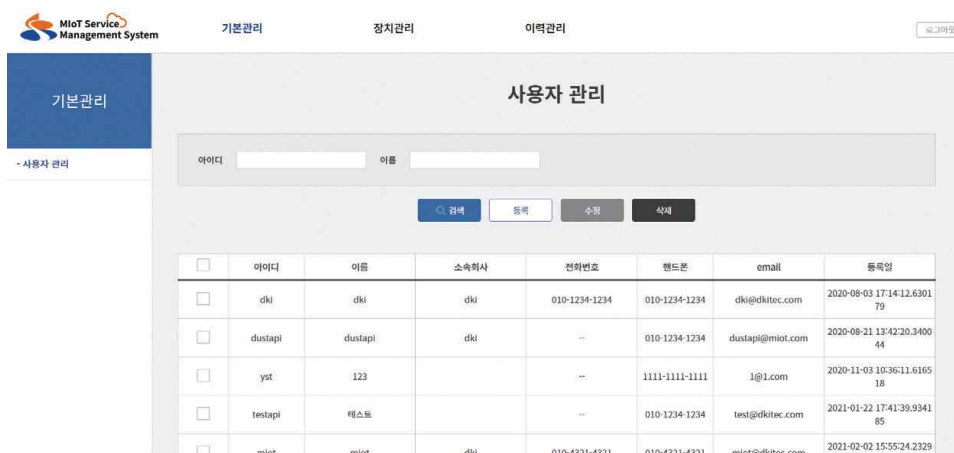


〈그림 2-18〉 초대규모 IoT 네트워크 기반 보안등 디밍 제어 시스템 개요도

4-4 미세먼지 환경감시 및 스마트 보안등 서비스 기술

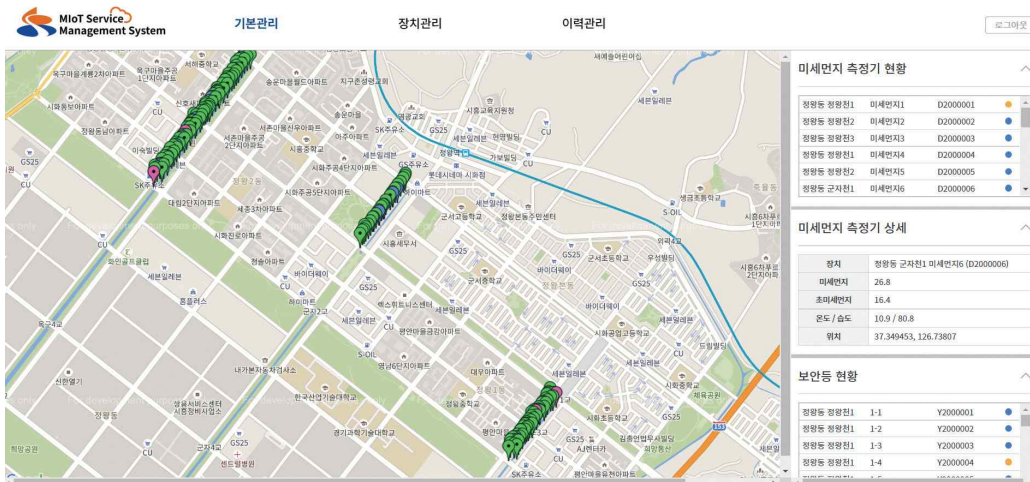
- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스를 위한 통합관리 서버는 시흥시에 소하천변에 초대규모 IoT 네트워크 인프라와 미세먼지 통합장치, 보안등 통합장치를 구축하고 유동량, 전력사용량, 응급버튼, 미세먼지, 온습도 데이터를 실시간으로 모니터링하고 분석하여 보안등 LED 디밍 제어, 상태 LED 표출, 전광판 표출을 수행하는 서비스를 제공한다.

－ 사용자 관리



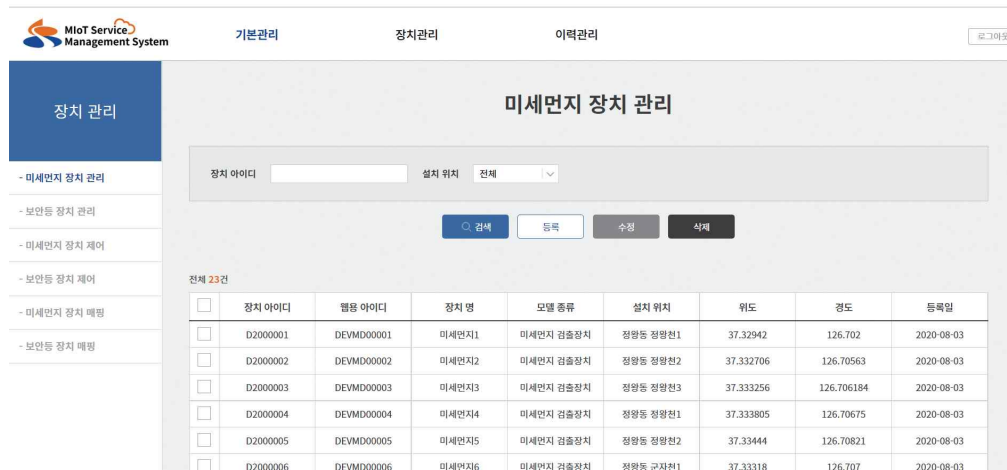
〈그림 2-19〉 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 서비스 사용자 관리 대시보드

– 통합 장치 상태 모니터링



〈그림 2-20〉 미세먼지 및 보안등 통합장치 상태 모니터링 대시보드

– 미세먼지 통합 장치 관리



〈그림 2-21〉 미세먼지 통합 장치 관리 대시보드

– 보안등 통합 장치 관리

보안등 장치 관리

장치 아이디 설치 위치 전체

전체 142건

<input type="checkbox"/>	장치 아이디	모델 아이디	장치 명	모델 종류	설치 위치	위도	경도	등록일
<input type="checkbox"/>	Y2000001	DEVL000001	1-1	보안등	정왕동 정왕천1	37.33914	126.747475	2020-08-03
<input type="checkbox"/>	Y2000002	DEVL000002	1-2	보안등	정왕동 정왕천1	37.339203	126.74755	2020-08-03
<input type="checkbox"/>	Y2000003	DEVL000003	1-3	보안등	정왕동 정왕천1	37.33872	126.74716	2020-08-03
<input type="checkbox"/>	Y2000004	DEVL000004	1-4	보안등	정왕동 정왕천1	37.33833	126.74679	2020-08-03
<input type="checkbox"/>	Y2000005	DEVL000005	1-5	보안등	정왕동 정왕천1	37.338364	126.74669	2020-08-03
<input type="checkbox"/>	Y2000006	DEVL000006	1-6	보안등	정왕동 정왕천1	37.338047	126.746506	2020-08-03

〈그림 2-22〉 보안등 통합 장치 관리 대시보드

– 미세먼지 수집 이력

미세먼지 수집 이력

장치ID

장치ID	장치종류	메시지ID	미세먼지농도	초미세먼지농도	온도	습도	위도	경도	등록일
DEVMD00010	MD	02	57.2	31.8	10.0	83.8	0.0	0.0	2021-10-25 22:26:34
DEVMD00006	MD	01	0.0	0.0	0.0	0.0	37.34949	126.73805	2021-10-25 22:20:37
DEVMD00008	MD	02	5.3	2.6	28.1	34.5	0.0	0.0	2021-10-25 22:17:14
DEVMD00009	MD	02	25.6	16.4	10.9	86.8	0.0	0.0	2021-10-25 22:12:44
DEVMD00016	MD	02	24.2	16.1	11.5	99.1	0.0	0.0	2021-10-25 22:12:...

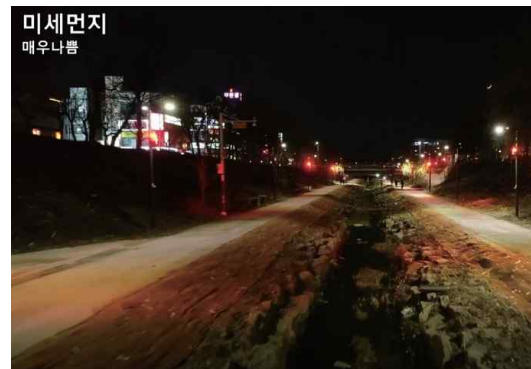
〈그림 2-23〉 미세먼지 감시 수집 이력 대시보드

– 보안등 수집 이력

장치ID	장치종류	메시지ID	결과	장치 ON/OFF	디밍레벨	응답시간	등록일
DEVL00032	LD	19		1	30	21-10-25 22:30:00	2021-10-25 22:30:24
DEVL00095	LD	19		1	30	21-10-25 22:30:00	2021-10-25 22:30:23
DEVL00092	LD	19		1	30	21-10-25 22:30:00	2021-10-25 22:30:20
DEVL00030	LD	19		1	30	21-10-25 22:30:00	2021-10-25 22:30:19
DEVL00113	LD	19		1	30	21-10-25 22:30:00	2021-10-25 22:30:17
DEVL00090	LD	19		1	30	21-10-25 22:30:00	2021-10-25 22:30:13
DEVL00028	LD	19		1	30	21-10-25 22:30:00	2021-10-25 22:30:13

〈그림 2-24〉 보안등 디밍 수집 이력 대시보드

〈표 2-1〉 LED 등 점등 기능



보안등 LED 미세먼지 상태 표시(좋음, 보통, 나쁨, 아주 나쁨)



응급버튼 재난 상황 시 보안등 상태표시(해당 보안등 LED 적색 점멸)



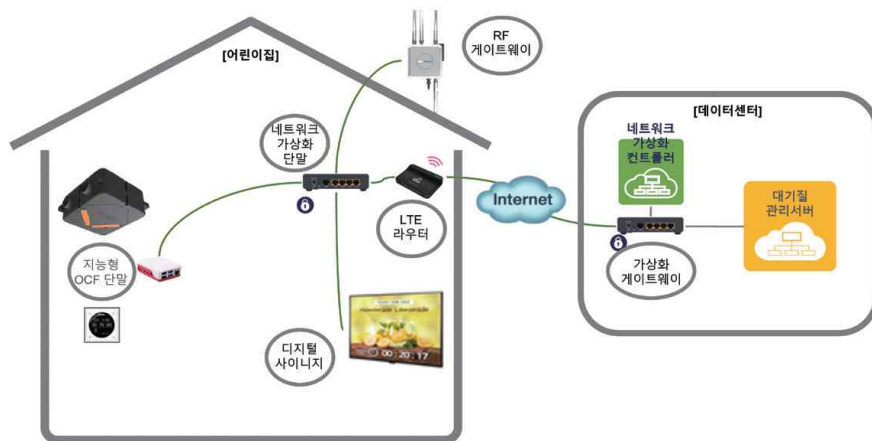
홍수 등 재난 발생 시 보안등 상태표시 (전체 보안등 LED 적색 점멸)



사람 등 유동량 감지 시 보안등 디밍 자동 조절 (유동량에 따른 밝기 조절)

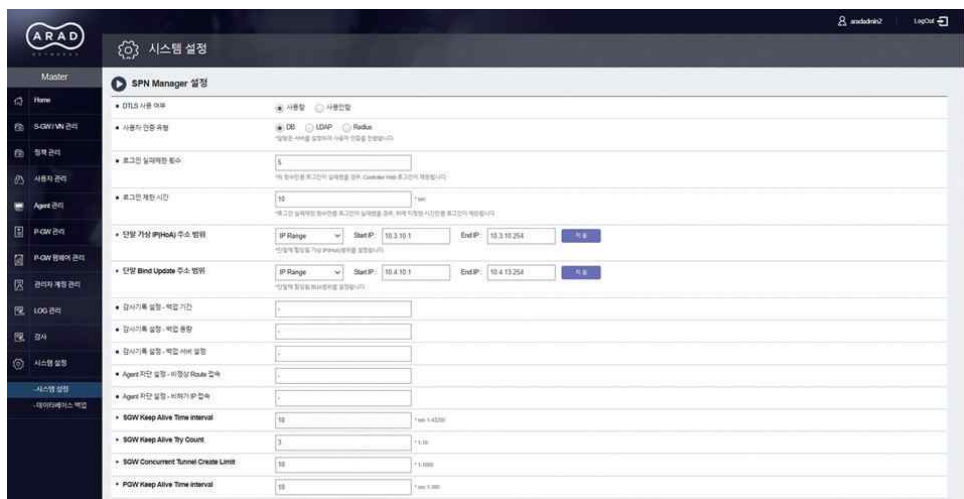
4-5 가상화 네트워크 기반 보안

- 어린이집에 설치한 가상화 단말과 데이터 센터의 가상화 게이트웨이 및 가상화 컨트롤러로 가상화 네트워크를 구성한다.



<그림 2-25> 가상화 네트워크 시스템 구성

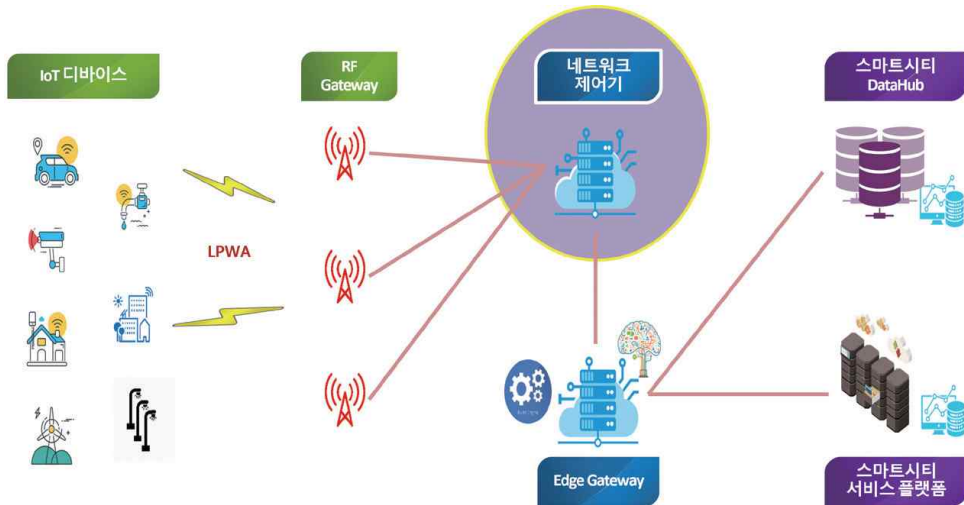
- 가상화 단말과 데이터 센터의 가상화 게이트웨이 및 가상화 컨트롤러 간 연결은 LTE 라우터를 통한 인터넷으로 접속한다.
- 지능형 OCF 단말/RF 게이트웨이/디지털 사이니지와 가상화 단말 간은 이더넷으로 연결한다.
- 어린이집의 주요 단말과 대기질 관리 서버 간 가상화 네트워크를 구축하여, 외부의 악의적 접근 차단이 가능하다.
- 네트워크 가상화 컨트롤러는 단말/서비스/사용자별 네트워크 슬라이싱이 가능한 보안서비스다.



〈그림 2-26〉 가상화 네트워크 시스템 설정

4-6 Massive IoT 네트워크

- Massive IoT 표준 규격(TTA)을 지원하는 단말/게이트웨이/네트워크 제어기 및 엣지 시스템의 실증 적용, 안정적인 데이터 수집을 위한 Massive IoT 네트워크를 구축한다.



〈그림 2-27〉 Massive IoT 네트워크 시스템 구성

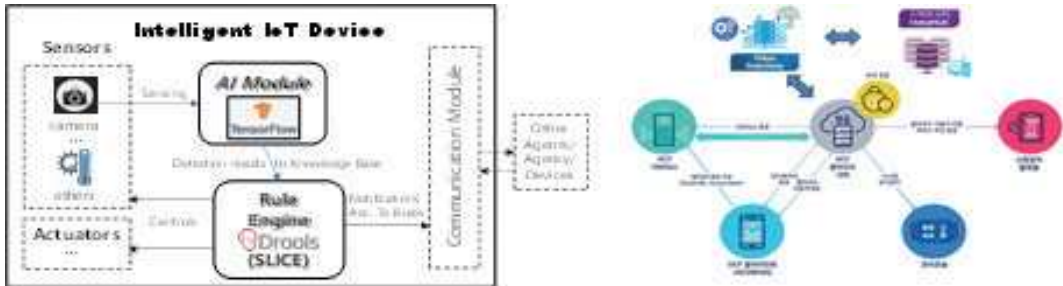
- 스마트시티를 위한 Massive IoT 네트워크 기술은 다양한 특성의 IoT 데이터를 우선순위 또는 자원예약 등의 관리를 통해 안정적으로 수집하고 관리할 수 있는 기술을 제공한다.
- 이 기술은 TTA,KO-06.509/R1, TTA,KO-06.540~2, 차별화된 무선 채널 액세스 기반 저전력 광역 네트워크와 같은 Massive IoT 표준 규격을 준수한다.
- 실증 대상 어린이집의 실외에 설치한 센서로부터 Massive IoT 네트워크 시스템 장비(단말, RF게이트웨이 등)를 통해 데이터를 수집하고, Massive IoT 네트워크 제어기 및 엣지(Edge) 게이트웨이 서버를 구축·운영하여 실외 센서의 안정적인 데이터 수집과 데이터 검증을 진행한다.



〈그림 2-28〉 Massive IoT 네트워크 관제

4-7 지능형 OCF 단말 & 클라우드

- 인지 및 학습 실행 지원 지능형 IoT 디바이스 소프트웨어를 적용하고, OCF 단말과 클라우드를 통해 대기질 관리서버와 연동한다.



〈그림 2-29〉 지능형 IoT 디바이스와 OCF 시스템 구성

- 실내 대기질 센서값과 실외 대기질 센서값들을 수집하여, 대기질 흐름을 분석하고 대기질의 비교분석 결과를 송수신한다.
- 비교분석된 결과에 따라 자동/(내부)청정/(외부)환기 등의 다양한 모드로 공기청정기와 환기장치들을 지능적으로 제어 및 관리 화면에 표출한다.
- 사용자의 제어 편의를 위해 요청받은 대로, 공기청정기 등을 일괄적으로 운전/정지 (On/Off)할 수 있는 기능 제공한다.

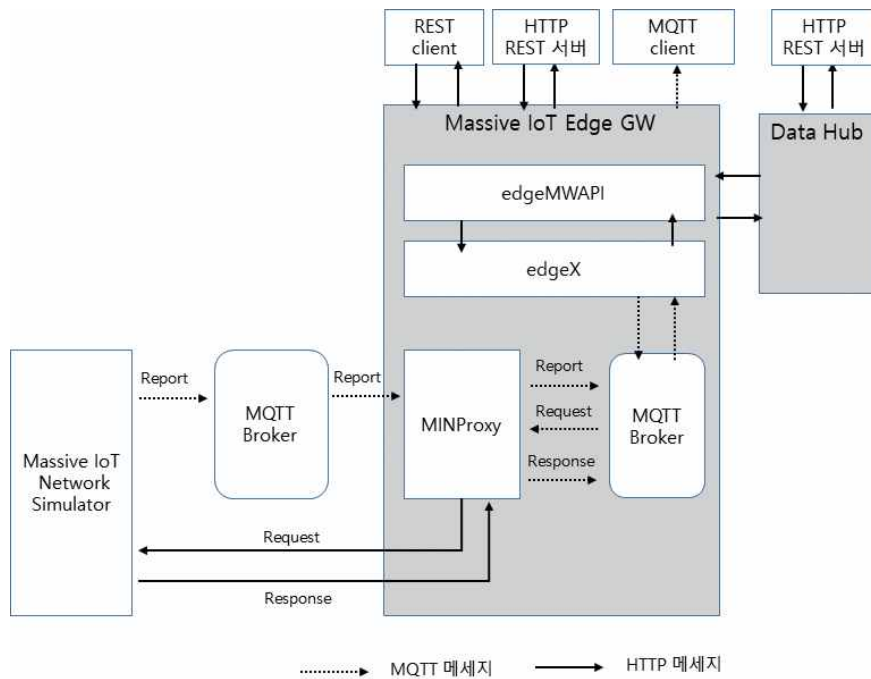
OCF Cloud Management Console Status Log Devices Logout

OCF 유저	종류	Device ID	Device	Observe
did:dxid:000018e9dfc30d9d4e19a08d2c508587041d3bd66e81aea18b54	미세먼지센서	ecb38781-a391-40a4-772b-41e9eb470d51	Device	Observe
did:dxid:000018e9dfc30d9d4e19a08d2c508587041d3bd66e81aea18b54	미세먼지센서	2811d5b9-e7af-4de5-56f9-596f34ba2474	Device	Observe
did:dxid:000018e9dfc30d9d4e19a08d2c508587041d3bd66e81aea18b54	미세먼지센서	b3cd9969-25a0-4542-473f-c41eb4108431	Device	Observe
did:dxid:000018e9dfc30d9d4e19a08d2c508587041d3bd66e81aea18b54	미세먼지센서	176a0fa1-165a-4bab-672e-ed83f6ee273	Device	Observe
did:dxid:000018e9dfc30d9d4e19a08d2c508587041d3bd66e81aea18b54	미세먼지센서	2d34411e-44f8-4bf6-45ef-8093cfbfc57	Device	Observe
did:dxid:000018e9dfc30d9d4e19a08d2c508587041d3bd66e81aea18b54	미세먼지센서	bd46272b-a535-491a-7474-d50a230af083	Device	Observe
did:dxid:000018e9dfc30d9d4e19a08d2c508587041d3bd66e81aea18b54	미세먼지센서	19c5a0e3-78ea-479b-51a2-dbf3f3c2a91	Device	Observe

〈그림 2-30〉 OCF 클라우드 관제

4-8 Massive IoT Edge GW 미들웨어

- 초대규모 IoT 네트워크와 표준 규격에 기반한 연동을 통해 스마트시티 인프라 데이터 수집, 저장 및 응용서비스 연동을 지원하는 엣지 수준 미들웨어 기술이다.



〈그림 2-31〉 Massive IoT Edge GW 시스템 구성

- 스마트시티용 데이터허브와의 표준 규격에 기반한 상호연동을 지원한다.
- 지능형 운용관리를 위해 네트워크 및 센서데이터 연계한다.
- OCF 클라우드와 연동하여 어린이집 실내 공기청정 환기장치 센서 데이터 수집과 환기장치를 제어한다.
- Massive IoT 네트워크 제어기와 연동하여 어린이집 실외 센서 데이터들을 수집하고, 미세먼지 저감장치를 제어한다.

1 | 실증 서비스 개요

- 스마트시티의 지능형 Edge 기반의 미세먼지 감시 서비스를 제공한다
 - 실증지인 시흥시 하천변 3곳에 설치된 미세먼지 감시 통합장치에서 측정된 값(PM10, PM2.5, 온도, 습도, GPS)들을 실시간으로 Massive IoT 네트워크를 통하여 관제 서버로 전송하여 미세먼지 대기환경을 모니터링한다.
 - 관제 서버에서 수신된 미세먼지 대기환경 정보를 Massive IoT 네트워크를 통하여 시흥시 천변에 설치된 전광판과 보안등 상태 LED를 통하여 미세먼지 알림 서비스를 제공한다.
- 스마트시티의 양방향 보안등 디밍 제어 서비스를 제공한다.
 - 실증지인 시흥시 하천변 3곳에 설치된 보안등 디밍 제어 통합장치에서 측정된 값(유동량센서, 전력량계, 응급버튼)들을 Massive IoT 네트워크를 통하여 관제 서버로 전송하여 보안등 디밍 제어 및 전력사용량 모니터링 서비스를 제공한다.
 - 천변에 설치된 응급 버튼을 이용하여 현장에서 응급 상황 발생 시 보안등 상태 LED를 통하여 응급발생 위치를 알려주고 통합관제서버를 통하여 119/112와 연계하는 재난 대응 서비스를 제공한다.
 - 홍수 등 재난 발생 시 통합관제서버에서 Massive IoT 네트워크로 보안등 통합장치에 재난정보를 전달하여 보안등 상태 LED로 경고하는 서비스를 제공한다.

〈표 3-1〉 참여기관별 산출물 적용 내역

참여기관	항 목	서비스 적용 내역
한국전자 통신 연구원	Massive IoT Edge GW 프레임워크	데이터 수집·변환·분석 및 디바이스 연결 관리 등을 위한 SW 프레임워크
	Massive IoT 네트워크 시스템	Massive IoT 네트워크 및 시스템 기반 기술
이엠웨이브	Massive IoT 네트워크 디바이스	미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 통합장치 메시지 중계
	Massive IoT 네트워크 RF 게이트웨이	미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 통합장치 메시지 중계
	Massive IoT 네트워크 제어기	미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 통합장치 네트워크 제어
	Massive IoT 네트워크 공통컴포넌트 미들웨어	미세먼지 감시 및 보안등 디밍 서비스를 위한 Massive IoT 네트워크 소프트웨어
	기존 통신인프라 (LTE 라우터)	Massive IoT RF 게이트웨이와 제어기 간 연동 을 위한 기존 통신인프라(LTE) 구축
디케이아이 테크놀로지	Massive IoT 네트워크 기반 미세먼지 감시 통합장치	Massive IoT 기반 미세먼지 측정 디바이스 및 전광판 시제품 제작 및 실증지에 설치
	미세먼지 감시 Edge GW 미들웨어	Edge GW와 네트워크 제어기 간 데이터 카탈로 그 정의 및 데이터 모델 별 변환 미세먼지 API Application 서버 간 데이터 연계 통합 운영/관제 웹 서비스와의 연계 기능 환경 플랫폼 및 데이터허브 연동
	환경데이터 SW 및 통합 운영/관제 웹서비스	미세먼지 상태별 보안등 수집 미세먼지 상태별 보안등 제어 데이터 인증/허가관리 OAuth 미세먼지, 보안등 대시보드 데이터 이력조회 타 세부 연계를 위한 OpenAPI
와이에스티	Massive IoT 네트워크 기반 보안등 디밍 통합장치	보안등, 보안등 제어기, LED 알람모듈, 유동량 센서, 응급버튼 등 통합장치 인프라 구축
	Massive IoT 네트워크 기반 양방향 보안등 디밍 관제 서비스	보안등 디밍 관제 서비스를 위한 통합관제 시스 템 연동 인터페이스 제공

- 시흥시 관내 어린이집의 실내외 환경 측정 및 실내 대기질 개선 서비스를 제공한다.
- － 실내외 대기환경 측정 및 개선 서비스 구축을 통한 안전하게 머무를 수 있는 쾌적한
실내환경 조성을 목적으로 한다.

〈표 3-2〉 서비스 적용 내역

참여 기관	항 목	서비스 적용 내역
한국전자통신 연구원	지능형 IoT 디바이스 SW	공기청정 환기장치 분석/운전 제어
데이터 얼라이언스	OCF 디바이스	공기청정 환기장치 센서 데이터 수집, 운전 제어, OCF 클라우드 연동
	스마트시티 데이터허브 연동 플랫폼 (OCF 클라우드)	공기청정 환기장치 센서 데이터 수집, 운전 제어 기능 연계
	Massive IoT 네트워크 제어기	실외 미세먼지, 풍향/풍속, 자외선, 소음 센서 데이터 수집 및 미세먼지 저감장치 제어 인터 페이스 제공 네트워크 제어기 이중화 구축
	Massive IoT RF 게이트웨이	실외 미세먼지, 풍향/풍속, 자외선, 소음 센서 및 미세먼지 저감장치 메시지 중계
아라드네트웍스	Massive IoT 네트워크 보안 적용 관리 소프트웨어	가상화 보안 네트워크 구현
핸디소프트	Massive IoT Edge GW 미들웨어	공기청정 환기장치 센서 데이터 수집 제어, 실 외 미세먼지, 풍향/풍속, 자외선, 소음 센서 데 이터 수집, 미세먼지 저감장치 제어, 인터페이 스 제공, 환경 플랫폼 및 데이터허브 연동
모바일에코	Massive IoT 디바이스	실외 미세먼지, 풍향/풍속, 자외선, 소음 센서 및 미세먼지 저감장치 메시지 중계

- 어린이집 실내 보육환경 대기환경 모니터링 서비스, 실외 대기환경 모니터링 및 대기질 개선 서비스, 어린이집 실내 보육환경 대기질 개선 서비스, 가상화 네트
워크 기반 보안 서비스, 실시간 대기환경 정보데이터 표출 서비스를 제공한다.

2 | 실증 대상 및 구축 내역

● 실증 대상지

– 경기도 시흥시 옥구소하천, 군자소하천, 정왕소하천 천변



〈그림 3-1〉 실증대상지 전경



〈그림 3-2〉 실증대상지 위성사진

● 실증 인프라 구축 개요

- 공사 장소 : 경기도 시흥시 옥구소하천, 군자소하천, 정왕소하천
- 공사 기간 : 2020년 10월 12일~2020년 11월 27일
- 공사 내역 : 미세먼지 감시 통합장치, 보안등 제어기, LED 조명등, 상태표시 전광판, Massive IoT 네트워크 디바이스, RF 게이트웨이, LTE 라우터 등 설치(상세 구축 내역 참조)

〈표 3-3〉 실증 인프라 구축 장비 목록

	장비명	수량	규격	구축 위치	비고
1	Massive IoT 네트워크 디바이스 (EM- NR10KM)	162	1핵심 2세부 Massive IoT 네트워크 규격 준수 Class 'C' 모드, SF9, +14dBm 크기: 93×58×17mm 인터페이스: UART/SMA, Leds	옥구소하천 군자소하천 정왕소하천	
2	Massive IoT 네트워크 RF 게이트웨이 (EM- NR20KM)	4	1핵심 2세부 Massive IoT 네트워크 규격 준수 구성: STM32F407 MCU / SX1276 RF/LDO 출력 : 920,9 ~ 923,3Mhz : 20dBm 크기:132×96×28mm 인터페이스: RJ45/SMA/Leds	옥구소하천 군자소하천 정왕소하천	
3	LTE 라우터 (ME-171KL)	4	LTE Cat,4 62×95×24.2mm 2 ethernet, SMA, Leds	옥구소하천 군자소하천 정왕소하천	
4	Massive IoT 네트워크 제어기	1	1핵심 2세부 Massive IoT 네트워크 규격 준수 CPU: Intel® Xeon® Processor SILVER 4208 (8Core , 2.10GHz) Massive IoT 네트워크 제어기 이중화(데이터얼라이언스)	이엠웨이브 기업부설 연구소 (시흥시 이관 예정)	

5	보안등 제어기 (LED알람모듈, 유동량 센서 포함)	142	Massive IoT 모뎀 내장 유동량 센서(24GHz 레이다) LED 알람모듈(청/녹/황/적 4색) 디밍 제어(1~10) 자체 On/Off 프로그램 적용 (시흥시 일출/일몰 시간 적용) 소비전력 측정	옥구소하천 군자소하천 정왕소하천	
6	응급버튼	70	방수타입 적색 LED 내장	옥구소하천 군자소하천 정왕소하천	
7	LED 보안등	155	50W 경기도 표준 LED 등	옥구소하천 군자소하천 정왕소하천	
8	미세먼지 측정 기	20	측정항목 : PM10, PM2.5, 온도, 습도 성능등급 : 1등급 전원 : 220V 상시전원	옥구소하천 군자소하천 정왕소하천	

항 목		1 지역					예비품	합 계	목표 수량	비 고
		3 정왕천	옥구01	옥구02	2 군자01	군자02				
LED 등	보안등	42	36	33	20	21	3	155		
	투광등	7	9	6	6	2		30		기존제품 사용
	보안등 제어기	45	40	36	21			142	140	
	LED 알람모듈	20	21	17	12			70	70	
	유동량 센서	20	21	17	12			70	70	
	응급버튼	20	21	17	12			70	70	
	미세먼지 측정기	5	5	5	5			20	20	
	미세먼지 LED 전광판		2					2	2	

〈그림 3-3〉 실증 상세 구축 내역

○ ① 옥구소하천(옥구01, 옥구02)

- 보안등 69개, 보안등 통합장치(제어기) 76대, LED 알람모듈 38대, 유동량 센서 38대, 응급버튼 38대, 미세먼지 통합장치 10대, 상태표시 전광판 2대, Massive IoT 디바이스 86대, RF 게이트웨이 2대, LTE 라우터 2대



지역명	분류	소분류	표시	수량
옥구 소하천01	미세먼지 측정기			10
	미세먼지 LED 전광판			2
	보안 등	LED50W		36
		투광등		9
	유동량 센서/응급버튼/알람모듈			21
옥구 소하천02	보안 등	LED50W		33
		투광등		6
	유동량 센서/응급버튼			17
	Massive IoT RF Gateway			2



〈그림 3-4〉 옥구소하천 구축 내역

○ ② 군자소하천(군자01, 군자02)

- 보안등 41개, 보안등 통합장치(제어기) 21대, LED 알람모듈 12대, 유동량 센서 12대, 응급버튼 12대, 미세먼지 통합장치 5대, Massive IoT 디바이스 26대, RF 게이트웨이 1대, LTE 라우터 1대

지역명	분류	소분류	표시	수량
군자소하천01	미세먼지 측정기			5
	보안등	LED 50W		20 (↓2)
		투광등		6 (↑2)
	유동량 센서/응급버튼/알람모듈			12
Massive IoT RF Gateway			1	
군자소하천02	보안등	LED50W		21(↓1) (등만교체)
		투광등		2(추가)






군자소하천01(1-9,2-7),
군자소하천02(4-1)에서 회수한
LED 등 3개는 예비품으로 시흥시에 반납



<그림 3-5> 군자소하천 구축 내역

○ ③ 정왕소하천

- 보안등 42개, 보안등 통합장치(제어기) 45대, LED 알람모듈 20대, 유동량 센서 20대, 응급버튼 20대, 미세먼지 통합장치 5대, Massive IoT 디바이스 50대, RF 게이트웨이 1대, LTE 라우터 1대

지역명	분류	소분류	표시	수량
정왕소하천01	미세먼지 측정기			5
	보안등	LED50W		42
		투광등		7
	유동량 센서/응급버튼/알람모듈			20
	Massive IoT RF Gateway			1

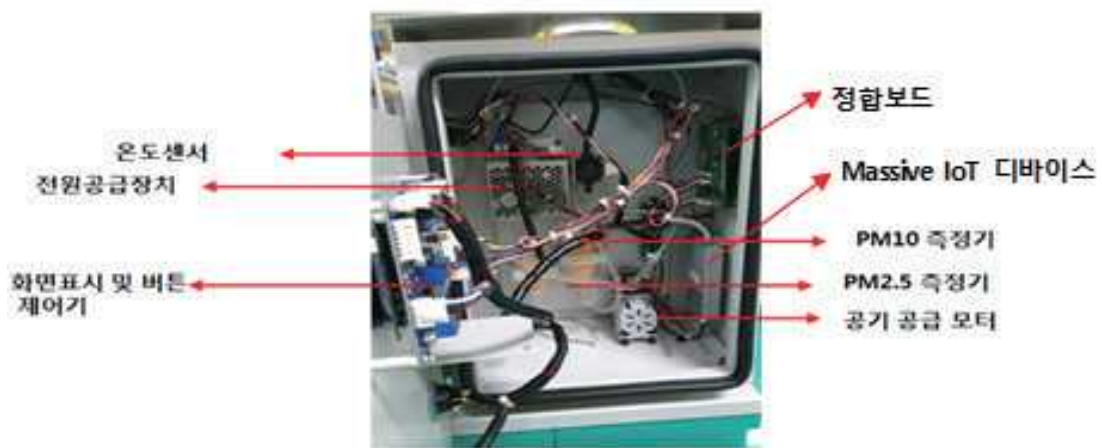


〈그림 3-6〉 정왕소하천 구축 내역

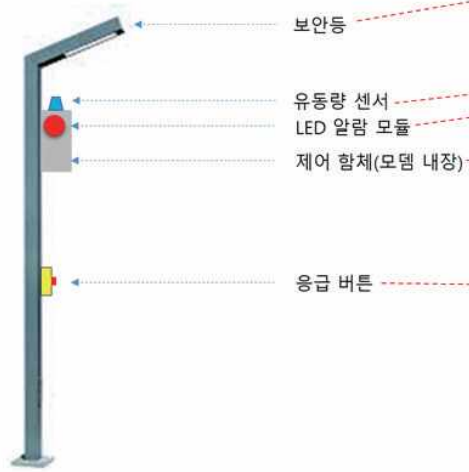
○ 실증 현장 구축 사진



<그림 3-7> 미세먼지 통합장치 및 상태표시 전광판



<그림 3-8> 내부 사진



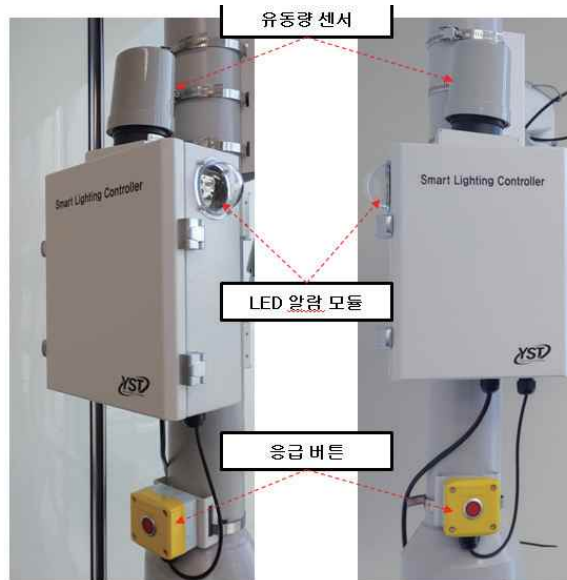
보안등 구조도 - 초기 제시 형상



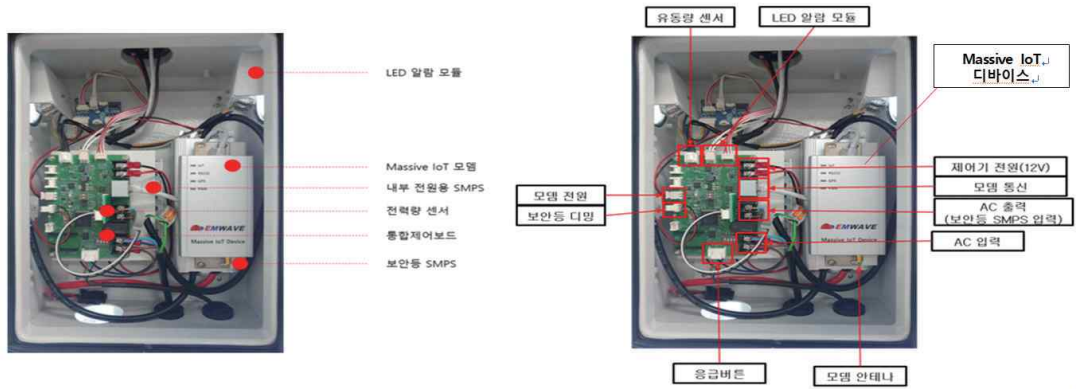
실제 설치 사진



[실제 설치 모습]



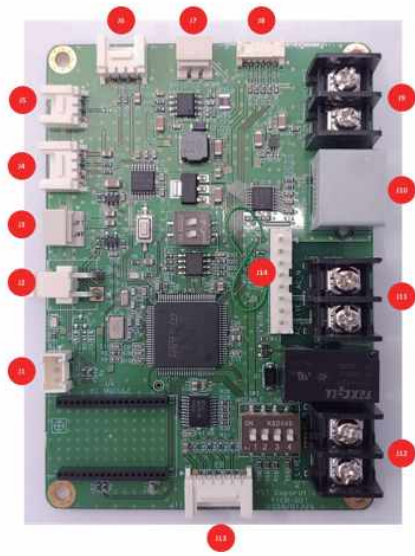
<그림 3-9> 보안등 디밍 통합장치



〈그림 3-10〉 LED 디밍 only 제어(유동량센서(x), Led 알람(x), 응급버튼(x))

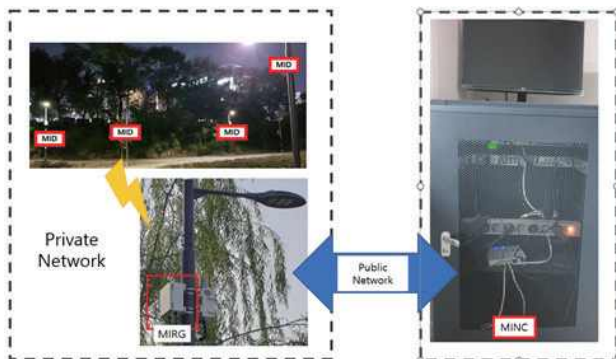


〈그림 3-11〉 투광등 only 제어

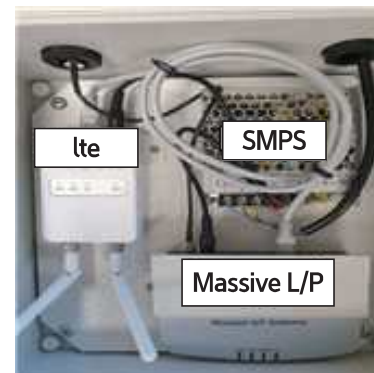


Pin No.	명칭	내용
1	Debug	
2	Dimming	1~10
3	모뎀 전원	DC 12V
4	Spare	
5	Spare	
6	유동량 센서	DC 12V & RS232
7	LED 알람 모듈 전원	5V/3.3V
8	LED 알람 모듈 SPI	
9	DC 입력	12V
10	모뎀 통신	
11	AC OUT	AC 220V
12	AC IN	AC 220V
13	응급버튼	
14	전력 센서	

〈그림 3-12〉 보안등 디밍 통합장치 제어보드



〈그림 3-13〉 보안등 디밍 통합장치 제어보드



〈그림 3-14〉 게이트웨이장치

- 시흥시 관할의 2개 시립 어린이집을 대상으로 실내외 환경 측정 및 실내 대기질 개선 서비스를 제공한다.

〈표 3-4〉 실증1 : 시흥시 시립 신현 어린이집

시흥시 시립 신현 어린이집



〈전경〉

○ 실내 구축 장비

번호	1	2	3
장비명	공기청정 환기장치	지능형 OCF 단말	네트워크 가상화 단말
수량	5	1	1
위치	5개 교실	원장실(통합함체)	원장실(통합함체)
비고			

번호	4	5	6
장비명	LTE 라우터	L2 Switch	PoE 인젝터
수량	1	1	1
위치	원장실(통합함체)	원장실(통합함체)	원장실(통합함체)
비고			

○ 실외 구축 장비

번호	1	2	3
장비명	Massive IoT RF Gateway	미세먼지 측정기	미세먼지 저감장치
수량	1	1	2
위치	2층 실외	1층 실외	출입구 현관 입구
비고			

번호	4	5	6
장비명	자외선 측정계	소음 측정계	풍향/풍속 측정계
수량	1	1	1
위치	3층 옥상	3층 옥상	3층 옥상
비고			



〈내부설치〉



〈외부설치〉

〈표 3-5〉 실증2 : 시흥시 시립 월곶 어린이집

시흥시 시립 신현 어린이집



〈전경〉

○ 실내 구축 장비

번호	1	2	3
장비명	공기청정 환기장치	지능형 OCF 단말	네트워크 가상화 단말
수량	7	7	1
위치	교사회의실 6개 교실 강당	1층 회의실 (1층함체) 2층 도서관 (2층함체)	2층 도서관 (2층함체)
비고			

번호	4	5	6
장비명	LTE 라우터	L2 Switch	PoE 인젝터
수량	1	2	1
위치	2층도서관 (2층함체)	1층 교사회의실 (1층함체) 2층 도서관 (2층함체)	2층 도서관 (2층함체)
비고			

○ 실외 구축 장비

번호	1	2	3
장비명	Massive IoT RF Gateway	미세먼지 측정기	미세먼지 저감장치
수량	1	1	2
위치	2층 실외	1층 실외	정문 /후문 현관
비고			

번호	4	5	6
장비명	자외선 측정계	소음 측정계	풍향/풍속 측정계
수량	1	1	1
위치	3층 옥상	3층 옥상	3층 옥상
비고			



〈외부설치〉



〈외부설치〉

〈표 3-6〉 실증 경과

실증 지역	실증 경과
시립 신현어린이집	<ul style="list-style-type: none"> •어린이집 대상 실증사업 설명회 : 2021년 7월 •시흥시 실증 관련 업무 협약 : 2021년 9월
시립 월곶어린이집	<ul style="list-style-type: none"> •어린이집 장비 설치 및 시스템 운영 : 2021년 10월 •실증 결과 보고 : 2021년 12월 •이관 진행 : 2022년 7월 ~ 12월

3 | 실증 시험 및 결과

- Massive IoT 네트워크를 통한 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스
 - 경기도 시흥시 옥구 소하천, 군자 소하천, 정왕 소하천변 실증 지역에 설치된 미세먼지 감시 통합장치, 보안등 디밍 제어 통합장치에서 생성하는 센서메시지가 Massive IoT 네트워크를 통하여 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 통합관제서버까지 정상적으로 전달되는지 전체 시스템에 대한 연동 성공률을 시험한다. (시스템연동 성공률)
 - 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 통합관제서버에서 Massive IoT 네트워크를 통해서 미세먼지 감시 통합장치 및 보안등 디밍 제어 통합장치에 장비 리셋, 디밍 조정 등 제어 메시지가 정상적으로 연동되는지 시험한다. (제어시험)
 - 미세먼지 측정기에서 생성되는 메시지가 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 통합관제서버에 전달될 때 Massive IoT 제어기의 로그 발생 시간과 미세먼지 감시 통합장치 및 보안등 디밍 제어 통합관제서버의 로그 발생 시간을 비교한다. (지연시간시험)
 - 미세먼지 측정기에서 생성되는 미세먼지의 측정데이터가 특정 범위 안에서 통합관제서버에 전달되는지 시험한다. (전달신뢰도시험)
 - 미세먼지 감시 통합장치 및 보안등 디밍 제어 통합관제서버에 수집된 미세먼지 측정데이터가 3핵심 1세부 환경플랫폼에 전달되는지 시험한다. (3핵심 1세부 환경플랫폼 연동 시험)

〈표 3-7〉 실증 시험 및 결과

구분	항목명
①	미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 시스템연동 성공률
②	Massive IoT 기반 보안등 디밍 통합장치 제어 시험
③	Massive IoT 기반 미세먼지 통합장치 제어 시험
④	Massive IoT 기반 미세먼지 측정기 지연시간 시험
⑤	Massive IoT 기반 미세먼지 측정기 전달신뢰도 시험
⑥	3핵심 1세부 환경플랫폼 연동 시험

- 실험 결과는 시험 항목에 대하여 적합 판정을 받았으며 시험 항목에 대한 절차, 성공판정 기준, 결과에 대한 상세 내용은 공인시험성적서(DST-21E-2082) 참조
- 시흥시 관내 어린이집의 실내외 환경 측정 및 실내 대기질 개선 서비스
- 시흥시 관내 2개 시립 어린이집에 실내외 환경 측정과 실내 대기질 개선을 위한 장비들을 구축하고, 대기질 모니터링 및 지능형 공기청정 서비스를 운영하였다.
- 지능형 IoT 디바이스 SW/사이니지 단말 및 제어 장치는 실내 대기질 센서값과 실외 대기질 센서값들을 수집하여, 대기질 흐름을 분석하고 대기질의 비교분석 결과를 송수신 및 관리화면에 표출하였다. 그리고 비교분석된 결과에 따라 자동/내부청정/외부환기 등의 다양한 모드로 공기청정기와 환기장치들을 지능적으로 제어 및 관리화면에 표출하였다.
- OCF 디바이스와 클라우드는 공기청정 환기장치에서 수집된 센서 데이터를 OCF 표준에 맞게 클라우드로 전송하고, 공기청정 환기장치에서 수집된 센서 데이터와 Edge 게이트웨이에서 수신된 실외 대기질 센서값을 지능형 IoT 디바이스 SW에 전달하였다. 또한 지능형 IoT 디바이스 SW에서 결정된 운전 모드 혹은 사이니지의 UI를 통해 선택된 운전모드에 따라 공기청정 환기장치를 제어하였다.
- 어린이집 실외에 설치된 미세먼지센서, 풍향/풍속계, 자외선센서, 소음센서 및 미세먼지 저감장치는 초대규모 IoT 네트워크와 연동하여 Massive IoT Edge GW 미들웨어까지 전달되고, 이 데이터는 디지털 사이니지에 시각화되어 표출된다. 그리고 OCF 디바이스/클라우드를 통해 지능형 IoT 디바이스 SW에 전달되어 비교분석에 사용되었다.

1 | 운영·확산방안(안)

- 초대규모 IoT 네트워크 기반 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스 실증을 통하여 단일 인프라 기반으로 환경감시, 안전 재난, 무선 검침 등 저전력광역통신 기술에 적합한 다양한 스마트시티 서비스로 확대 및 고도화 진행이 필요한 상황이다. 또한 지자체에서 신규로 구축되는 초대규모 IoT 네트워크 기반의 스마트시티 서비스 확장을 위하여 장비 구입 비용, 유지보수 비용, 최소 요구 사항 등에 대한 사전 협의가 필요하다. 아울러 지속적인 운영 및 서비스 확대 관점에서 인프라 구축, 유지보수에 대한 지자체 유관부서 간 협조 및 관리 감독 체계가 필요하다.
- 실내외 환경 측정 및 실내 대기질 개선 시스템을 시흥시에 이관하기 위한 회선 비용, 최소 요구 사항 등에 대한 사전 협의가 필요했고, 유지보수 관련 협의를 진행하였다. 또한, 관내 2개의 시립어린이집에 설치된 센서 및 각종 장치 설치 계획 검토, 설치, 테스트 등 일련의 과정에서 지자체 및 시립어린이집의 협조 및 관리 감독 사항이 발생하였다. 또 지속적인 운영 관점에서 전기, 네트워크 비용에 대해 지자체 이관 부서 및 어린이집과의 협의가 필요하였다.

2 | 향후 연계 가능한 시나리오

- 구축된 초대규모 IoT 네트워크 단일 인프라를 활용하여 저전력광역통신에 적합한 시설물 화재·붕괴 등 재난 안전 서비스, 공사 현장 주변 소음·미세먼지 환경감시 서비스, 가스 무선 검침 서비스 등 다양한 서비스로 확대가 가능하다.
- 지속적인 실내외 대기질 실시간 모니터링으로 보다 능동적인 대기정책 수립에 활용할 수 있다.

- 연구개발과제 종료 후 관내 시립 어린이집뿐만 아니라 관할 공공 시설물을 대상으로 지자체에서 별도 구축하여 시흥시 전역으로 서비스 확장하는 데 활용이 가능하다.
- 측정 센서 데이터를 분석하고 지능적으로 장비를 운용하는 기술을 활용하여 스마트시티의 다양한 센서와 장비 간 상호 연계에 의한 지능적 운용하는 기술로 활용이 가능하다.
- 대기질 측정 센서 외 다른 센서 또는 장비들의 데이터 수집 네트워크 기술로 Massive IoT 네트워크 시스템을 활용할 수 있을 것이다.

1 | 문제해결 사례

- 대구 시설물정보관리시스템(DFMS) 연계방식에서 FMS 연계로 변경 진행하였다. 이를 위해 DFMS 연동을 위한 담당 기관인 대구 시설안전관리사업소와 협의하여 진행하였다. 이 과정에서 1) DFMS 시스템 운영 중지로 기존 계획 수정 필요 2) FMS(시설물정보관리시스템)과의 데이터 연계로 선회 3) FMS 연계를 위한 국토안전관리원 시설안전관리실 협조 요청 및 진행 4) 대구시 담당자 신청을 통한 FMS 연계 채널 확보 5) 이후 현재까지 FMS 연계를 통해 대구시 시설물 기본 정보 및 유지관리 이력 정보 확보하는 과정을 거쳐 문제를 해결했다.
- 당초 시립 장곡어린이집을 대상지로 선택하였으나, 실사 결과 기설치된 환기 배관으로 인한 공간 부족으로 신규로 공기청정/환기장비의 배관을 설치할 수 없는 상태였다. 이에 시흥시 담당 부서의 협조를 얻어 대상지를 시립 신현어린이집으로 변경하였고, 배관 및 장비 설치를 성공적으로 마무리하였다.

2 | 기술적 한계

- 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 서비스를 위한 초대규모 IoT 네트워크 인프라 구축 시 시흥시에 서 관할하는 옥구소하천, 군자소하천, 정왕소하천변을 중심으로 구축하여 미세먼지 통합장치 설치가 제한된 공간에 국한되어 집중적으로 설치되어 폭넓은 지역의 미세먼지 감시를 통한 발생원 등을 분석하기에는 한계가 있었다.
- 또한 예산과 검증 기간의 부족으로 초대규모 IoT 네트워크 인프라를 통한 미세먼지 감시 및 보안등 디밍 제어 서비스에 국한되어 안전 재난, 에너지, 무선검침 등 다양한 스마트시티 서비스에 대한 확장성 검증이 부족하였다.

- 지자체에서 기존에 운영하는 환경감시 시스템과 보안등 운용 시스템과 신규로 구축된 환경감시 시스템 및 스마트 보안등 시스템이 상이하여 별도로 운영·관리 되어야 함에 따라 지자체 현업 부서의 업무 이관 및 조정이 여의치 않은 상황이다.
- 시설물에 5종의 센서 및 장비를 설치하여, Massive IoT 네트워크의 다양한 서비스 적용 활용성은 검증하였으나, 예산 부족으로 광범위한 지역에 다수의 단말에 대한 운용성은 검증하지 못했다.

3 | 거버넌스 관련

- 지자체 산하 시설안전관리사업소에서 시설물 유지관리 업무를 담당하고 있고, 각종 시설물 운영 지침에 의거해 관리를 하고 있다. 신규 시스템 도입/활용 부분에 있어서는 시스템 이관에 참여하는 담당 부서 및 관련 부서 간의 협의를 통해 서비스 거버넌스가 구축/운영되어야 한다.
- 시흥시 여성보육과에서 시립 어린이집 관리 업무를 담당하고 있고, 각종 운영 지침에 의거해 관리를 하고 있다. 신규 시스템 도입/활용 부분에 있어서는 시스템 이관에 참여하는 담당 부서 및 관련 부서 간의 협의를 통해 서비스 거버넌스가 구축/운영되어야 한다.

참고문헌

- 어린이집정보공개포털, <https://info.childcare.go.kr/>
- OCF Specification Introduction and Overview, 2019-04-12 Open Connectivity Foundation
- 초대규모 IoT 네트워크 인터페이스 정의서(WG3-2019-0012R03-TS3), 2021-02-16 스마트시티 혁신성장동력 사업단 기술분과 위원회

스마트시티
혁신성장동력
프로젝트



SMART CITY