creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000332790

2020년 8월
석사학위 논문

사물인터넷을 이용한 센서 데이터 수집 및 모니터링에 관한 연구

조선대학교 대학원

전자공학과

정 동 일

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

사물인터넷을 이용한 센서 데이터 수집 및 모니터링에 관한 연구

A Study on Sensor Data Collection and Monitoring using Internet of Things(IoT)

2020년 8월 28일

조선대학교 대학원

전자공학과

정 동 일

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

사물인터넷을 이용한 센서 데이터 수집 및 모니터링에 관한 연구

지도교수 이 충 규

이 논문을 전자공학석사학위신청 논문으로 제출함

2020년 5월

조선대학교 대학원

전자공학과

정 동 일

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

정동일의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교 수 최 현 식 (인)

위 원 조선대학교 교 수 이 인 영 (인)

위 원 조선대학교 교 수 이 충 규 (인)

2020년 6월

조선대학교 대학원

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

제1장 서 론 ····· 1

제2장 데이터 수집을 위한 통신 기술 ····· 3

제1절 통신 프로토콜(Protocol) ····· 3

1. 프로토콜의 이해 ····· 3

제2절 장거리 통신 프로토콜····· 5

1. **TCP/IP, HTTP** ····· 5

제3절 근거리 통신 프로토콜 ····· 8

1. **Bluetooth** ····· 8

2. **Zigbee** ····· 11

제3장 데이터 저장을 위한 데이터베이스 이해 ····· 12

제1절 데이터베이스란? ····· 12

제2절 데이터베이스 스키마와 상태 ····· 13

제3절 데이터베이스 모델 ····· 16

제4장 웹 서버 및 데이터베이스 구성 ····· 17

제1절 데이터베이스 구성 ····· 17

제2절 웹 페이지 구성 ····· 20

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제5장 응용 내용 ····· 22
제1절 다중객체 네트워크제어 모니터링 통신 시스템 ····· 22
1. 이동 객체 사이의 소켓 통신 ····· 24
제2절 **GPS** 재난구조신호 추적 장치 데이터 통신 ····· 27
1. 디바이스 서버 사이의 위치추적 모니터링 시스템 ····· 28
제3절 **IoT**를 활용한 스마트 팜 네트워크 시스템 설계 ····· 32
1. 전체 구성도 ····· 33
2. 장비 구성 코드 ····· 35
3. 서버 ····· 40

제6장 결론 ····· 44

참고문헌 ····· 45

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

도 목 차

[그림 2.1.1 Internet 5 Layer] ····· 5
[그림 2.1.2 TCP/IP 프로토콜 구조] ····· 7
[그림 2.1.3 TCP 헤더 구조] ····· 7
[그림 3.2.1 데이터베이스 스키마 상태] ····· 13
[그림 3.2.2 관계형 데이터베이스 테이블의 구조] ····· 15
[그림 4.1.1 XAMPP 설치] ····· 17
[그림 4.1.2 XAMPP Control Panel] ····· 18
[그림 4.1.3 데이터베이스 생성] ····· 18
[그림 4.1.4 데이터베이스 생성 과 구조 조회] ····· 19
[그림 4.1.5 데이터 입력 및 조회] ····· 19
[그림 4.2.1 웹페이지 HTML 코드 및 출력] ····· 20
[그림 4.2.2 웹 페이지 코드와 모니터링 페이지] ····· 21
[그림 4.2.3 테이블 임시 데이터의 조회] ····· 21
[그림 5.1.1 다중 객체 중앙 제어 모니터링 시스템 구성도] ····· 22
[그림 5.1.2 기지국, 이동 객체 통신 프로토콜] ····· 23
[그림 5.1.3 기지국 중재, 이동 객체 사이 통신] ····· 24
[그림 5.1.4 이동 객체 사이 소켓 통신] ····· 25
[그림 5.2.1 응급신호 추적 장치 개략도] ····· 27
[그림 5.2.2 디바이스 재난신호 발생시 컨맨드 라인 출력] ····· 29
[그림 5.2.3 디바이스 데이터 저장을 위한 PHP 코드] ····· 29
[그림 5.2.4 재난구조신호 모니터링 시스템 데모버전] ····· 30
[그림 5.2.5 안드로이드 어플리케이션] ····· 31
[그림 5.3.1 스마트팜 시스템 구성도] ····· 33
[그림 5.3.2 스마트팜 모듈 결선도] ····· 34
[그림 5.3.3 동작 시퀀스] ····· 35
[그림 5.3.4 모니터링 페이지, 파이썬 작동 화면] ····· 40
[그림 5.3.5 실제 작동 사진] ····· 41

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 목 차

[표 2.1.1 프로토콜의 주요 기능] ····· 4
[표 2.2.1 블루투스 클래스] ····· 9
[표 2.2.2 블루투스 버전별 특징] ····· 10
[표 5.1.1 IP 공유 테이블의 사용 예시] ····· 26
[표 5.3.1 스마트팜 구성 환경 도표] ····· 32
[표 5.3.2 pyfirmata 연결 코드] ····· 36
[표 5.3.3 라즈베리파이 센서 데이터 처리 코드] ····· 37
[표 5.3.4 DB 업로드 코드] ····· 38
[표 5.3.5 서버 통신 코드] ····· 39
[표 5.3.6 DB 장비 정보 테이블 구조] ····· 42
[표 5.3.7 DB 로그 정보 테이블 구조] ····· 43

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACT

A Study on Sensor Data Collection and Monitoring using internet of Things(IoT)

Jeong, Dong Il
Advisor : Prof. Lee, Chung Ghiu Ph.D.
Dept. of Electronic Engineering,
Graduate School of Chosun University

I propose a data collection and monitoring system using the Internet of Things(IoT). The purpose of the study is to develop a sensor data collection and monitoring system with database using IoT techrology and to apply the ststem to three case : a network-controlled monitoring system for multiple mobile units, a GPS-based emergency message delivery system and a basic smart farm prototype. The measurement and storage of the data is left to the observer, unless a specific measurement program is used outdoors. When applying the system, it is necessary to determine the appropriate network configuration to design the hardware. the network parameters are configured either wired or wireless. In this study, the system is configured using Wifi, LTE, and Bluetooth.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제1장 서론

사물 인터넷(IoT, Internet of Things)은 사물이 서로 정보 교환을 하도록 무선 네트워크로 연결시켜주는 기술을 의미한다. 이는 사용자의 개입과 관계없이 작동을 하며, 그것에 대한 정보를 원격으로 모니터링하고 제어가 가능하도록 해 준다 [1].

최근 IoT기술 활용분야는 급속히 넓어지고 있는데, 그 중 활성화되어있는 분야는 홈-오토메이션, 헬스케어, 자동차, ATIS(Advanced Traveler Information System), AVHS(Advanced Vehicle and Highway System), CVO(Commercial Vehicle Operation), APTS(Advanced Public Transportation System),를 포함하는 ITS(Intelligent Transport System), 각종 계측기, 원격 제어-모니터링 시스템 등이 있으며, 일반적인 사용자는 이와 같은 기술들을 일상에서 사용하고 있다. 이에 적용 가능한 컴퓨팅 기술의 발달로 IoT의 가능성과 활용성이 더욱 커지고 있다 [2][3][4].

홈 오토메이션은 신축건물등에 방문자 출입, 차량 출입, 거주구역에 있는 물품(에어컨, 가습기, 제습기, 보일러, 차단기등)에 대한 원격제어와 특정상황에 대한 방지를 위한 차단시스템이 많이 사용되고 있으며, 같은 회사에서 제작되어진 가전제품들이 자체적인 네트워크를 구성하여, 사용자의 생활패턴에 따른 편의성을 제공하기도 한다. ITS는 가장 많이 사용되어진 사물인터넷 기술 중 일부로 볼 수 있다. ITS의 발전으로 차량운행에 있어 사고발생의 유무, 실시간의 교통정보로 최적화된 네비게이션 기능을 사용하게 되었으며, 차량운전자뿐 아니라 대중교통, 화물운반에서 교통량, 도로정보를 빠르게 적용된 정보를 확인하여 교통혼잡을 피하거나, 사고예방, 빠른 이동에 대한 이점을 받을 수 있게 되었다. 사물인터넷 기술이 실현되기 위해서는 기본적으로 사물들 사이의 통신기능이 필요하다. 그렇기에 현재에 사용중인 사물인터넷 미적용 시스템에 대해서는 내부에 유무선의 통신모듈의 탑재가 필요하다. 또한, 다량의 데이터에 대한 저장-분석-처리를 지원하는 서버는 사물인터넷의 중요한 요소기술이 된다. 디바이스(Device) 간 통신 플랫폼(Platform)은 하나의 마스터(Master)와 슬레이브(Slave)로 구성되는데 이는 서버(Server)와 클라이언트(Client)로 이루어진 기존 인터넷 네트워크 구성 방식과 동일하다. 즉, 사물인터넷 네트워크 구축을 위해 장치 중 하나는 서버의 역할을 수행하여야 한다는 것이다.[5]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

본 연구에 있어서 데이터의 측정과 저장은 데이터 활용 및 시스템 제어에 있어 중요한 부분이다. 여기에 사물인터넷 기술을 사용한다면, 실험 진행 중 반복적인 측정과 데이터의 입력부분에서 간략화가 가능하다. 입력 중 모니터링을 통하여 데이터의 양상 또한 확인해 볼 수 있다. 이 내용은 RTU (Remote Terminel Unit)에서 네트워크 설계에 따라 간단한 측정모니터링부터 통신망 연결을 통해 다량의 장비로부터 데이터의 측정 및 모니터링을 진행 할 수 있다.

본 연구에서 실시간 데이터의 저장 및 모니터링에 대한 시스템을 구축하고 응용 시스템 적용에 관해 기술한다. 통신방식에 따라 시스템을 달리 적용한다. 한 개의 구성 형태로서 TCP/IP를 사용 시 웹서버를 구성하고 데이터베이스를 통하여 데이터의 저장 검색으로 실시간 모니터링을 구현한다. 인터넷 사용이 어려운 환경에서의 구성 형태는 Bluetooth 또는 Zigbeeh등의 근거리 무선 통신을 사용하여 실시간 데이터 출력 과 스마트폰을 통한 서버 저장을 별도로 구현하여 모니터링을 구현한다. 외부에서 유선 네트워크 연결이 불가능할 경우의 구성 형태로는 핫스팟이나 LTE모듈을 추가하여 통신망에 연결하여 본 시스템에 연결하고 데이터의 저장 및 모니터링을 구현한다. 본 연구에서 적용한 응용으로 다중객체 네트워크 제어 모니터링 통신 시스템-UAV의 다수 제어와 통신에 관련된 시스템, GPS 재난구조신호 추적 장치-GPS 신호를 통한 위기감지 및 통합관리를 위한 시스템과 스마트 팜 네트워크 시스템-농장 공장등의 제어 및 모니터링의 3가지를 구현 및 시연하였다. 이러한 시스템은 데이터의 저장 및 모니터링이 단순화에 의해, 연구 개발의 편의성뿐만 아니라 다양한 모니터링 시스템으로 활용 또한 기대되어진다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제2장 데이터 수집을 위한 통신 기술

제1절 통신 프로토콜(Protocol)

1. 프로토콜의 이해

통신 프로토콜은 하드웨어적인 컴퓨터 또는 통신 장비사이, 소프트웨어에서의 시스템간의 메시지를 주고받는 양식과 규칙이다. 프로토콜에서 시스템(System)은 컴퓨터, 터미널등 통신의 주체가 되는 것이며, 개체(Entity)는 사용자 프로그램, 데이터베이스, 파일 전송 프로그램 등 시스템에 접근하는 것을 말한다.

프로토콜의 종류는 여러 종류가 존재하며, 일부를 기재하면 웹에서 사용하는 HTTPS (Secure Hyper Text Transfer Protocol), HTTP(Hyper Text Transfer Protocol), 파일전송에 대한 SFTP(Secure File Transfer Protocol), FTP(File Transfer Protocol), GPS(Global Positioning System)와 관련되는 NMEA(The National Marine Electronics Association)라고 불리는 NMEA 0183은 방위, 시간 등에 대한 규격이 존재한다. 이외에도 Telnet (Terminal Network), POP3(Post Office Protocol version 3), SMTP(Simple Mail Transfer Protocol), SOAP(Simple Object Access Protocol), SSH(Secure Shell), SSL(Secure Socket Layer), ARP(Adress Resolution Protocol)등의 다양한 프로토콜이 존재한다.

프로토콜은 장비와 시스템별로 존재하므로, 물리적 측면과 논리적 측면 두 가지로 나눌 수 있다. 물리적 측면에서는 통신을 위한 전송매체, 접속용 단자, 전송 신호, 매체의 규격 등을 구분한다. 논리적 측면에서는 프레임을 구성하고 내부 값들의 의미와 전송의 절 차등을 구분한다. 이에 관련하여 범용 프로토콜과 폐쇄적인 프로토콜로 나누어지는데, 범용 프로토콜은 널리 알려져 있고 누구나 사용되는 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)가 대표적이며, 폐쇄적인 프로토콜은 특정 장치에서만 작동하도록 제작하고 이에 대한 규격을 공개하지 않기 때문에 상대적으로 범용프로토콜보다 안정적이다. 이에 대한 주요 기능을 표 2.1.1에서 정리한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

프로토콜 주요 기능	
단편화(Fragmentation), 재결합(Reassembly)	다수의 데이터 블록이 고효율 전송을 위해, 소량의 블록(패킷)으로 단편화 전송되며, 이를 블록으로부터 재결합하여 보내고자하는 데이터로서 환원이 필요함
캡슐화(Encapsulation)	보내고자 하는 데이터를 각 계층별 특정한 제어정보(Header)를 붙이는 기능이다. 캡슐화를 역으로 진행하는 것은 역캡슐화이라하며, 역캡슐화를 진행하면 실제 얻고자 하는 데이터를 확인 할 수 있음
연결제어(Connection Control)	링크 확립, 회선 접속, 데이터 전송, 회선 절단, 링크 해제 단계를 제어하는 기능
흐름제어(Flow Control)	데이터의 개수와 속도를 조절하는 기능
오류제어(Error Control)	데이터의 오류 검출 시에 데이터의 정상화를 위해 재전송을 요구하는 기능
동기화(Synchronization)	전송 순서와 시간이 정확해야, 데이터의 수신이 성공적으로 되므로, 그 시간을 맞춰주는 역할
순서제어(Sequencing)	데이터가 패킷화되어 분리되기 때문에, 이를 순서에 맞춰 전송, 수신시에는 데이터가 알맞게 될 수 있도록 조립하는 기능
주소지정(Addressing)	데이터의 전송을 위한 주소를 관리하는 기능
다중화(Multiplexing)	데이터를 송수신시 다수의 회선으로 분할할지, 한 개의 회선으로 처리할지에 대하여 선택하는 기능
경로선택(Routing)	송수신시 라우터를 통해 넘어가는 중, 최적의 경로를 선택하는 기능

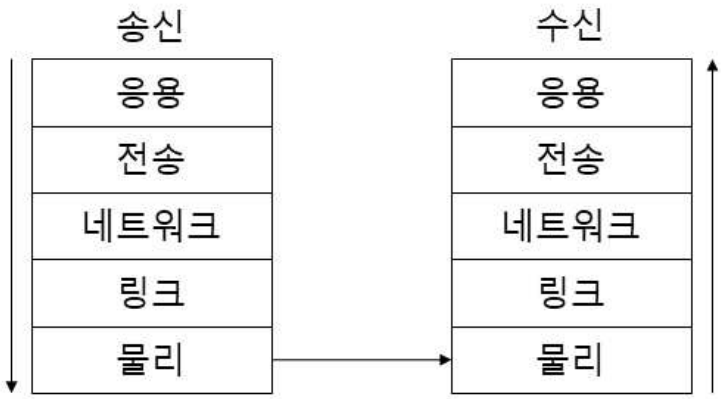
[표 2.1.1 프로토콜의 주요 기능]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제2절 장거리 통신 프로토콜

1. TCP/IP, HTTP

통신 프로토콜은 각 계층마다 다양한 프로토콜이 존재한다. 그림 2.1.1 Internet 5 Layer은 인터넷5계층(Internet 5 Layer)이라고 하며, 계층의 이동에 따라서 데이터의 이동과 캡슐화가 진행된다. 캡슐화는 우리가 보내고자 하는 데이터와 다음 보낼 계층과 보낼 주소에 대한 정보를 모아서 한 가지 데이터로서 만들어 주는 것 이다. 이중 가장 범용 적으로 사용하는 프로토콜인 TCP/IP는 인터넷 5 계층에서 네트워크 계층(Network Layer) 전송 계층(Transport Layer)에 해당한다. HTTP는 상위 계층인 응용 계층(Application Layer)에서 사용된다.



[그림 2.1.1 Internet 5 Layer]

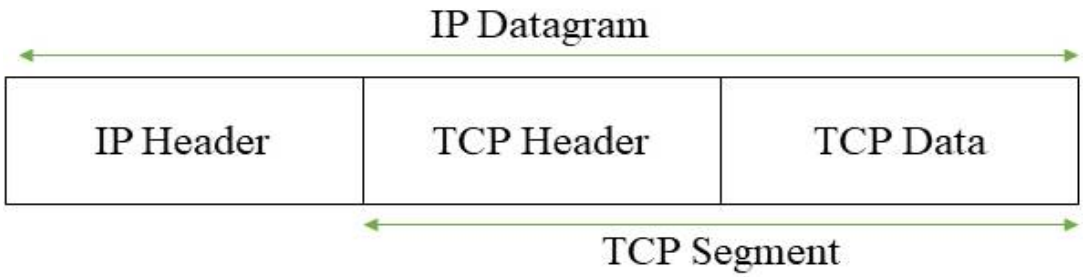
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

TCP/IP는 패킷 통신 방식의 인터넷 프로토콜, 전송 제어 프로토콜을 의미하며, 두 가지의 프로토콜을 활용한 통신 방법을 일컫는다. 계층상으로는 네트워크 계층, 전송 계층에 포함되어져 있으며, IP는 비신뢰성(unreliability)과 비연결성(connectionlessness)이 특징을 가지게 있다.

데이터 송신후 수신 성공에 대한 보장을 하지 않기 때문에 비신뢰성을 가지며, 데이터 송신시 순차적으로 송신하지 않으므로, 이에 대한 패킷의 연결성이 없다. 여기에서 신뢰성과 연결성을 TCP를 통해 해결한다. TCP는 신뢰성(Reliable)과 연결지향성(Connection-oriented)을 통하여 IP의 부족함을 채워주게 된다. 그림 2.1.2에서 보는 것 같이 TCP구조는 IP Datagram안에서 IP Header와 TCP Data, TCP Header로 구성된 TCP Segment가 된다.

그림 2.1.3에서 확인 할 수 있는 것과 같이 Header에서 포트의 식별번호, 체크섬(Checksum), 패킷의 순서번호(Sequence Number), 확인응답(Acknowledgement), 재전송, 시간제한등을 포함하기 때문에, 패킷의 순차적으로 도착하도록 제어하고, 누락되거나 손상되어진 패킷에 대한 재전송을 제어한다. 이 뿐만 아니라 흐름제어, 혼잡제어를 통해 데이터의 흐름까지 조율해준다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



[그림 2.1.2 TCP/IP 프로토콜 구조]

오프셋	옥텟	0								1								2								3							
옥텟	비트	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Source port																Destination port															
4	32	Sequence number																															
8	64	Acknowledgment number (if ACK set)																															
12	96	Data offset				Reserved 0 0 0			N S	C W R	E C E	U R G	A C K	P S H	R S T	S Y N	F I N	Window Size															
16	128	Checksum																Urgent pointer (URG 플래그가 설정된 경우)															
20 …	160 …	Options (*data offset* > 5인 경우, 필요시 끝부분에 "0" 바이트로 패딩 됨.) …																															

[그림 2.1.3 TCP 헤더 구조]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제3절 근거리 통신 프로토콜

1. Bluetooth

블루투스는 통신거리가 수십 미터 이내의 짧은 거리에서 전파를 통한 데이터 통신에 사용된다. 블루투스의 표준은 초기 IEEE 802.15.1(1999)에 WPAN (Wireless Personal Area Network) 기술규격으로 블루투스1.0 표준이 해당되며 추후에는 Bluetooth SIG (The Bluetooth Special Interest Group)를 통해 관리되고 있다. 특징으로서는 단거리, 저가, 저전력, 소형화를 가지며 기기간 상호 접속성이 좋다. 이러한 특징으로 다양한 오디오 제품들이 강세를 보여주며, 이 외에도 차량 오디오 연결, 가전제품에서의 블루투스를 통한 명령 송수신, 데이터 통신으로 용법을 늘려가고 있다.

블루투스는 마스터(Master)와 슬레이브(Slave)로 구분되어 있으며, 마스터와 슬레이브 사이에 데이터 통신은 가능하나, 슬레이브와 슬레이브 사이에서는 통신은 불가능하다. 일부 기능이 제한 된 경우가 아니라면, 마스터와 슬레이브는 변경이 가능하기 때문에, 슬레이브인 기기를 마스터로 변경시 통신이 가능하게 된다. 또한 마스터는 동시 최대 7대의 슬레이브 기기와 연결이 가능하다.

블루투스의 통신 주파수는 2.4~2.485GHz의 주파수 대역을 사용한다. 이 대역은 산업, 과학, 의료 용도로서 무료로 사용가능한 ISM (Industrial Scientific and Medical equipment)에 속한다. ISM에는 Wi-Fi 주파수 또한 공존하기 때문에, 전파 간섭 문제가 발생한다. 이러한 문제를 블루투스 4버전 이상에서 주파수 도약(Frequency Hopping)의 방식으로 간섭을 최소화했다. 주파수 도약은 블루투스는 79개의 채널을 할당하고, 그 채널이 1600hz 속도로 도약을 한다. 이 기술은 Wi-Fi의 전파 간섭의 줄이는 것뿐만 아니라, 다른 외부장치 또는 다른 블루투스 기기 간의 간섭현상을 피하기 위해 사용된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

블루투스에서 클래스라 하여 전파의 강도를 나타내는 개념이 있다. 통신시 각 모듈이 같은 클래스가 아니어도 상관이 없다.

CLASS	최대출력	최대송수신거리
CLASS 1	100mW	100 M
CLASS 2	2.5mW	10 M
CLASS 3	1.0mW	1 M
CLASS 4	0.5mW	0.5 M

[표 2.2.1 블루투스 클래스]

표 2.2.1에서 보여주는 것 과 같이 블루투스는 클래스별 송수신거리가 상이하다. 현재 사용되는 대부분의 블루투스는 CLASS 2를 차용하고 있다. 표2.3.1 블루투스 버전별 특징에서 블루투스 5버전에서 CLASS 2, LE(Low Energy)를 기준으로 하여 송수신거리를 줄이는 대신 최대속도를 1Mbps에서 2Mbps로 올릴 수 있는 기술이 존재한다. 이와 같이 버전별로 지원하는 기능 등이 상이하며, 다음 표 2.2.2에서 버전별 특징을 소개한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

버전		특징	비고
1.X		최대 전송속도 721kbps	1.2버전까지 개선됨
2.X		최대 전송속도 3Mbps(real speed 2.1Mbps) SSP(Secure Simple Pairing) EIR(Extended Inquiry Response) 저전력 모드에서 소비전류 감소 기능	EDR(Enhanced Data Rate)를 통하여 전송속도개선
3.0		+HS지원시 24Mbps지원 이외에는 2.X의 전송속도만 지원함	+HS(High Speed)
4.X	4.0	클래식 블루투스(Classic Bluetooth) - 1.0~2.1의 기존기술 프로토콜 고속 블루투스(Bluetooth High Speed) - Wi-Fi 활용 HS 고속전송 프로토콜 저전력 블루투스(Bluetooth Low Energy) - 전력소모 최소화 및 배터리 수명 연장	BLE적용된 칩은 Single Mode, 최대속도 1Mbps
	4.1	공존성(Coexistence) 향상 - 근접한 주파수에 대한 간섭현상을 감소 더 나은 연결(Better Connections) - 자동 재연결 기능	IoT를 위한 IPv6 사용표준, 128비트 AES암호화 추가
	4.2	더욱 빨라진 전송 속도 - 4.0 대비 약 2.5배 증가 사물인터넷을 위해 연결성 강화 - IPv6를 통해 인터넷 직접 접속 기능	사용자 허락 없이 위치추적 불가기능
5		블루투스 클래스 규격에 따라 최대 속도와 최대거리를 선택적으로 선택하여, 최대속도를 2배 또는 최대거리를 4배까지 늘릴 수 있음	

[표 2.2.2 블루투스 버전별 특징]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. Zigbee

지그비(Zigbee)는 저전력, 저가의 개인 통신망을 구성한 통신 표준 기술이며, IEEE 802.15.4-2003 표준을 기반하였다. IEEE 802.15.4-2003에서는 단거리 라디오 주파수를 사용하는 전자제품들의 근거리 개인 무선통신망의 기준이다. 사용 주파수는 2.4Ghz 대역을 사용한다. 지그비의 특징은 메시 네트워크를 활용하여, 통신 중간에 존재하는 다수의 노드를 통해 네트워크를 구성하기 때문에, 저전력으로 넓은 범위의 통신이 가능하다. 특징점으로 저전력 및 간략한 구현, 저전력을 통한 지속력 긴 배터리 설계, 지그비 모듈의 저가에 의해 설비에 있어서 저비용 설계가 가능하다.

현재 사용분야로서는 임베디드 센서의 통신용, 산업용 통신 제어, 의학자료 수집, 빌딩 자동화, 화재 및 도난, 홈 오토메이션등의 다양한 IoT 시스템에서 활용 되고 있다.

지그비는 디바이스가 구분되어 있으며, 디바이스의 형태에 따라 통신을 진행하게 된다. IEEE 802.15.4에서 네트워크에 참여하는 장치들은 FFD(Full function Device), RFD(Reduced Function Device) 2종류가 있으며, FFD 디바이스들은 코디네이터, 라우터, 디바이스의 세가지 모드로서 네트워크에 참여 가능하고, RFD 디바이스들은 디바이스 모드로만 네트워크에 참여가 가능하다. FFD는 모든 기능을 활용 할 수 있지만, RFD의 경우 제한적인 형태로서 사용하게되며, 코디네이터로 활용 할 수 없고, 라우터와 통신이 가능하다. 이 구분에 따라 지그비 디바이스의 종류 또한 3가지가 존재하며 각 명칭은 지그비 코디네이터(Zigbee Coordinator, ZC), 지그비 라우터(Zigbee Router, ZR), 지그비 엔드 디바이스(Zigbee End Device, ZED)이다. 여기서 지그비 엔드 디바이스는 RFD에 해당된다.

구성 방식에는 코디네이터를 구심점으로 하여, 주변 라우터와 함께 Mesh topology를 구성하게 되며, 엔드 디바이스가 라우터와 연결됨으로서, Tree topology를 구성하게 된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제3장 데이터 저장을 위한 데이터베이스 이해

제1절 데이터베이스란?

데이터베이스는 여러 사람에 의한 공유하고 그 내용을 통합하여 관리하는 데이터의 집합체를 말한다. 다수의 이용자에게 필요 정보를 제공한다거나, 조직 내부적으로 필요로 하는 정보를 저장 관리하며, 데이터의 중복 항목제거 등 효율적 관리를 위한다.

특징점의 첫 번째로 실시간 접근성(Real-Time Accessibility)으로 비정형적인 질의에 대하여 실시간 처리, 응답이 가능하다. 두 번째로는, 계속적인 변화(Continuous Evolution)이며 데이터베이스(Database)의 상태, 즉 데이터는 동적이다. 실시간 접근성에 의해 언제든지 갱신(Update), 삽입(Insert), 삭제(Delete)로 데이터의 갱신이 된다. 세 번째, 동시공용(Concurrent Sharing)으로 다양한 목적을 가진 프로그램, 이용자에 의한 다수 질의에 대하여 대응 할 수 있다. 네 번째로 내용에 의한 참조(Content Reference)는 존재하는 데이터를 참조할 때, 레코드 주소나 위치가 아닌, 사용자의 요청내용에 따른 데이터를 찾는 것이다.

데이터베이스는 응용 프로그램과는 별개의 미들웨어를 통해 관리된다. 이는 데이터베이스만으로는 사용하기 힘들기 때문에 관리하는 시스템이 같이 제공하는 것이고, 이것을 데이터베이스 관리 시스템(DBMS, database management system)이라고 부른다. 현재는 한 단계 더 발전한 관계형 데이터베이스, RDBMS (relational database management system)가 사용되고 있다. RDBMS가 사용되는 이유는 RDBMS를 사용하기 위한 표준 언어로 구조화 질의 언어(SQL, Structured Query Language)가 있다. SQL없는 이전에는 DBMS에서 특정 데이터를 출력하고자 하려면, 데이터의 위치로 이동, 데이터가 존재하는 테이블에서의 불러올 데이터를 지정하고, 그 뒤 반복문을 통해 출력을 하였는데, SQL은 그것을 한 문장으로서 실행가능 하도록 해주며, 전보다 실행속도, 메모리가 2배의 차이가 나게 되었다. 대표적인 RDBMS로서 My_SQL, Microsoft사의 MS_SQL, Oracle사의 Oracle이 존재한다. 이 외에도 오픈소스로 활용중인 데이터베이스 관리 시스템은 여러 개가 존재하며, 사용처에 적합한 RDBMS를 골라서 사용하면 된다 [6].

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제2절 데이터베이스 스키마와 상태

그림 3.2.1에서 보는 것과 같이 데이터베이스에서 테이블은 스키마와 상태로 구분되어진다. 스키마는 전체적인 구조, 자료의 표현방법 등을 정의한 것으로, 데이터베이스 스키마(Database Schema) 또는 메타데이터(Matadata)라 표현한다. 스키마는 3계층으로서 표현이 되며, 외부 스키마(External Schema), 개념스키마(Conceptual Schema), 내부스키마(Internal Schema)가 있다.

Index	Name	Value
1	Oreo	150
2	Candy	250
3	Apple Pi	180

DB 스키마

DB 상태

[그림 3.2.1 데이터베이스 스키마 상태]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

외부스키마는 사용자뷰로서 개별적으로 필요한 데이터베이스의 논리적 구조를 정의한 것이다. 또한 전체 데이터베이스의 일부분으로 볼 수 있어 서브스키마(Sub Schema)라고도 한다. 데이터베이스 상에는 다수의 외부 스키마가 존재 할 수 있고, 한 개의 스키마를 여러 응용프로그램이나 다수의 사용자가 사용 할 수 있다. SQL을 통해 간략한 생성 구문으로는 “Create table Table_Name(var_name var_type var_option);” 사용이 가능하다. 이후 “desc Table_Name;”을 통해서 작성하였던 테이블의 스키마를 확인 할 수가 있다.

개념스키마는 데이터베이스의 전체 논리적 구조로 프로그램, 사용자 모두가 요구하는 데이터를 집합시킨 전체의 데이터베이스로 하나만 존재한다. 개념 스키마는 개채간의 관계와 제약 조건을 나타내고, 데이터베이스로의 접근 권한, 보안 및 무결성에 관하여 정의를 한다.

내부스키마는 저장 스키마(Storage Schema)라고 하는데, 물리적 저장장치의 입장에서 본 데이터베이스 구조로 물리적인 저장장치와 밀접한 계층이다. 실제로 DB에 저장하기 위해 레코드의 물리적 구조를 정의하며, 항목의 표현법, 내부 레코드의 물리적 순서를 나타낸다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

데이터베이스 상태(Database State)는 특정 시점의 데이터들을 일컫는 말이며, 인스턴스(instance) 또는 외연(Extension) 이라고 부른다. 상태는 데이터 그 자체를 보여준다. 상태에는 아래 그림 과 같이 용어로 구분되어진다.

그림 3.2.2는 관계형 데이터베이스의 테이블의 구조를 나타낸 것이며, 테이블에서는 식별자(Identifier)라 하여 테이블의 Attribute를 구분할 수 있는 논리적인 개념이 들어간다. 식별자는 유일성, 최소성 특성을 가져야하는데, 이는 식별자의 의미처럼 구분이 되어야하고, 불필요하게 많은 식별자가 있지 않아야 한다. 튜플(Tuple)은 테이블에서 행을 의미하며, 레코드(Record) 또는 로우(Row)라고 한다. Attribute는 테이블 상에서 열을 의미하며, 다른 말로 칼럼(Column)이라 표현한다. Degree라 하여, Attribute의 수를 세는 단어도 있다.

SQL 간략한 명령어로서는 “Select * from Table_Name;”을 통하여, 해당 테이블의 데이터를 볼 수 있다.

Point Table

Identifier

Tuple

Num	Name	Class	Point
1	OC	A	121
2	Bm	B	75
3	MiSo	C	96

Attribute

[그림 3.2.2 관계형 데이터베이스 테이블의 구조]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제3절 데이터베이스 모델

데이터 모델은 데이터베이스의 구조 설명에 사용되는 개념의 집합이다. 데이터 모델은 타입과 관계, 연산자, 무결성 제약조건으로 이뤄지며, 하나의 데이터 모델은 필요에 의해 하드웨어, 성능, 인터페이스, 유틸리티 등 다양한 내용이 있을 수 있다. 데이터 모델들의 목표는 이용자들에게 데이터베이스의 상세내용을 숨기면서, 데이터에 대한 정보를 제공하는 것이다. 모델의 형태에는 표현 데이터 모델(representation data model), 개념적 데이터 모델(Conceptual data model), 물리적 데이터 모델(physical data model)이 있다.

개념적 데이터 모델은 데이터베이스의 전체 논리 구조를 명시하는 모델이며, 객체 지향 데이터 모델(Object Oriented data model)과 엔티티 관계(ER, Entity-Relationship) 데이터 모델이 있다. 엔티티 관계 데이터 모델은 앤티티 유형의 인스턴스간 관계 구조를 정의합니다. 객체 지향 데이터 모델은 데이터의 그룹화를 통해 데이터의 구조를 이해하기 쉽고, 유지와 변경이 용이하다.

표현 데이터 모델은 컴퓨터상에서 데이터가 조직되는 방식과 사람이 인식하는 방식 두 가지 방식에서 유사한 형태를 가진다. 이 모델들에는 네트워크 데이터 모델(network data model), 계층 데이터 모델(hierarchical data model), 관계 데이터 모델(relational data model)이 있다. 이 중에는 가장 많이 사용되는 모델은 관계 데이터 모델이며, 행렬을 기반을 둔 구조를 가지기 때문에, 이해하기 쉽고, 다수의 레코드 조작이 가능한 기능을 제공한다.

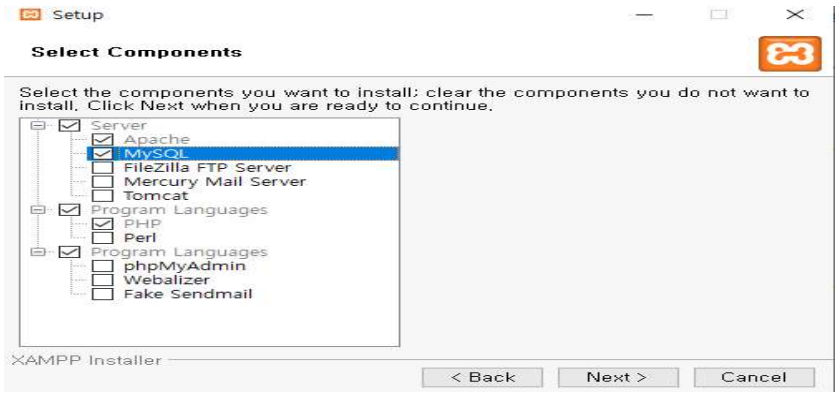
물리적 데이터 모델은 시스템의 방식대로 표현하는 것이다. 데이터베이스에 어떤 방법을 통해 저장이 진행되는지를 정의하며, 색인 순차 접근 방식(ISAM), 가상기억 접근 방식(VSAM)등이 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제4장 웹 서버 및 데이터베이스 구성

제1절 데이터베이스 구성

웹 서버와 데이터베이스를 구성하는 것으로서 실시간 데이터의 저장, 그 데이터에 대한 모니터링을 위하여 필수적인 요소로 사용된다. 제안한 시스템을 구성하기 위하여 가장 먼저 진행하는 것은 웹 서버와 데이터베이스의 설치이다. 사용할 서버PC 환경은 CPU i7-6700HQ, 메모리 Ram 16GB, OS는 Windows 10 Pro에서 진행했으며, 서버 프로그램, 서버언어와 데이터베이스는 Apache, MariaDB, Php를 사용 한다. 각 프로그램들은 통합설치툴인 XAMPP를 통하여 설치를 진행한다.



[그림 4.1.1 XAMPP 설치]

설치 시에는 그림 4.1.1과 같이 Apache, MySQL, PHP만을 체크하여 설치한다. 셋업 파일 상에서는 MySQL로 표기되어 있으나, 실제로 실행되는 DB는 MariaDB가 실행된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[그림 4.1.2 XAMPP Control Panel]

설치가 완료 후, 프로그램을 실행하면, 그림 4.1.2와 같이 컨트롤 패널이 실행된다. 여기에서 MySQL모듈의 Actions의 Start버튼을 통하여 MariaDB를 실행시킨다.

데이터베이스는 데이터베이스라는 묶음 안에 테이블이라는 자료의 집합이 구성이 된다. 우선적으로 가장 큰 틀이 될 수 있는 데이터베이스를 선언한다.

```
MariaDB [(none)]> Create database test_csl;
Query OK, 1 row affected (0.001 sec)

MariaDB [(none)]> use test_csl;
Database changed
MariaDB [test_csl]>
```

[그림 4.1.3 데이터베이스 생성]

그림 4.1.3에서 입력한 명령을 통하여 데이터베이스를 생성한 후, 데이터의 분류와 값을 저장하기 위한 테이블을 선언해야한다. 여기서 테이블 선언을 어떻게 하느냐에 따라 효율적으로 데이터를 저장하고, 출력할 수 있게 되며, 저장할 시료에 따라 다수의 테이블을 통해 데이터를 관리하게 된다. 진행하고자하는 데이터 수집의 목적은 측정시의 데이터의 누적이기 때문에 한 실험 또는 시료에 대한 측정시간에 대한 각각의 데이터의 로그가 필요하게 된다. 테이블명은 실험명, 테이블의 내용은 측정시간, 그에 따른 센서의 측정값을 저장할 수 있도록 테이블을 구성한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

```
MariaDB [test_csl]> create table test190808 (
    ->   num int not null AUTO_INCREMENT primary key,
    ->   date TIMESTAMP default current_timestamp,
    ->   sensor1 int,
    ->   sensor2 int
    -> );
Query OK, 0 rows affected (0.027 sec)

MariaDB [test_csl]> desc test190808;
+---------+-----------+------+-----+---------------------+----------------+
| Field   | Type      | Null | Key | Default             | Extra          |
+---------+-----------+------+-----+---------------------+----------------+
| num     | int(11)   | NO   | PRI | NULL                | auto_increment |
| date    | timestamp | NO   |     | current_timestamp() |                |
| sensor1 | int(11)   | YES  |     | NULL                |                |
| sensor2 | int(11)   | YES  |     | NULL                |                |
+---------+-----------+------+-----+---------------------+----------------+
4 rows in set (0.017 sec)
```

[그림 4.1.4 데이터베이스 생성 과 구조 조회]

그림 4.1.4 에서 선언할 때, 데이터의 순번을 확인하기 위해 고윳값 설정, 자동증가 옵션을 걸어둔 num이라는 변수를 생성하고, 타임스탬프를 통한 시간입력, 그리고 두 개의 정수형 측정값을 저장할 수 있는 공간을 준비하였다. 데이터의 추가가 필요한 경우에는 ALTER 기능을 통해 테이블구조를 변경 추가할 수 있다.

```
MariaDB [test_csl]> insert into test190808(date,sensor1,sensor2) values("2019-08-08 10:12:38",1,2);
Query OK, 1 row affected (0.012 sec)

MariaDB [test_csl]> select * from test190808;
+-----+---------------------+---------+---------+
| num | date                | sensor1 | sensor2 |
+-----+---------------------+---------+---------+
|   1 | 2019-08-08 10:12:38 |       1 |       2 |
+-----+---------------------+---------+---------+
1 row in set (0.000 sec)
```

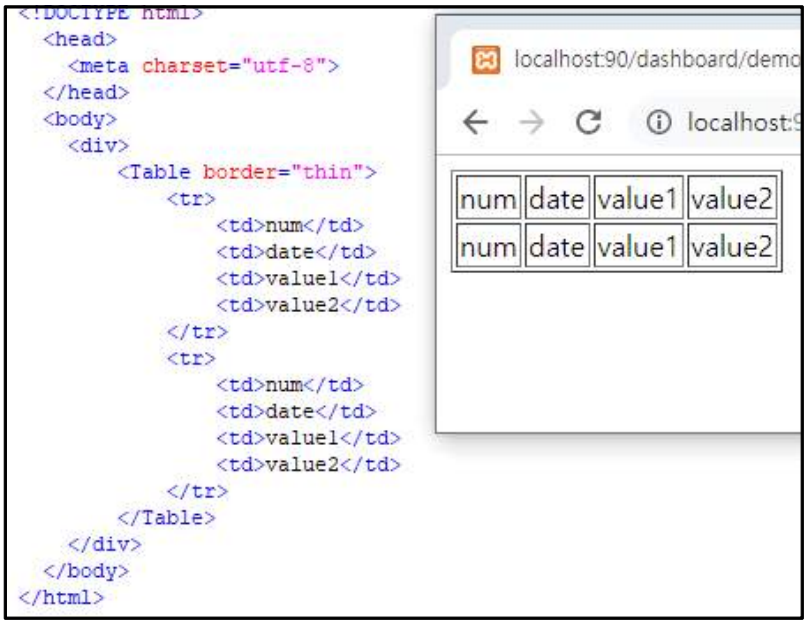
[그림 4.1.5 데이터 입력 및 조회]

그림 4.1.5 와 같이 데이터의 입력과 조회를 확인 할 수 있다. 여기에서 웹 서버 와 측정모듈에 데이터를 연동하여, 데이터의 저장 그리고 웹페이지로 부터의 모니터링을 할 수 있게 된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제2절 웹 페이지 구성

웹페이지 구성은 HTML, Javascript를 기반으로 작성하며, HTML로 모니터링 페이지를 작성하게 되고, Javascript를 사용하여 함수 호출, 그리고 데이터베이스에서 데이터를 조회하여 출력하도록 만든다. 이와 관련하여 제1절에서 만들었던 데이터베이스 데이터를 검색하는 PHP코드 또한 작성이 필요하다. XAMPP Control Panel을 통하여 Apache를 기동시킨 뒤, default directory인 C:\xampp\htdocs\dashboard로 이동하여 파일을 웹페이지의 파일을 작성하게 된다.



[그림 4.2.1 웹페이지 HTML 코드 및 출력]

코드 기입 후 로컬네트워크 상에서 웹페이지를 호출하게 되면 그림 4.2.1과 같은 출력을 얻게 된다. 이후 샘플로 만들어진 데이터를 호출하기 위해, Javascript, Ajax, PHP를 활용하여 데이터를 조회하고, 실시간을 출력 할 수 있도록 코딩한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 4.2.2, 그림 4.2.3은 실제로 데이터베이스에서 테스트를 진행한 내역이며, 그림 4.2.3의 데이터로서 데이터가 출력되는 것을 확인 할 수 있다.

```
<!DOCTYPE html>
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <script src="jquery-1.8.3.js" type="text/javascript"></script>
    <script type="text/javascript" language="javascript">
        function csload() {
            $(document).ready(function() {
                $.ajax({
                    url: 'DBlist_reset.php',
                    type: 'POST',
                    success: function(data) {
                        document.getElementById('client_list').innerHTML="<tr><th
                        >num</th><th>date</th><th>value1</th><th>value2</th></tr>
                        "+data;
                    },
                });
            });
            setTimeout("csload()"
        }
        csload();
    </script>
  </head>
  <body>
    <div>
        <Table id='client_list' h
            <tr>
                <td>num</td>
                <td>date</td>
                <td>value1</td>
                <td>value2</td>
            </tr>
        </Table>
    </div>
  </body>
</html>
```

localhost:90/dashboard/demow

localhost:90/dashboard/demow

num	date	value1	value2
1	2019-08-08 10:12:38	1	2
2	2019-08-08 10:12:38	1	3
3	2019-08-08 10:12:38	1	4
4	2019-08-08 10:12:58	1	4
5	2019-08-08 10:13:18	1	4
6	2019-08-08 10:15:28	1	5

[그림 4.2.2 웹 페이지 코드와 모니터링 페이지]

```
MariaDB [test_csl]> select * from test190808;
+-----+---------------------+---------+---------+
| num | date                | sensor1 | sensor2 |
+-----+---------------------+---------+---------+
|   1 | 2019-08-08 10:12:38 |       1 |       2 |
|   2 | 2019-08-08 10:12:38 |       1 |       3 |
|   3 | 2019-08-08 10:12:38 |       1 |       4 |
|   4 | 2019-08-08 10:12:58 |       1 |       4 |
|   5 | 2019-08-08 10:13:18 |       1 |       4 |
|   6 | 2019-08-08 10:15:28 |       1 |       5 |
+-----+---------------------+---------+---------+
6 rows in set (0.000 sec)
```

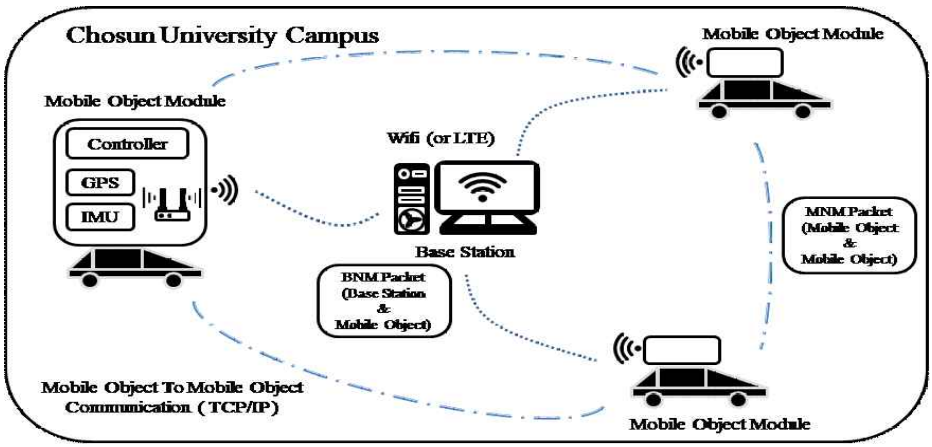
[그림 4.2.3 테이블 임시 데이터의 조회]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제5장 응용 내용

제1절 다중객체 네트워크제어 모니터링 통신 시스템

다중 객체 중앙 제어 모니터링 시스템은 기지국(Base Station)과 이동 객체(Rover)간 통신을 하여 이동 객체의 현재 위치 정보와 이동 객체의 원격제어를 시스템이다. 이동 객체에는 리눅스 기반보드로 제작된 모듈이 탑재가 되며, 모듈 안에는 GPS, IMU가 탑재되어있다. 이동 객체에 탑재하는 모듈이 이동 객체의 위치정보와 방향성에 대한 데이터 정보를 LTE 또는 Wi-Fi 네트워크를 통해 전송할 수 있다 [7][8].

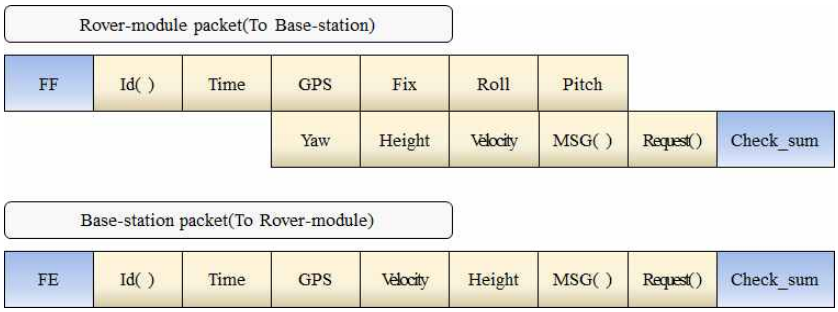


[그림 5.1.1 다중 객체 중앙 제어 모니터링 시스템 구성도]

시스템의 개략도는 위의 그림 5.1.1같이 확인 할 수 있다. 중앙 제어 모니터링 시스템에서는 기지국에서 각 이동 객체의 데이터를 확인하고 있기 때문에, 이동 객체로 명령을 통하여 충돌이 나지 않도록 제어 기능을 한다.

이러한 송수신과 제어에는 전용 프로토콜을 구성하여 관리하게 되며, 각 이동 객체는 해당 패킷을 통하여 기지국으로 데이터를 송수신 하게 된다. 여기에 포함되는 정보들은, ID, GPS의 NMEA 프로토콜상의 시간, 위치정보를 출력합니다. 그러나 GPS의 데이터가 제한되는 경우에는 IMU에서 출력되는 PITCH, ROLL, YAW, HEIGHT 데이터가 수집되어 서버로 전송된다. 패킷의 구성은 그림 5.1.2에서 볼 수 있다 [9].

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



[그림 5.1.2 기지국, 이동 객체 통신 프로토콜]

TIME은 이동 객체 모듈과 기지국 간의 통신 시간을 나타낸다. 이 시간은 이동 객체가 각 이동 객체에게 또는 기지국의 패킷 전송 시간 간격을 알려주는 방식이 된다. 이를 통해 기지국은 이동 객체의 패킷 전송시간을 알 수 있으며, 기지국은 이를 통해 불필요한 패킷 전송을 억제하고, 기지국의 부하를 관리하기 위한 방법으로서 사용될 수 있다. 기본적인 통신이 종료 후 기지국과 이동 객체간의 통신이 진행된 시간을 나타내는 데이터로 사용된다.

Request패킷은 패킷이 요청의 내용인지 일반적인 데이터 전송인지에 대한 결정을 합니다. 이 값이 '0' 인 경우 일반적인 데이터의 전송을 의미한다. 값이 '1'인 경우 요청을 의미하며, 체크섬에서 오류 발견시 트리거로서 사용된다. 이는 데이터의 오류나 데이터 처리 중에 오류가 발견될 때 사용된다. 이 때, 연속적인 오류의 감지는 통신 장치간의 문제로 볼 수 있으며, 통신링크의 안정성 검증에 활용 될 수 있다.

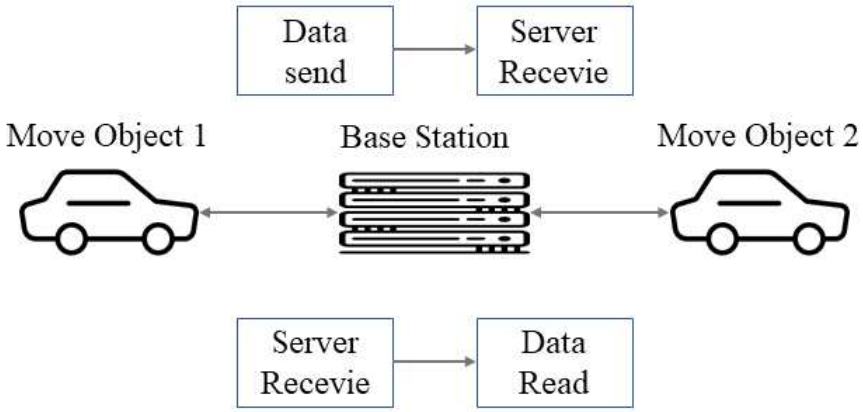
MSG 패킷은 이동 객체와 기지국 사이 메시지 전송을 위한 패킷이다. 패킷 안에는 GPS, IMU 관련 데이터들이 들어가게 되며, 중간 구분기호로 '$'를 포함하여 데이터를 구분 하게 된다 [10].

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1. 이동 객체 사이의 소켓 통신

네트워크상에서 연결된 이동 객체들은 서로 통신이 가능하다. 기본적으로 기지국을 통하여 통신하는 경우 아래 그림 5.1.3에서 볼 수 있다.

FF / ID_k / Time / Longitude$_k$, L$atitude_k$ / Fix / Roll / Pitch / Yaw / Height$_k$ / Velocity$_k$ / MSG / Request / Check_sum

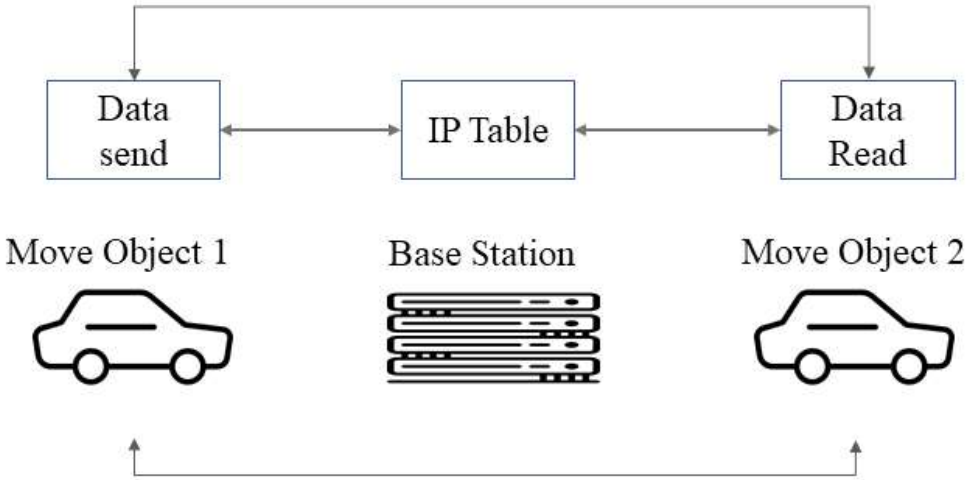


FE / ID_n / Time / Longitude$_n$, L$atitude_n$ / Height$_n$ / Velocity$_n$ / $ ID_k / Longitude$_k$, L$atitude_k$ / Height$_k$ / Velocity$_k$ / Request / Check_sum

[그림 5.1.3 기지국 중재, 이동 객체 사이 통신]

그림 5.1.3과 같은 흐름이 되는 경우, 기지국에 연결된 이동 객체 수가 증가하면 패킷의 길이 또한 증가하게 된다. 기지국에서의 이동 객체의 통신을 효율적으로 관리하기 위해서, 이동 객체 간의 통신시에 라우터 역할을 해주기 위한 기능이 필요로 하게 된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



[그림 5.1.4 이동 객체 사이 소켓 통신]

그림 5.1.4처럼 기지국에서는 연결을 원하는 이동 객체 사이의 호스트가 되는 주소를 공유하고, 연결 상태를 관리해주며, 이동 객체사이에는 IP주소를 기반으로한 소켓 통신으로 직접 통신을 하게 된다. 서버에서는 단지 IP와 연결 상태만을 관리하게 되므로, 이동 객체 사이 통신에서의 통신 데이터를 따로 저장하지 않으며, IP공유 테이블 만을 제공한다. 해당하는 테이블의 예시는 다음 페이지 표 5.1.1에서 확인 할 수 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Client ID	IP address	Server ID	Status
1	IP_4	4	on
7	IP_32	32	off
19	IP_13	13	none
K	IP_N	N	-

[표 5.1.1 IP 공유 테이블의 사용 예시]

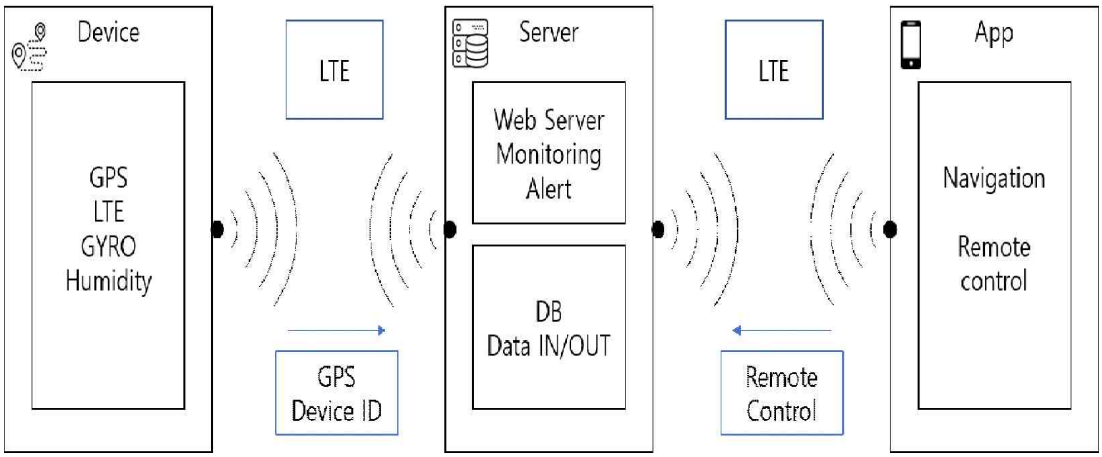
서버가 되는 이동 객체의 IP주소가 서버 데이터베이스에 입력이 되고, 클라이언트가 되는 이동 객체는 연결할 이동 객체의 IP주소로 통신을 하게 되며, 테이블 상에 상태 값을 남기게 된다. 이 후 통신 지연 또는 종료 시 상태 값을 다시 기입함으로서, 어떤 이동 객체끼리 통신 중인지와 통신 상태에 대한 정보를 기지국에서도 확인 할 수 있게 해주며, 통신 중인 이동 객체를 다른 이동 객체와의 연결이 시도를 막아주도록 관리하게 된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제2절 GPS 재난구조신호 추적 장치 데이터 통신

GPS 재난구조신호 추적 장치는 IMU센서와 GPS모듈, LTE모듈을 통한 웹 모니터링 시스템에서 응용한 내용이다. 여기에서 LTE모듈을 사용한 이유는 대체제로서 LoRa(Long Range)망이 있었으나, LoRa(Long Range)망을 활용하기 위해서는 라우터의 출력문제와, 라우터로부터 송수신 하기위한 디바이스의 안테나 크기가 문제가 되었다. 충분한 송수신출력을 얻기 위해서는, 예상된 디바이스크기보다 더욱 긴 미터단위 안테나가 필요로 하였기에, LTE통신을 베이스로 진행 한다 [11].

아래 그림 5.2.1과 같이 디바이스, 서버, 안드로이드 어플리케이션으로 구성된다. 디바이스에서는 위치정보 확인, 충격 가속 등에 대한 감지, 위험상태에 대한 알림과 LTE 모듈을 통한 LTE 통신이 가능하다.



[그림 5.2.1 응급신호 추적 장치 개략도]

디바이스는 GYRO센서를 통하여 추락, 낙하 등의 급격한 운동에너지변화를 트리거로서 사용한다. 트리거에 의하여 재난구조신호 발생 시 통신보드에 연결된 GPS 신호와 LTE모듈을 통하여 서버로 현재 위치정보를 함께 송신하게 되며, 이와 함께 위급상황 알림, 위치 정보를 지도에 표기해주는 역할을 한다 [12].

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

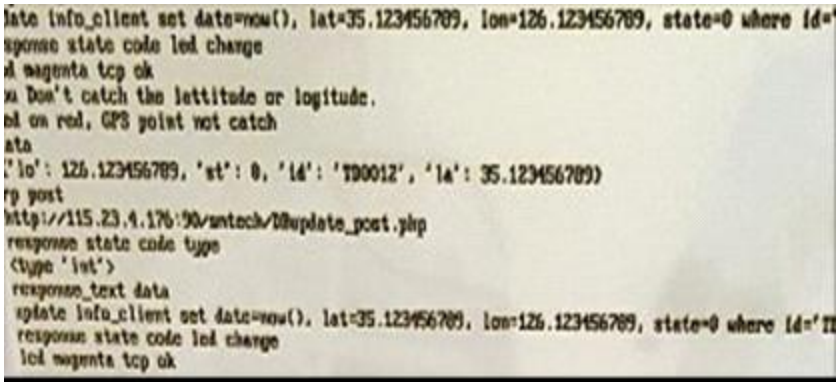
1. 디바이스 서버 사이의 위치추적 모니터링 시스템

그림5.2.1에서 디바이스에서 위급신호에 의한 재난구조신호를 발생하게 된다면, 디바이스는 데이터를 TCP/IP, HTTP Request를 통하여 서버로 전송하게 된다. 그림 5.2.2에서 내용에서 확인 할 수 있는 HTTP Response의 응답코드에 따라 정상접근시 적색, 접근불가 코드시 청색, 네트워크 불안정은 황색으로 표기한다. 정상접근 외의 경우에는 디바이스는 서버로의 통신을 재시도 한다.

서버에서는 HTTP Request에 대하여 HTTP Response로 응답한다. 정상적인 응답코드에 대해서는 데이터베이스로의 열람을 시도한다. 열람시 전송과 함께 넘어온 디바이스의 아이디, 위도, 경도 값과, 전송된 시간을 업데이트 하고, 경보상태 데이터를 0에서 1로 변경한다.

그림 5.2.3은 디바이스가 서버에 접근하는 PHP코드의 일부이며, 여기에서 디바이스의 아이디가 처음 등록되는 장비들은 테이블에 신규 추가가 되고, 이미 등록되어진 디바이스들은 전송된 데이터로 갱신된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



[그림 5.2.2 디바이스 재난신호 발생 시 컨맨드 라인 출력]

```
$lo = $_POST["lo"];
$la = $_POST["la"];
$id = $_POST["id"];
$st = $_POST["st"];

$sql = "select * from info_client where id='".$id."' limit 1;";
$res = mysqli_query($connection,$sql);
$row = mysqli_fetch_array($res);
if($row[1] == $id){
    $sql = "update info_client set date=now(), lat=".$la.", lon=".$lo.",
    state=".$st." where id='".$id."';";
    mysqli_query($connection,$sql);
    echo $sql;
}else{
    $sql = "insert into info_client(id,lat,lon,state)
    values('".$id."',".$la.",".$lo.",".$st.")";
    mysqli_query($connection,$sql);
    echo $sql;
}
mysqli_close($connection);}
```

[그림 5.2.3 디바이스 데이터 저장을 위한 PHP 코드]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 5.2.4은 모니터링 페이지이며 디바이스가 전송하여 저장된 데이터를 기반으로, 서버에서 모니터링을 한 모습이다. 기능상으로 장비의 번호, 현재 위도 경도, 재난 상황에 대한 알림데이터와 데이터 갱신 시의 시간이 함께 출력 된다.

그림 5.2.4에서 클라이언트 목록상의 데이터를 클릭하게 되면 우측의 클라이언트 위치에 있는 지도로부터 마커를 표시하여 현재 디바이스의 위치를 알 수 있다.

id	위도	경도	사용자상태	통신연결상
TD0009	35.139885100	126.934039100		2019-06-12 16: ▶ 0:01 / 0:01
TD0000	35.195211700	126.872135900		2019-04-04 18:
TD0001	35.195024700	126.873415100		2019-04-04 18:
TD0002	35.195155700	126.874432100		2019-04-04 18:
TD0003	35.195014700	126.873445100		2019-04-04 18:
TD0004	35.195224700	126.872745100		2019-04-04 18:
TD0005	35.123456800	126.123456800		2019-04-03 12:
TD0006	35.123456700	125.123456700		2019-04-04 18:
TD0008	35.888811100	123.125512300		2019-04-04 18:
TD0010	35.123456789	126.123456789		2019-09-30 17:
TD0015	35.123456789	126.123456789		2019-09-30 17:

[그림 5.2.4 재난구조신호 모니터링 시스템 데모버전]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

안드로이드 어플리케이션에서는 그림 5.2.5와 같이 표기가 되며, 스마트폰의 경우 상단에 지도를 출력하며, 하단에는 리스트를 출력한다. 디스플레이의 너비가 좁은 관계로 리스트 상에서 위도 ,경도 값을 출력하지 않고, 디바이스 아이디와 상태정보, 전송된 최종시간만을 표기한다 [13].

[그림 5.2.5 안드로이드 어플리케이션]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제3절 IoT를 활용한 스마트 팜 네트워크 시스템 설계

이번 응용에서는 IoT를 활용하여 중앙처리장치, 제어장치 분화, 데이터입력 및 수정을 통한 스마트 팜의 시스템 설계를 진행한다. 시스템에서의 관리 목적은 적절한 대기환경, 토양환경, 광량 등의 환경 유지이다. 스마트 팜 네트워크 시스템에서는 장비 또는 장소의 환경 정보를 수집하고 인터넷을 통하여 서버로 데이터를 저장하게 된다. 이 저장된 데이터를 기반으로 모니터링용 웹서버 및 원격제어를 위한 코드를 작성한다 [13]. 이를 통해서 IoT활용 스마트 팜 네트워크 시스템이 완성이 되며, 시스템이 작하였을 때, 관리자는 원거리에서 팜에 대한 정보를 모니터링 가능하며, 원격으로 네트워크에 연결되어 있는 장비를 제어 할 수 있다 [14]. 이 시스템에서 사용하게 될 개발보드, 모듈, 서버스펙은 아래 표 5.3.1와 같다.

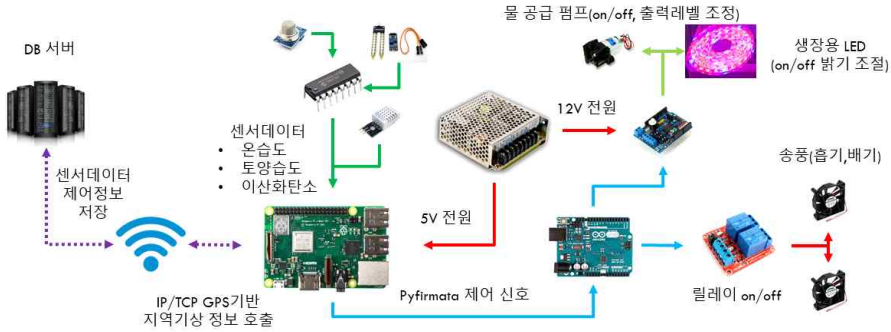
Develope board	Arduino	UNO R3 L298P 모터 드라이브 쉴드
	Raspberry Pi	Raspberry Pi 3B+ 2020-02-13-raspbian-buster
Module	팬	12V 0.23A, 2ea
	워터펌프	12V 1.2A, 29cc/sec(pi 4)
	가스센서	MQ-135(CO2)
	온습도센서	DHT22
	토양습도센서	FC-28
	ADC	MCP3008, 8ch 10bit ADC
PC Server	OS	Windows 10 Pro 64bit
	Server	Apach2 PHP5.7
	DB	MariaDB 10.3

[표 5.3.1 스마트 팜 구성 환경 도표]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1. 전체 구성도

시스템의 전체 구성은 아래 그림 5.3.1과 같다.



[그림 5.3.1 스마트팜 시스템 구성도]

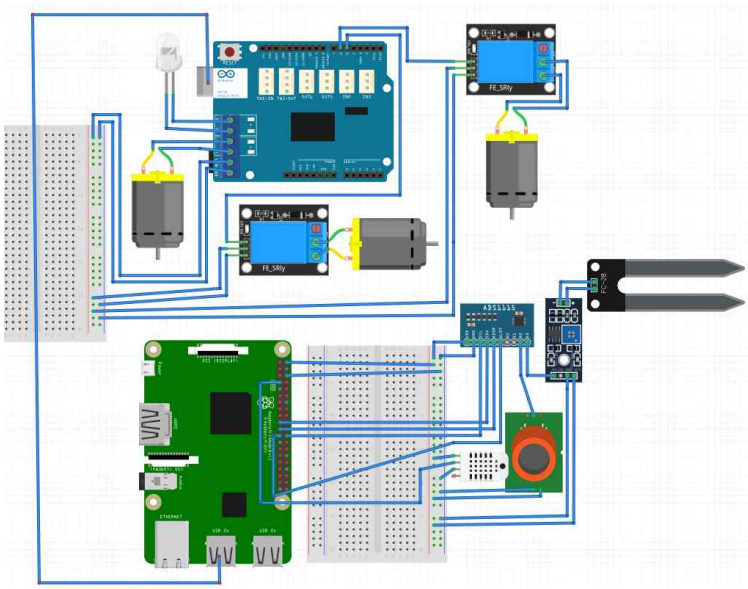
라즈베리파이는 시스템에서의 중앙처리장치로서, 센서데이터의 수집, 데이터베이스의 데이터 입력 및 수정, 제어장치로의 데이터 송신을 주목적으로 한다.

아두이노는 외부전원이 필요한 장비제어 목적으로 사용하며, 12V의 출력이 필요한 워터펌프, 흡기·배기용 팬, 생장용 LED등의 ON/OFF 또는 속도제어를 담당한다. 전원부는 현재 구성에서 12V, 5V에서 출력공급이 안정적이야 하므로, 220V to 12V/5V 2채널 SMPS(Switching Mode Power Supply)를 사용하여 공급하도록 구성하였다. 사용하게 되는 구성 장비에 따라 전원부 출력을 변경하거나, 추가적인 컨버터를 통해 전원을 확보한다. 라즈베리파이에서는 Pyfirmata 라이브러리를 사용하여 아두이노를 직접 컨트롤하게 되며, 아두이노에 연결된 장비제어를한다.

DB에서는 스마트 팜에서 전송하는 센서데이터와, 제어 정보를 저장할 수 있도록 스키마 구성이 필요하다. 웹서버에서는 이를 저장, 출력, 수정하기 위한 인터페이스를 PHP 코드를 통해 구축한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

회로 구성은 아래 그림 5.3.2와 같이 구성을 하였으며, ADC채널에 따른 센서의 추가 구성, 모터드라이버나 릴레이를 추가 구성시 더 많은 양의 센서데이터와 장비 제어를 추가적으로 늘릴 수 있다.

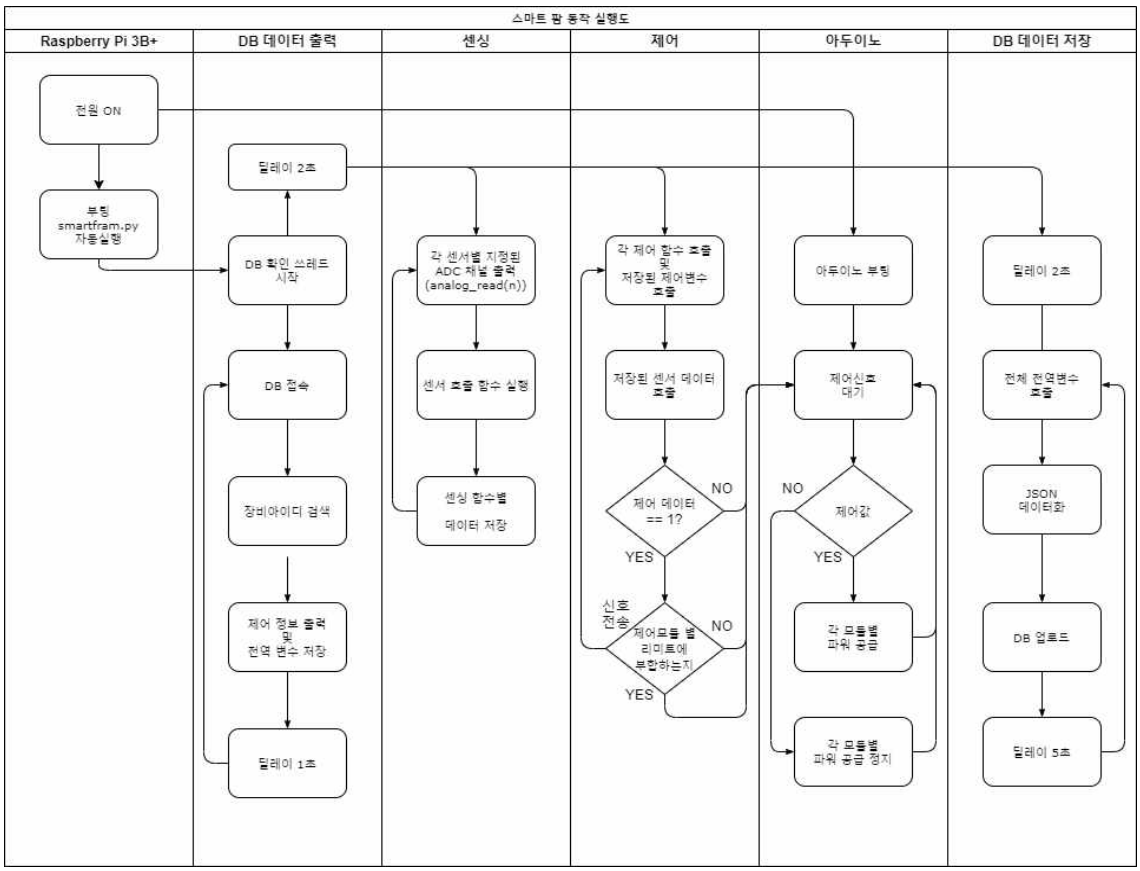


[그림 5.3.2 스마트 팜 모듈 결선도]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 장비 구성 코드

코드는 전적으로 Python코드를 기반으로 작성하였다. 사용한 라이브러리는 아두이노를 제어하기 위한 pyfirmata, ADC관리를 위한 spidev, 네트워크연결을 하여 데이터 전송 및 출력을 위한 requests, json, 다중작업을 위한 thread를 사용하였다. 아래 그림 5.3.3는 장비의 전체적인 동작 알고리즘을 그림으로 표현한 것이다.



[그림 5.3.3 동작 시퀀스]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

pyfirmata는 라즈베리파이에 연결된 아두이노에 전용 코드를 기입하여, Python으로 작성된 코드가 보내주는 신호를 아두이노에서 실행시킬 수 있도록 하는 라이브러리이다. Python에서 Arduino 연결을 아래 표 5.3.2와 같이 기술하여 연결하게 한 후, 각 핀마다 write()함수를 사용하여 digital output 또는 PWM output을 아두이노에 직접 제어가 가능하다.

```
#pyfirmata init
board = Arduino('/dev/ttyACM0') #Arduino connect
p_wat = board.get_pin('d:12:o') # D12 pin output
c_wat = board.get_pin('d:10:p') # D10 pin pwm output
p_led = board.get_pin('d:13:o') # D13 pin output
c_led = board.get_pin('d:11:p') # D11 pin pwm output
r_fn1 = board.get_pin('d:5:o') # D5 pin output
r_fn2 = board.get_pin('d:6:o') # D6 pin output

p_wat.write(1) # D12 pin digital write HIGH
p_led.write(1) # D13 pin digital write HIGH
c_led.write(1) # D11 pin pwm write 1 (1.00 ~ 0.00)
#pyfirmata init end
```

[표 5.3.2 pyfirmata 연결 코드]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

센서의 입력은 라즈베리파이에서 ADC모듈인 MCP3008에서 데이터를 가져오게 된다. 이는 아래의 표5.3.3을 통하여 데이터를 가져온다. 전역변수를 호출하여, 읽어온 실제 데이터를 전역변수에 저장을 한다.

```
#sensor read
def gas_f():
    global gas_da
    read_gas = analog_read(2)
    gas_da = read_gas
    vol_gas = read_gas * 3.3 / 1024
    out =("ga : Reading=%d\tVoltage=%f" % (read_gas, vol_gas))
    return out

def ear_f():
    global earth_hu
    read_ear = analog_read(3)
    earth_hu = read_ear
    vol_ear = read_ear * 3.3 / 1024
    out =("eh : Reading=%d\tVoltage=%f" % (read_ear, vol_ear))
    return out

def dht21():
    global humi
    global temp
    h, t = Adafruit_DHT.read_retry(sensor, pin_dht)
    humi = round(h,2)
    temp = round(t,2)
    print humi
    print temp
```

[표 5.3.3 라즈베리파이 센서 데이터 처리 코드]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

위의 데이터 처리코드와 동시에 라즈베리파이는 주기적으로 저장된 데이터를 서버로 전송하게 된다. 이 코드는 아래 표 5.3.4와 같다. 이 코드의 python 실행이 되면, DB에 새로운 데이터가 저장이 된다.

```
#python code
def db_up(threadName,): #DB upload
    time.sleep(2)
    while True:
        post_data = {"id":dev_id,"temp":temp,"humi":humi,"gas":gas_da,"erhu":earth_hu,"wtp":wtp,"led":led,"inf":in
f,"exf":exf}
        response = requests.post(URL,data=post_data)
        print response.status_code
        print response.text
        time.sleep(5)

#PHP code
$sql = "select * from info_client where id='".$id."' limit 1;";
$res = mysqli_query($connection,$sql);
$row = mysqli_fetch_array($res);
if($row[1] == $id){
        $sql2 = "update info_client set date=now(), temp=".$temp.", humi=".$humi.", gas=".$gas.", erhu=".$erhu.
", s_wtp=".$wtp.", s_led=".$led.", s_inf=".$inf.", s_exf=".$exf." where id='".$id."';";
        mysqli_query($connection,$sql2);
}else{
        $sql3 = "insert into info_client(id,temp,humi,gas,erhu,s_wtp,s_led,s_inf,s_exf) values('".$id."',".$temp.",".$hu
mi.",".$gas.",".$erhu.",".$wtp.",".$led.",".$inf.",".$exf.")";
        mysqli_query($connection,$sql3);
}
$sql1 = "insert into ic_log(id,temp,humi,gas,erhu,s_wtp,s_led,s_inf,s_exf) values('".$id."',".$temp.",".$humi.",".$gas.",
".$erhu.",".$wtp.",".$led.",".$inf.",".$exf.")";
mysqli_query($connection,$sql1);
mysqli_close($connection);}
```

[표 5.3.4 DB 업로드 코드]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

위의 코드들은 현재 장비의 정보를 보내기 위한 코드이며, 아래 표 5.3.5는 DB에 저장된 원격 제어 데이터를 가져와 라즈베리파이의 원격 제어를 위한 기준값으로 사용한다.

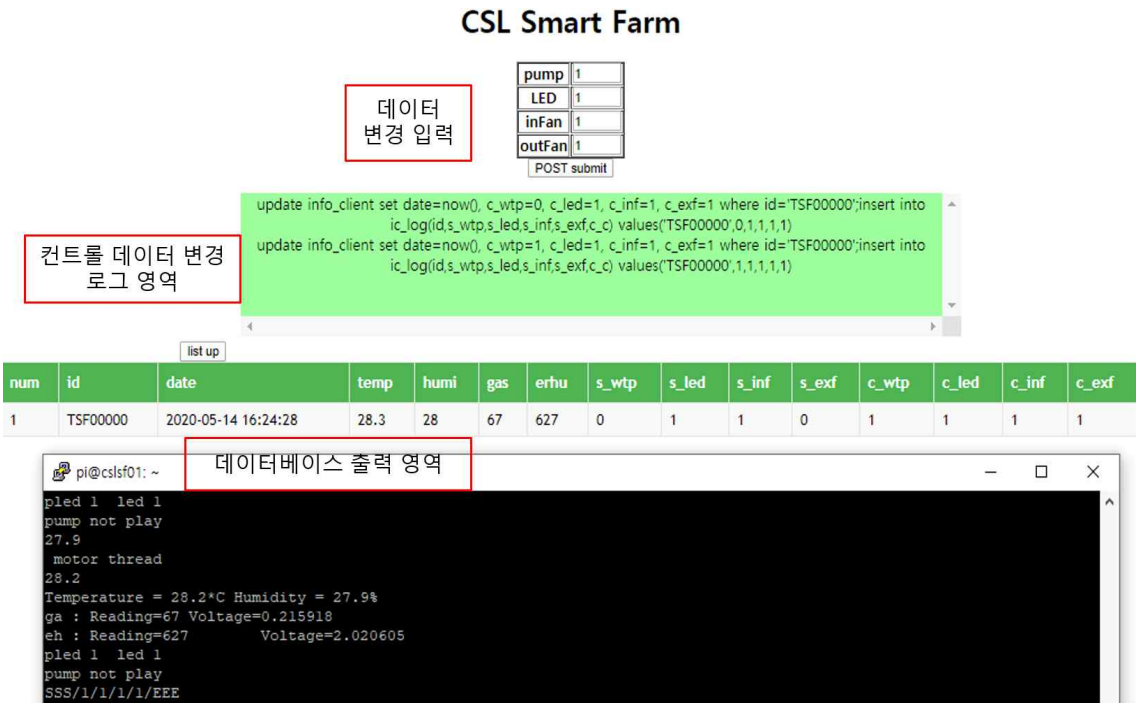
```
def db_do(threadName,): # DB data serch
    global pwtp
    global pled
    global pinf
    global pexf
    while True:
        response = requests.get(CURL)
        data = response.text
        print data
        #sd = data.split(sep="/", maxsplit=6)
        sd = data.split("/",6)
        pwtp = sd[1]
        pled = sd[2]
        pinf = sd[3]
        pexf = sd[4]
        time.sleep(1)
```

[표 5.3.5 서버 통신 코드]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 서버

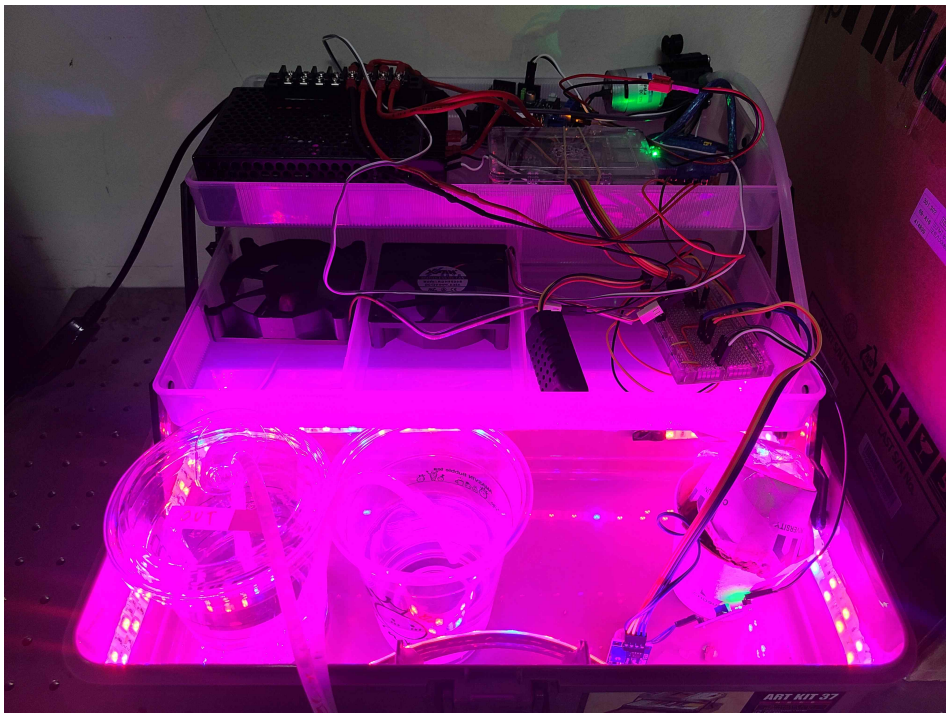
서버와 DB는 네트워크는 구성에서 언급한 것과 같이 Apache2, PHP, MariaDB를 통해 구성하였다. 웹 서버는 접근모델 별 웹 모니터링 페이지와 서버통신을 위한 PHP코드로 구성되어있다. 아래 그림 5.3.4에서 webcon.html 파일을 웹 브라우저를 통해 접속하였을 시 나오는 화면이며, 데이터베이스의 저장된 데이터를 가져오며, 장비의 제어데이터를 지정해서 원격제어를 할 수 있다.



[그림 5.3.4 모니터링 페이지, 파이썬 작동 화면]

실제로 시스템을 실행시키고, 제어를 하게 되면 위의 그림 같이 데이터영역에 데이터가 출력이 되며, 하단의 라즈베리파이의 작동 영역 또한 각 센서와 함께 작동하고 있음을 확인 할 수 있다. 아래 그림 5.3.5에서 실제로 제어하여 작동중인 장비의 모습을 볼 수 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



[그림 5.3.5 실제 작동 사진]

장비가 실행되면 초기에 데이터베이스의 기존 정보를 갱신해서 수정된 제어정보를 가져와 장비를 작동시키게 된다. 이후 장비의 동작에 따른 데이터가 데이터베이스로 지속적인 갱신이 되며, 원격 제어정보가 변경이 될 경우 이를 1초 이내에 데이터 갱신 후 변경 된 동작을 실행 하게 된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이 때 사용되는 데이터베이스는 관계형 데이터베이스에서 테이블 구조는 아래의 표 5.3.6과 같이 설계 하였으며, 장비에서 전달된 온도 습도와 같은 환경정보, 제어에 대한 상태 정보 등을 갱신할 때 마다 각 데이터를 덮어씌움으로서, 데이터베이스에 과도한 데이터 누적되지 않도록 설계하였다. 그리고 이 데이터 정보를 활용하여 모니터링페이지의 정보 갱신 및 원격제어에 대한 정보를 변경할 수 있도록 구성이 되어있다.

NAME	ID	TYPE	SIZE	NULL	EXTRA
고유 번호	num	int		NO	Primary Key Auto increment
디바이스 아이디	id	char	10	NO	
입력수정 시간	date	datetime		NO	Current timestamp on update current timestamp
온도	temp	float		YES	
습도	humi	float		YES	
가스	gas	int		YES	
토양습도	erhu	int		YES	
워터펌프 스테이트	s_wtp	float			
LED 스테이트	s_led	float			
흡기팬 스위치	s_inf	int			
배기팬 스위치	s_exf	int			
외부제어 워터펌프	c_wtp	int			default : 1
외부제어 LED	c_led	int			default : 1
외부제어 흡기팬	c_inf	int			default : 1

[표 5.3.6 DB 장비 정보 테이블 구조]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

스마트 팜은 데이터의 실시간 모니터링과 원격제어 뿐 아니라, 문제 발생 시, 또는 환경 정보에 변화를 추이를 데이터화가 필요하다고 판단된다. 이를 전체적인 관리를 위해 로그 데이터를 남기도록 구성하기 위해 아래 표 5.3.7를 추가 설계 하였다.

이 테이블은 로그 데이터를 시간별로 누적시켜 모니터링에 관여하는 데이터와 구분하여 정보 확인 용도로서 활용한다.

NAME	ID	TYPE	SIZE	NULL	EXTRA
디바이스 아이디	id	char	10	NO	
입력수정 시간	date	datetime		NO	Current timestamp
온도	temp	float		YES	
습도	humi	float		YES	
가스	gas	int		YES	
토양습도	erhu	int		YES	
워터펌프 스테이트	s_wtp	float			
LED 스테이트	s_led	float			
흡기팬 스위치	s_inf	int			
배기팬 스위치	s_exf	int			
외부제어 워터펌프	c_wtp	int			default : 1
외부제어 LED	c_led	int			default : 1
외부제어 흡기팬	c_inf	int			default : 1

[표 5.3.7 DB 로그 정보 테이블 구조]

이후 추가적인 데이터가 발생 시에는 장비 정보, 로그 정보 테이블의 칼럼을 추가적으로 확장함으로서 추가데이터를 저장하고 모니터링 정보를 확장 할 수 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제6장 결론

본 논문에서는 사물인터넷기반으로 웹 서버를 걸쳐 데이터베이스로 데이터의 저장, 웹 모니터링과 안드로이드 어플리케이션의 모니터링 시스템을 구성하고 개발하는 과정을 기술하였다. 정해진 데이터를 정해진 규칙에 의해 서버에 저장하고, 그 데이터의 실시간 모니터링을 할 수 있었으며, 이와 같은 내용을 재난구조 시스템, 이동 객체 사이간 통신 제어 관리시스템에 적용하였다. 또한 데이터 형태에 따라서는 다수의 측정, 계측 시스템에 적용 할 수 있다. 웹 서버로서 구현되기 때문에 인터넷이 가능한 여러 휴대용 전자기기로부터 데이터 측정 및 누적을 가능하게하며 측정 장비에 직접적인 인터넷 연결이 되지 않는다면 추가적인 시리얼통신, 지그비, 블루투스 등을 통해 서버 연결을 진행하여 이 시스템을 사용 할 수 있다. 본 연구결과를 기반으로 하여, 계측 시스템에 대중적인 유무선 통신방법이 활성화되는 것과 연구결과에 따른 시스템을 더욱 간단하게 구성이 되는 것으로서 데이터 측정 및 누적을 될 것으로 사료된다.

현대에 이르러 정보는 많으나, 정보를 확인하기 위해서는 데이터의 정리 및 보기 쉬운 출력이 필요하며, 정보마다 적당한 출력 방식이 필요하다. 추후 본 시스템을 개선 및 보완하기 위해서 데이터 입력 방법의 다양화, 출력방식을 이미지화하여 데이터베이스의 내용을 확인하기 쉬운 시스템으로 개선 해 나갈 것이다. 이를 통하여, 사용자가 정보 획득 및 정보의 흐름을 간략하며 원하는 형식, 정보의 형태로서 확인 할 수 있는 시스템이 될 것으로 기대한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참고문헌

[1] M. Weiser, R. Gold, The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s, IBM Systems Journal. (1999).

[2] Brundha S.M. ,Lakshmi P. Santhanalakshmi S, Home Automation in Client-Server Approach with User Notification along with Efficient Security Alerting system, 2017 IEEE

[3] M. Darianian, M.P. Michael, Smart Home Mobile RFID-based Internet-Of-Things Systems and Services, 2008 International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering. (2008) 116-120.

[4] Anand Gogawale, Fasih Khatib, Pratik Sontakke, Swati Saigaonkar, "Database-as-a-Service for IoT " 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)

[5] 정동일, 정지성, 이충규, IoT 서버의 자동차 산업 분야 활용, 한국차세대컴퓨팅학회 춘계학술대회 2018

[6] Haleemunnisa Fatima, Kumud Wasnik, Comparison of SQL, NoSQL and NewSQL Databases, 2016 IEEE Bombay Section Symposium (IBSS)

[7] 안희철 ,서태현 ,정동일 ,이충규, 다중객체 네트워크제어 모니터링 통신 시스템, 정보기술융합공학논문지, vol.9, no.1, pp. 1-7 2019.

[8] Z. Hameed, F. Filali, "LTE and IEEE 802.11p for vehicular networking: a performance evaluation," EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, vol. 2014:89, pp. 1-12, 2014.

[9] 정지성, UAV 원격제어를 위한 비용효율적인 IMU-GPS 기반 LTE 통신시스템, 석사학위 논문 조선대학교 대학원 2020.3

[10] Arif Shaik, Natalie Bowen, Jennifer Bole, Gary Kunzi, Daniel Bruce, Ahmed Abdelga

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

wad, Kumar Yelamarthi, Anand Gogawale, "Smart Car: An IoT Based Accident Detect ion System" 2018 IEEE Global Conference on Internet of Things (GCIoT)

[11] 정동일, 정지성, 황용운, 서태현, 최우성, 안희철, 박세욱, 이충규, LTE기반 위급상황메세지 전송시스템, 한국차세대컴퓨팅학회 춘계학술대회 2019

[12 Hao Luan, Jianwei Leng, "Design of energy monitoring system based on IOT" 2016 C hinese Control and Decision Conference (CCDC)

[13] Alok Kumar Gupta, Rahul Johari, "IOT based Electrical Device Surveillance and Contr ol System" 2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)

[14] Fan Wu, Taiyang Wu, and Mehmet Rasit Yuce, "Design and Implementation of a We arable Sensor Network System for IoT-Connected Safety and Health Applications" 2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)

참여 논문

※ 안희철, 서태현, 정동일, 이충규, 다중객체 네트워크제어 모니터링 통신 시스템, 정보기술융합공학논문지, vol.9, no.1, pp. 1-7 (7 pages) 2019

※ 정동일, 정지성, 이충규, IoT 서버의 자동차 산업 분야 활용, 한국차세대컴퓨팅학회 춘계학술대회 2018.

※ 정동일, 정지성, 황용운, 서태현, 최우성, 안희철, 박세욱, 이충규, LTE기반 위급상황메시지 전송시스템, 한국차세대컴퓨팅학회 춘계학술대회 2019