

# **Software Requirement Analysis for Smart Humidifier System**

**Project Team**

**Team 4**

Date

**2022-08-05**

**Team Information**

고현서

# Table of Contents

## 1. Introduction

### 1.1 Purpose

### 1.2 Scope

### 1.3 Definition, acronyms, and abbreviations

### 1.4 Reference

### 1.5 Over Display

## 2. Overall Description

### 2.1 Product Perspective

### 2.2 Product functions

### 2.3 User characteristics

### 2.4 Constraints and Assumptions

### 3. Structured Analysis

#### 3.1 Arduino System(ARS)

##### 3.1.1 System Context Diagram

###### 3.1.1.1 Basic System Context Diagram

###### 3.1.1.2 Event List

##### 3.1.2 Data Flow Diagram

###### 3.1.2.1 DFD level 1

###### 3.1.2.1.1 DFD

###### 3.1.2.1.2 Process Specification

###### 3.1.2.1.3 Data Dictionary

###### 3.1.2.2 DFD level 2

###### 3.1.2.2.1 DFD

###### 3.1.2.2.2 Process Specification

###### 3.1.2.2.3 Data Dictionary

###### 3.1.2.3 DFD level 3

###### 3.1.2.3.1 DFD

###### 3.1.2.3.2 Process Specification

3.1.2.3.3 Data Dictionary

3.1.2.3.4 State Transition Diagram(1.3.1 Mode Controller)

3.1.2.3.5 State Transition Diagram(1.3.3 Auto Mode Controller)

3.1.2.3.6 State Transition Diagram(1.3.2 Manual Mode Controller)

3.1.2.3.7 State Transition Diagram(1.4.1 Setting Mode Controller)

3.1.2.4 DFD level 4

3.1.2.4.1 DFD

3.1.2.4.2 Process Specification

3.1.2.4.3 Data Dictionary

3.1.2.4.4 Overall

3.2 Mobile Application System(MAS)

3.2.1 System Context Diagram

3.2.1.1 Basic System Context Diagram

3.2.1.2 Event List

3.2.2 Data Flow Diagram

3.2.2.1 DFD level 1

3.2.2.1.1 DFD

3.2.2.1.2 Process Specification

3.2.2.1.3 Data Dictionary

3.2.2.2 DFD level 2

3.2.2.2.1 DFD

3.2.2.2.2 Process Specification

3.2.2.2.3 Data Dictionary

3.2.2.3 DFD level 3

3.2.2.3.1 DFD

3.2.2.3.2 Process Specification

3.2.2.3.3 Data Dictionary

## 1. Introduction

### 1.1 Purpose

본 문서는 2021년 동국대학교 캡스톤 디자인 강의의 프로젝트를 설명한다. 공기 질을 양호하게 유지하기 위해선 적정 온도와 적정 습도를 유지해 미생물이 번식할 수 없는 환경을 만들어 주는 것이 가장 중요하다. 또한, 적절한 실내 습도를 유지하지 못하면 안구 건조증, 아토피, 호흡기 질환 등을 가진 사람들은 불편함을 느낄 것이고 비말의 실내 잔존 시간은 늘어나기 때문에 최근 유행하는 코로나19 바이러스에 쉽게 노출될 수 있다. 이와 같은 이유로 실내 온도와 습도를 유지해 실내 공기를 쾌적하게 유지하는 방법에 대한 관심이 높아지고 있지만 최근 몇 년 간 미세먼지 농도는 증가하는 추세이고 대기 질 역시 저하되고 있어 자연 환기는 점점 어려워지고 있다. 이로 인해 창문을 닫고 생활하더라도 환기구, 창문 틈새로 들어오는 미세먼지로 인해 실내 공기를 쾌적하게 유지하는 것이 불가능해지고 있다. 이에 따라 자연 환기 이외의 방법으로 실내 온도와 습도를 유지하는 방법에 대한 관심이 높아지고 있다. 상기한 이유에 따라 실내 공기와 습도를 케어해주는 가습기에 대한 수요가 증가하고 있으나 기존의 가습기는 사용에 불편한 점이 있다는 점을 인식하고 주제를 선정했다.

기존에는 가습기를 사용할 때 현재 온도와 그에 따른 적절한 실내 습도에 대한 정보를

알지 못한 채 감각에 의존해서 가습기를 구동시켜야 했다. 또한 실내 습도가 적절히 유지되고 있는데 계속 가습기를 켜 두는 것은 전력 낭비이므로 수시로 실내 습도를 확인해 가며 가습기를 켜고 끄는 행위를 반복해야 했다.

이런 불편함을 해소하기 위해 가습기가 특정 온도에서 유지되어야 하는 습도 값을 기준이 되는 값으로 기억하고 현재 온도와 습도를 측정해 기준이 되는 값과 비교하여 스스로 동작할 수 있도록 구현하고자 했다. 즉 가습기가 스스로 실내의 온습도를 감지하고 특정 온도에서 적정 습도 이하인 경우 스스로 가습 동작을 시작하고 실내 공기가 적정 습도를 만족하게 되면 스스로 멈추도록 구현하고자 했다.

또한, 적정 실내습도가 유지되고 있더라도 사용자가 임의로 가습기를 동작할 수 있어야 한다. 이때 기기가 있는 곳까지 이동하지 않고 휴대폰 APP로 현재 온도와 습도를 확인할 수 있게 하고 그에 따라 가습기를 수동으로 구동 시킬 수 있도록 구현하고자 했다.

또한, 수동상태에서 다시 자동 동작 상태로 돌아가는 기능과 사용자가 임의로 현재 온도에서 기준 습도를 직접 설정할 수 있는 기능도 APP으로 조작할 수 있도록 구현하고자 했다. 마지막으로, 수분감지센서를 통해 일정 물량 이하로 떨어지면 이를 알리는 기능을 구현하였다.

## 1.2 Scope

본 프로젝트는 스마트 가습기 시스템(SHS: Smart Humidifier System) 구현을 목표로 한다. 스마트 가습기 시스템은 크게 2개의 서브 시스템으로 구성되어 있다. (1. 스마트 가습기 모바일 어플리케이션 시스템 (MAS: Mobile Application System), 2. 스마트 가습기 아두이노 시스템 (ARS: Arduino System))

MAS와 ARS는 블루투스 통신 방법을 이용해 통신한다. MAS는 구글이 제공한 오픈 소스 웹 어플리케이션인 앱인벤터를 사용한다. ARS는 독립적인 오픈 소스 하드웨어 디자인으로 구현된 마이크로컨트롤러 개발보드인 우노보드, 센서, 윈도우 상위버전 IDE(Open-Source Arduino Software)을 통해 구현한다.

### 1.3 Definition, acronyms, and abbreviations

HW : Hardware

SHS : Smart Humidifier System

SW : Software

APP : Application

MAS : Mobile Application System

ARS : Arduino System



#### 1.4 Reference

- [1] 정아름, “요즘 어디나 미세먼지 자연기화 가습과 공기청정으로 쾌적하게”, 조선일보, 2019년
- [2] 환경부,국립환경과학원, “주택 실내공기질 관리를 위한 매뉴얼 개정판”, 2019년
- [3] 이종도, “온도에 따라 달라지는 적정습도, 가습기로 건강한 실내습도를 유지하는 방법, 이투뉴스, 2019년

#### 1.5 Over Display

2장 개발 대상에 대한 설명; 3장 세부 기능 명세

## 2. Overall Description

### 2.1 Product Perspective

SW 및 HW로 개발된 SHS는 총 2가지 서브 시스템으로 구성된다. MAS(Mobile Application System) 그리고 ARS(Arduino System)이다

### 2.2 Product functions

MAS의 주요 기능은 아두이노 연결, 모드 선택, 사용자가 원하는 습도 설정, 현재 온습도 화면 출력이 있다.

ARS의 주요 기능은 현재 온습도 실시간 센싱, 이에 따른 LCD화면에 온습도 출력, 가습기 수분감지 센싱, 이에 따른 LED, 피에조 부저 출력, 블루투스 모듈을 통해 MAS를 연결하고 실시간으로 APP 화면으로 현재 온습도 통신이 있다.

### 2.3 User characteristics

사용자는 USB 케이블로 전원공급을 한 뒤, 휴대폰의 블루투스 기능을 켜서 APP 화면 상단에 있는 아두이노와 연결 버튼을 통해 블루투스 연결을 확인하고 자동모드, 수동모드, 원하는 습도 입력 기능을 임의로 선택할 수 있다.

## 2.4 Constraints and Assumptions

사용자는 8세 이상 80세 미만으로 제한한다.

어플리케이션은 안드로이드, 아이폰에서만 동작한다.

해상도는 앱인벤터에서 Responsive기능을 사용하여 사용하는 스마트폰에 따라 달라진다.

블루투스 버전은 2.0 이고 무선통신 범위는 10m 이내이다.

온습도 모듈에서 온도 기능은  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  오차를 가지고 있고 습도 기능은 5%의 오차를 가지고 있다.

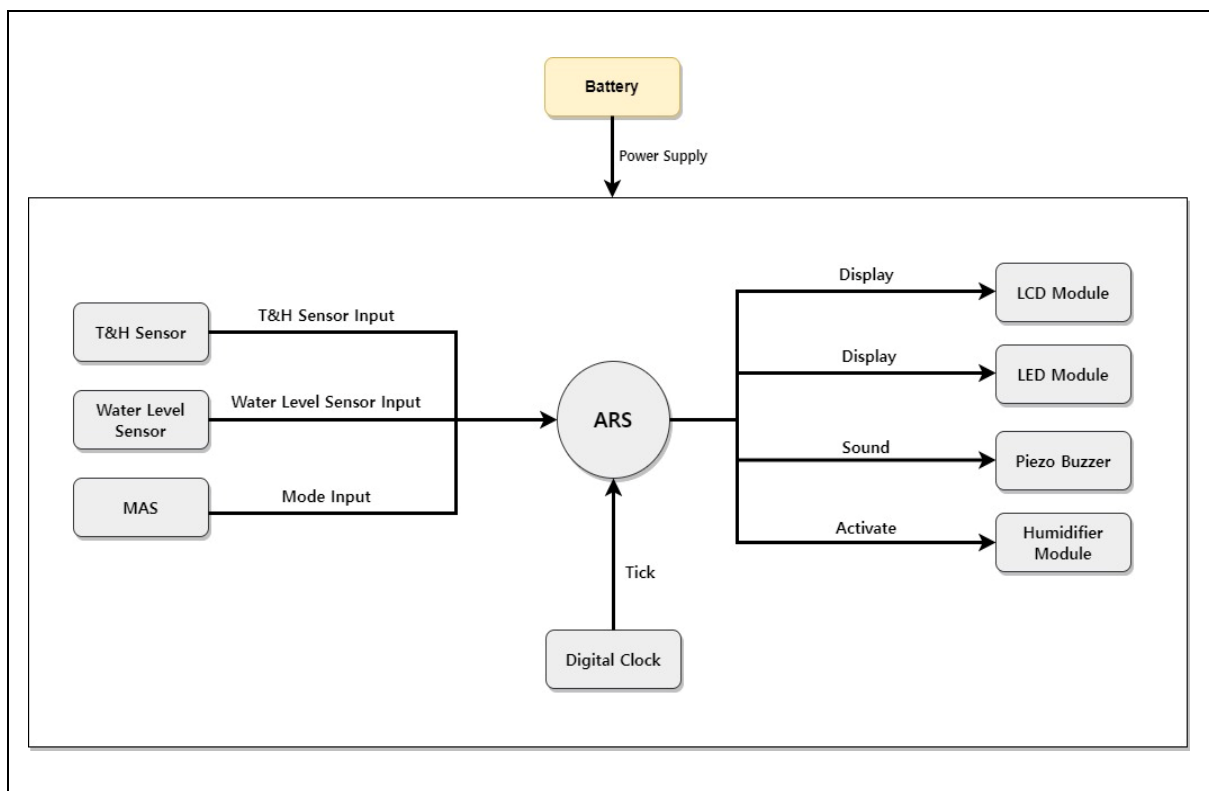
SHS동작은 2초이내로 실행한다.

### 3 Structured Analysis

#### 3.1 Arduino System(ARS)

##### 3.1.1 System Context Diagram

##### 3.1.1.1 Basic System Context Diagram



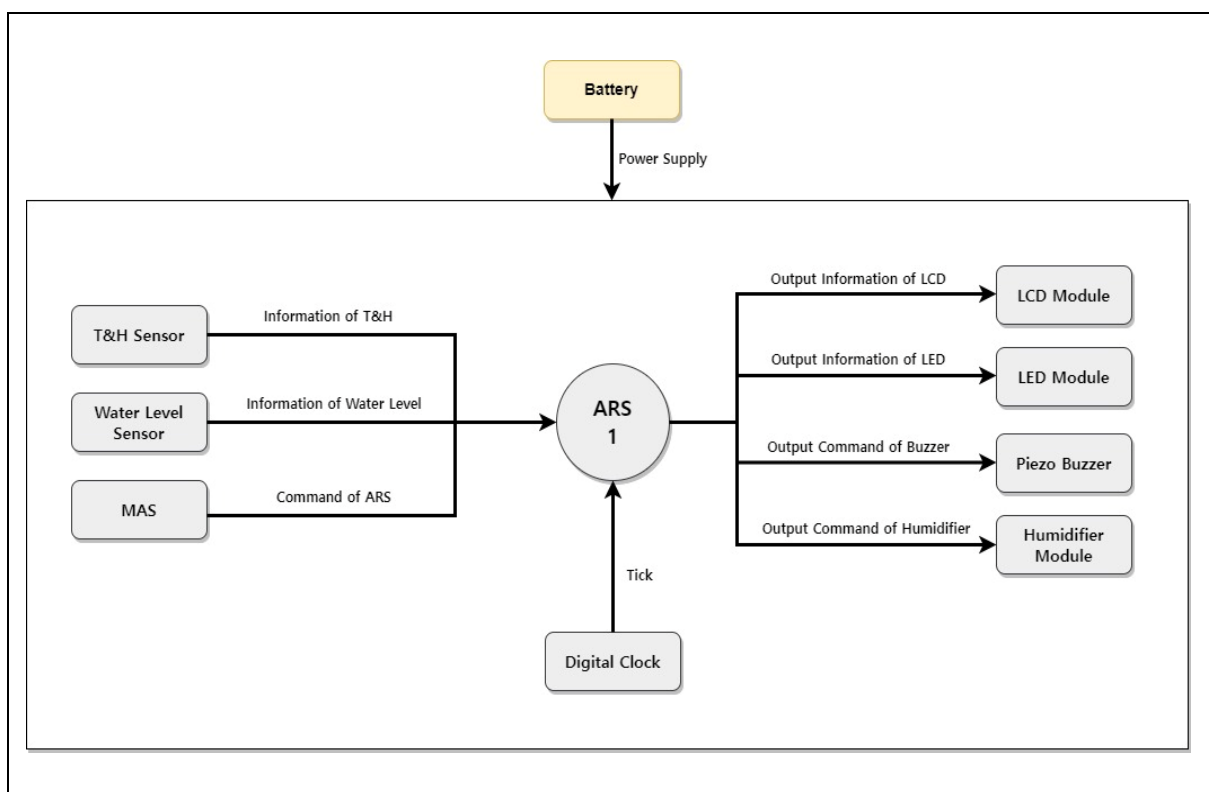
## 3.1.1.2 Event List

Input/Output Event	Description
T&H Sensor Input	온습도 센서로부터 센싱한 데이터 정보
Water Level Sensor Input	수위 감지 센서로부터 센싱한 데이터 정보
Mode Input	MAS를 통해 받은 사용자가 선택한 기능(자동모드/수동모드/습도 설정모드) 데이터 정보
Display	LCD에 출력할 현재 온습도, 수위상태, 가습기 상태 정보 LED(빨간색,노란색,초록색) 출력정보 Piezo Buzzer 경고음(ON/OFF) 출력 정보 Humidifier Module ON/OFF 출력 정보

## 3.1.2 Data Flow Diagram

## 3.1.2.1 DFD level 1

## 3.1.2.1.1 DFD



## 3.1.2.1.2 Process Specification

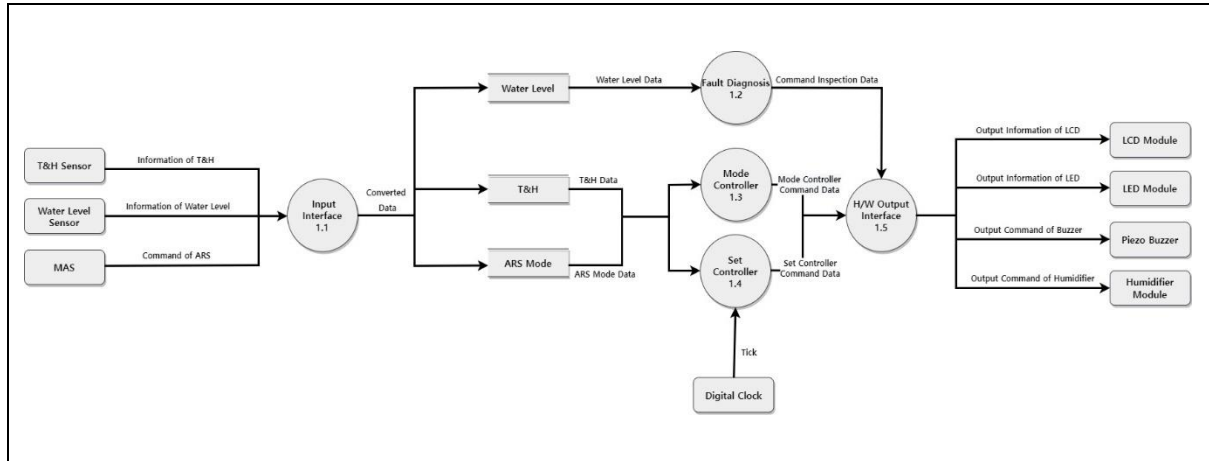
Reference No.	1
Name	ARS
Input	Information of T&H, Information of Water Level, Command of ARS
Output	Output Information of LCD, Output Information of LED, Output Command of Buzzer, Output Command of Humidifier
Process Description	Sensor로부터 받은 Temperature, Humidity, Water Level, MAS 정보를 ARS로 전송한다.

## 3.1.2.1.3 Data Dictionary

Input/Output Event	Description	Format/Type
Information of T&H	온습도 센서로부터 센싱된 실시간 온도 및 습도 데이터 정보	Structure
Information of Water Level	수위감지센서로부터 센싱된 수위 데이터 정보	Structure
Command of ARS	MAS를 통해 설정한 모드(자동모드/수동모드/습도설정모드)의 명령 데이터 정보	Structure
Output Information of LCD	ARS로부터 LCD에 출력될 디지털 온습도 정보	Structure
Output Information of LED	ARS로부터 LED가 출력되기 위한 디지털 LED 정보	Structure
Output Command of Buzzer	ARS로부터 Buzzer가 출력되기 위한 디지털 Buzzer 정보	Structure
Output Command of Humidifier	ARS로부터 받은 Humidifier 동작 여부 정보	Structure

## 3.1.2.2 DFD level 2

## 3.1.2.2.1 DFD



## 3.1.2.2.2 Process Specification

Reference No.	1.1
Name	Input Interface
Input	Information of T&H, Information of Water Level, Command of ARS
Output	Converted Data (Water Level, T&H, ARS Mode)
Process Description	온습도 센서, 수위감지 센서, MAS로부터 아날로그 값을 읽고 Input Interface를 통해 디지털 값으로 convert한뒤 데이터를 저장한다.

Reference No.	1.2
Name	Fault Diagnosis
Input	Water Level Data
Output	Command Inspection Data
Process Description	수위감지 디지털 데이터를 통해 적정수위 만족 여부를 진단하고 이에 따른 결과값을 H/W로 보낸다.

Reference No.	1.3
Name	Mode Controller
Input	T&H Data, ARS Mode Data

Output	Mode Controller Command Data
Process Description	T&H, ARS Mode의 디지털 데이터를 통해 자동모드/수동모드를 분별하고 이에 따른 모드를 실행하기 위해 명령 데이터를 H/W로 보낸다.

Reference No.	1.4
Name	Set Controller
Input	T&H Data, ARS Mode Data
Output	Set Controller Command Data
Process Description	T&H, ARS Mode의 디지털 데이터를 통해 사용자가 설정한 습도와 현재 습도를 비교하여 이에 따른 명령 데이터를 H/W로 보낸다.

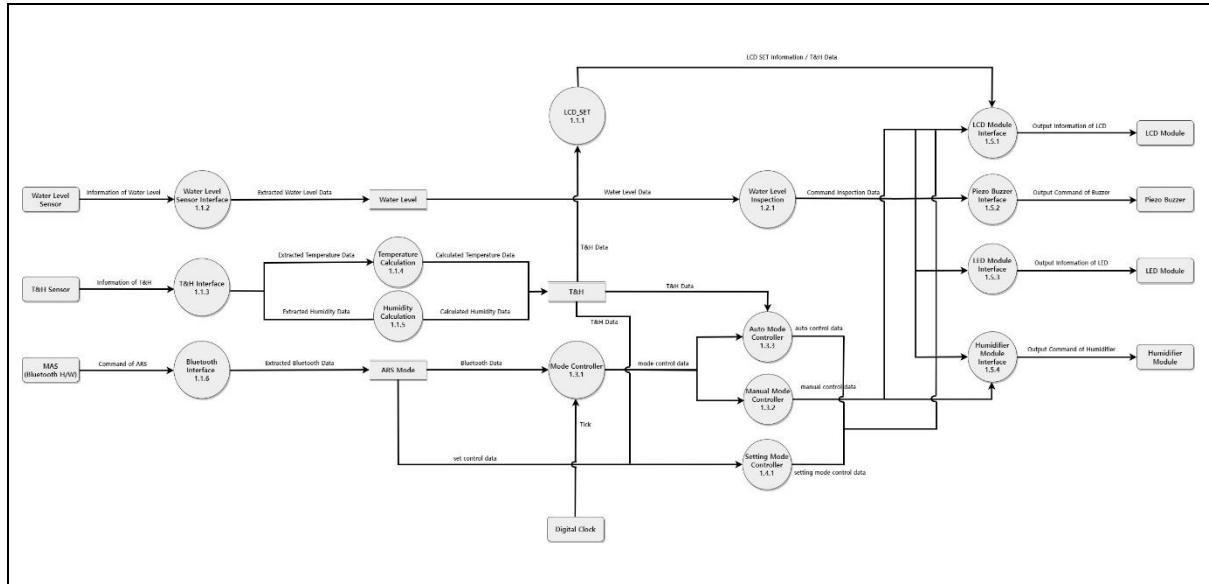
## 3.1.2.2.3 Data Dictionary

Input/Output Event	Description	Format/Type
Command of ARS	블루투스 모듈로부터 받은 아날로그 모드 데이터(자동모드/수동모드/습도설정모드)	True/False
Water Level Data	수위감지 모듈로부터 센싱된 아날로그 데이터를 convert하여 추출한 디지털 데이터	Struct
T&H Data	온습도 모듈로부터 센싱된 아날로그 데이터를 convert하여 추출한 디지털 데이터	Struct
ARS Mode Data	블루투스 모듈로부터 센싱된 아날로그 데이터를 convert하여 추출한 디지털 데이터(자동모드 ON 데이터, 자동모드 OFF 데이터, 수동모드 ON 데이터, 수동모드 OFF 데이터, 습도 설정 모드 데이터)	Struct
Mode Controller Command Data	ARS Mode Data에 해당하는 자동모드 ON 데이터, 자동모드 OFF 데이터, 수동모드 ON 데이터, 수동모드 OFF 데이터를 분별하여 이에 따른 H/W의 작동을 위해 보내는 명령 데이터	Struct
Set Controller Command Data	ARS Mode Data에 해당하는 습도 설정 모드 데이터와 현재 습도를 비교하여 이에 따른 H/W의 작동을 위해 보내는 명령 데이터	Struct



## 3.1.2.3 DFD level 3

## 3.1.2.3.1 DFD



## 3.1.2.3.2 Process Specification

Reference No.	1.1.1
Name	LCD_SET
Input	T&H Data
Output	LCD SET Information, T&H Data
Process Description	LCD화면에 "t : " 및 "h : "를 Set하고 온도 및 습도를 출력하기위해 SET 정보 및 T&H Data를 LCD Interface로 보낸다. 온습도 모듈에 의해 현재 온도 및 습도가 센싱되면 LCD화면에 "temperature : °C humidity : %" 정보가 출력되어야 한다.

Reference No.	1.1.2
Name	Water Level Sensor Interface
Input	Information of Water Level
Output	Extracted Water Level Data
Process Description	센싱한 수위감지 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 전환한다.

Reference No.	1.1.3
Name	T&H Interface
Input	Information of T&H
Output	Extracted Temperature Data, Extracted Humidity Data
Process Description	온습도 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 전환하기 위해 데이터를 계산 프로세스로 넘긴다.

Reference No.	1.1.4
Name	Temperature Calculation
Input	Extracted Temperature Data
Output	Calculated Temperature Data
Process Description	입력 받은 아날로그 온도 데이터를 디지털 데이터로 전환하기 위해 계산 프로세스를 통해 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 전환한다.

Reference No.	1.1.5
Name	Humidity Calculation
Input	Extracted Humidity Data
Output	Calculated Humidity Data
Process Description	입력 받은 아날로그 습도 데이터를 디지털 데이터로 전환하기 위해 계산 프로세스를 통해 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 전환한다.

Reference No.	1.2.1
Name	Water Level Inspection
Input	Water Level Data
Output	Command Inspection Data
Process Description	<p>입력 받은 수위 진단 데이터에 따라 적정 수위 만족 여부를 진단하고 적정 수위를 벗어나면 H/W Interface(LCD Module/ LED Module/ Humidifier Module/ Piezo Buzzer Module)에 작동을 위한 명령 데이터를 보낸다.</p> <p>[Water Level Inspection]  입력 받은 수위 데이터가 <code>water_level(int) &lt; 100</code> 일 경우,  - "Lack of Water!" 명령 데이터 LCD Interface로 보냄</p>

	-RED LED 명령 데이터 LED Interface로 보냄 -Humidifier 동작 멈춤 명령 데이터 Humidifier Interface로 보냄 -5초에 한번씩 경고음 울리게 하는 명령 데이터 Piezo Buzzer Interface로 보냄 -return값 0을 보냄 입력 받은 수위 데이터가 <code>water_level(int) &lt; 100</code> 조건을 만족하지 않을 경우 return 값 1을 보냄, 즉 적정 수위를 벗어났음을 의미함
--	---

Reference No.	1.3.1
Name	Mode Controller
Input	Mode Command Data, Digital Clock
Output	Auto Mode Command Data, Manual Mode Command Data
Process Description	<p>입력 받은 블루투스 디지털 데이터(자동모드 ON/자동모드 OFF/수동모드 ON/수동모드 OFF)를 조건에 맞게 실행하기 위해 조건에 부합하는 데이터를 분별하여 자동모드/수동모드 controller로 보낸다.</p> <p>입력 받은 클럭은 2초의 딜레이가 있다.</p> <p><code>mode_set == "1"</code> 일 경우 수동모드 ON을 실행하기 위한 조건문으로 데이터를 보낸다.</p> <p><code>mode_set == "2"</code> 일 경우 수동모드 OFF를 실행하기 위한 조건문으로 데이터를 보낸다.</p> <p><code>mode_set == "4"</code> 일 경우 자동모드 ON을 실행하기 위한 조건문으로 데이터를 보낸다.</p> <p><code>mode_set == "5"</code> 일 경우 자동모드 OFF를 실행하기 위한 조건문으로 데이터를 보낸다.</p> <p><code>error_signal &gt; 1</code> 일 경우 모드 사용이 중복 되었다는 것을 의미하므로 해당 조건문에서 에러 넘버(<code>error_num</code>) = 40을 출력한다.</p>

Reference No.	1.3.2
Name	Manual Mode Controller
Input	Manual Mode Command Data
Output	Manual Active Command Data
Process Description	입력 받은 디지털 데이터 "1" 또는 "2"에 따라 H/W(LCD Module/

	<p>Humidifier Module)가 실행하게끔 명령 데이터를 보낸다.</p> <p>[Manual Mode] – 수동모드_ON 모드일 경우 수동모드 ON일 경우, 디지털 데이터 "1"을 입력 받는다. 수동모드 ON일 경우, LCD 모듈에 "Humidifier ON!" 그리고 Humidifier 모듈이 ON상태로 작동해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Command Data를 보낸다.</p> <p>[Manual Mode] – 수동모드_OFF 모드일 경우 수동모드 OFF일 경우, 디지털 데이터 "2"을 입력 받는다. 수동모드 OFF일 경우, LCD 모듈에 "Humidifier OFF!" 그리고 Humidifier 모듈이 OFF상태로 작동해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Command Data를 보낸다.</p> <p>[Manual Mode] – 수동모드 이외의 데이터가 들어올 경우 error_num = 40이 return된다. 즉, 에러가 발생했다는 것을 상수로 알린다. RED LED Module을 출력해야 한다. LCD Module에 "Error" 를 출력해야 한다. Humidifier Module이 동작을 멈춰야 한다.</p>
--	--

Reference No.	1.3.3
Name	Auto Mode Controller
Input	Auto Mode Command Data, T&H Data
Output	Auto Active Command Data
Process Description	<p>입력 받은 디지털 데이터 "4" 또는 "5"에 따라 H/W가 실행하게끔 명령 데이터를 보낸다.</p> <p>입력 받은 실시간 온습도 데이터와 온도별 적정습도 조건문을 비교하여 LCD Module/LED Module/Humidifier Module을 컨트롤하라는 명령 데이터를 보낸다.</p> <p>[Auto Mode] -자동모드_ON 모드일 경우 자동모드 ON일 경우, 디지털 데이터 "4"를 입력 받는다.</p>

	<p>[Auto Mode] -자동모드_OFF 모드일 경우 자동모드 OFF일 경우, 디지털 데이터 "5"를 입력 받는다.</p> <p>[Auto Mode] – 자동모드 이외의 데이터가 들어올 경우 error_num = 40이 return된다. 즉, 에러가 발생했다는 것을 상수로 알린다.</p> <p>RED LED Module을 출력해야 한다. LCD Module에 "Error" 를 출력해야 한다. Humidifier Module이 동작을 멈춰야 한다.</p>
--	---

Reference No.	1.4.1
Name	Setting Mode Controller
Input	Set Mode Command Data
Output	Set Active Command Data
Process Description	<p>입력 받은 설정 습도의 디지털 데이터에 따라 H/W(LCD Module/ LED Module/ Humidifier Module)가 실행하게끔 명령 데이터를 보낸다.</p> <p>[Setting Mode Controller]</p> <p>user_humi &gt; h 일 경우, LCD 모듈에 "Humidifier ON!" 그리고 Humidifier 모듈이 ON상태로 작동해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/ Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Command Data를 보낸다.</p> <p>pause == 1 &amp;&amp; h &gt; user_humi 일 경우, LCD 모듈에 "Humidifier OFF" 그리고 Humidifier 모듈이 OFF상태로 작동해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/ Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Command Data를 보낸다.</p> <p>[setting_mistake]</p> <p>사용자가 설정한 습도가 h &gt; 90 초과 또는 h &lt; 0 이면 셋팅을 다시해야한다는 Command 및 LED RED Command를 보낸다.</p>

	<p>LCD 모듈에 "Setting Again!!", RED LED ON 그리고 Humidifier 모듈이 OFF상태로 작동해야 한다.</p> <p>이에 따라, H.W Interface(LCD Module/LED Module/ Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Command Data를 보낸다.</p> <p>[Setting Mode Controller] – 수동모드 이외의 데이터가 들어올 경우 error_num = 40 이 return된다. 즉, 에러가 발생했다는 것을 상수로 알린다.</p> <p>RED LED Module을 출력해야 한다.</p> <p>LCD Module에 "Error" 를 출력해야 한다.</p> <p>Humidifier Module이 동작을 멈춰야 한다.</p>
--	--

Reference No.	1.5.1
Name	LCD Module Interface
Input	LCD SET Information, T&H Data, Command Inspection Data, Active Command Data(Auto/Manual/Set)
Output	Output Information of LCD
Process Description	<p>입력 받은 수위 진단,자동모드,수동모드,습도설정 명령 데이터에 따라 LCD Module Interface를 통해 디지털 데이터 정보 "Humidifier ON"/ "Humidifier OFF"/ "Lack Of Water!!"/ "Setting Again"을 LCD 화면에 출력한다.</p> <p>[Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 벗어난 경우, "Humidifier_ON" 출력</p> <p>[Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 만족할 경우, "Humidifier_OFF" 출력</p> <p>[Auto Mode] – OFF 일 경우, "Humidifier_OFF" 출력</p> <p>[Manual Mode] – ON 일 경우, "Humidifier_ON" 출력</p> <p>[Manual Mode] – OFF 일 경우,</p>

	<p>"Humidifier_OFF" 출력</p> <p>[Setting Mode] - user_humi &gt; h 일 경우, "Humidifier_ON" 출력</p> <p>[Setting Mode] - user_humi &lt; h 일 경우, "Humidifier_OFF" 출력</p> <p>[Setting Mode] - user_humi &gt; 90 또는 user_humi &lt; 0 일 경우, "Setting Again!!" 출력</p> <p>[water_level(int) &lt; 100] 일 경우, "Lack of Water!!" 출력</p> <p>[모드가 중복 사용될 경우]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-자동모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> </ul> <p>"Error" 출력</p>
--	--

Reference No.	1.5.2
Name	Piezo Buzzer Interface
Input	Command Inspection Data
Output	Output Command of Buzzer
Process Description	입력 받은 수위 진단 명령 데이터에 따라 Piezo Buzzer Interface를 통

	<p>해 5초에 한번씩 경고음을 출력한다.</p> <p>water_level(int) &lt; 100 인 경우, 5초에 한번씩 경고음을 출력</p> <p>적정 수위를 유지할 경우, Serial.println = "No Warning"</p>
--	--

Reference No.	1.5.3
Name	LED Module Interface
Input	Command Inspection Data, Active Command Data(Auto/Set)
Output	Output Information of LED
Process Description	<p>입력 받은 수위 진단, 자동모드, 습도설정 명령 데이터에 따라 LED Module Interface를 통해 LED Module에 빨간색/노란색/초록색을 출력한다.</p> <p>[Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 벗어난 경우, ON 일 경우, YELLOW LED 출력</p> <p>[Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 만족할 경우, GREEN LED 출력</p> <p>[Auto Mode] - OFF 일 경우, 모든 LED 꺼짐</p> <p>[Setting Mode] user_humi &gt; 90 또는 user_humi &lt; 0 일 경우, 사용자가 설정할 수 없는 습도를 입력했으므로 LED RED 출력하여 잘못된 값을 입력했음을 알림</p> <p>[Water Level Inspection] 수위 진단을 통해 water_level(int) &lt; 100 일 경우, 적정 수위를 벗어났으므로 RED LED 출력</p>



	<p>[모드가 중복 사용될 경우]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-자동모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> </ul> <p>RED LED 출력</p>
--	---

Reference No.	1.5.4
Name	Humidifier Module Interface
Input	Command Inspection Data, Active Command Data(Auto/Manual/Set)
Output	Output Command of Humidifier
Process Description	<p>입력 받은 수위 진단,자동모드,수동모드,습도설정 명령 데이터에 따라 Humidifier Module Interface를 통해 Humidifier ON/OFF를 출력한다.</p> <p>[Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 벗어난 경우, Humidifier 동작</p> <p>[Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 만족할 경우, Humidifier 동작 멈춤</p> <p>[Auto Mode] - OFF 일 경우, Humidifier 동작 멈춤</p> <p>[Manual Mode] - ON 일 경우, Humidifier 동작</p> <p>[Manual Mode] - OFF 일 경우,</p>

	<p>Humidifier 동작 멈춤</p> <p>[Setting Mode] - user_humi &gt; h 일 경우, Humidifier 동작</p> <p>[Setting Mode] - user_humi &lt; h 일 경우, Humidifier 동작 멈춤</p> <p>[Setting Mode] - user_humi &gt; 90 또는 user_humi &lt; 0 일 경우, Humidifier 동작 멈춤</p> <p>[water_level(int) &lt; 100] 일 경우, Humidifier 동작 멈춤</p> <p>[모드가 중복 사용될 경우]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-자동모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-자동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-수동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우</li> <li>-설정모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우</li> </ul> <p>Humidifier 동작 멈춤</p>
--	---

## 3.1.2.3.3 Data Dictionary

Input/Output Event	Description	Format/ Type
	온습도 모듈이 현재 온습도를 센	

T&H Data	싱하면 온습도 데이터가 lcd화면에 출력되어야 한다.	Structure
	temp(int) : 현재 온도 humi(int) 현재 습도	
Water Level Data	수위 감지 디지털 데이터를 수위 진단을 위해 Water Level Inspection으로 보낸다. 수위 감지 디지털 데이터를 수위 감지 진단을 통해 적정수위 만족 여부에 따라 H/W Interface(LCD Module/LED Module/ Piezo Buzzer Module)에 명령 데이터를 보낸다.	Structure
	[Water Level Inspection] 입력 받은 수위 데이터가 water_level(int) < 100 일 경우, 적정 수위를 벗어났기때문에 이에 대한 검사 정보를 출력하기위해 LCD Display 및 빨간색 LED를 ON 하기 위한 명령 데이터를 보낸다. 수위진단은 bool형 함수로 구성되어 있고, return값은 적정 수위를 벗어났을 때 true(1), 벗어나지 않았을 때 false(0)으로 받는다.	
	waterlevel(int) : 수위 값을 측정하는 변수	
	수위 감지 디지털 데이터를 수위 감지 진단을 통해 적정수위 만족 여부에 따라 H/W Interface(LCD Module/LED Module/ Piezo Buzzer Module)에 명령 데이터를 보낸다.	

Command Inspection Data	<p>[Water Level Inspection]</p> <p>입력 받은 수위 데이터가 <code>water_level(int) &lt; 100</code> 일 경우, 적정 수위를 벗어났기때문에 이에 대한 검사 정보를 출력하기 위해 LCD Display 및 빨간색 LED를 ON 하기 위한 명령 데이터를 보낸다.</p> <p>수위진단은 bool형 함수로 구성되어 있고, return값은 적정 수위를 벗어났을 때 <code>true(1)</code>, 벗어나지 않았을 때 <code>false(0)</code>으로 받는다.</p>	Structure
Bluetooth Data	<p>모드 명령 데이터를 보내기 위해 블루투스를 통해 받은 문자열 데이터를 입력한다.</p> <p><code>mode_set(String)</code> : 모드(자동모드 ON/자동모드OFF/수동모드ON/수동모드OFF)의 문자열 데이터를 입력 받는 변수</p> <p><code>error_signal(int)</code> : 모드 중복 사용을 방지하기 위해 쓰이는 변수</p> <p><code>error_check(int)</code> : 모드 중복 여부를 확인해주는 변수</p>	Structure
mode control data	<p>입력 받은 String형 데이터 (<code>mode_set</code>)가 "4"이면 자동모드 ON, "5"이면 자동모드 OFF 하라는 명령 데이터를 보낸다.</p> <p><code>mode_set(string)</code> : 모드 별 데이터를 받는 변수</p> <p><code>error_signal(int)</code> : 모드 중복 사용을 방지하기 위해 필요한 변수</p> <p><code>auto_control(int)</code> : 자동모드 ON 기능을 유지시켜주는 변수 (<code>auto_control = 41</code>이면 유지)</p> <p><code>temp(int)</code> : 현재 온도</p> <p><code>humi(int)</code> 현재 습도</p>	Structure

	error_signal(int) : 모드 중복 사용을 방지하기 위해 필요한 변수	
mode control data	입력 받은 String형 데이터(mode_set)가 "1"이면 수동모드 ON, "2"이면 수동모드 OFF 하라는 명령 데이터를 보낸다.	Structure
	mode_set(string) : 모드 별 데이터를 입력 받는 변수 error_signal(int) : 모드가 중복되는것을 확인해주는 변수	
set control data	입력 받은 사용자 설정습도 데이터(user_humi)가 현재습도(h)보다 크면 Humidifier 동작하는 명령을 보낸다. 또한, user_humi > h 인 상태에서 h가 user_humi보다 값이 커지면 동작 정지 명령 데이터를 보낸다.	Structure
	input_humi(string) : 습도가 입력되었음을 확인하는 변수 user_humi(float) : 입력받은 습도값을 상수로 저장하는 변수 only_set(int) : 습도설정모드 사용시 설정하는 변수 higher_humi(int) : 설정 습도가 현재습도보다 높을 때 사용하는 변수 humi(int) 현재 습도 pause(int) : 현재습도가 설정습도보다 커졌을 때 가습기 모듈 OFF를 실행하기 위해 사용하는 변수(1), 0일때는 초기화 error_signal(int) : 모드 중복 사용을 방지하기위해 필요한 변수	

<p>auto control data</p>	<p>입력 받은 데이터가 "4"일 경우, Auto Mode ON을 실행한다.</p> <p>자동모드 ON일 경우, LCD 모듈 에 "Humidifier ON!" 또는 "Humidifier OFF", LED 모듈에 Yellow 또는 Green, Humidifier 모 듈 ON 또는 OFF상태로 작동해 야 한다.</p> <p>이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작 동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다.</p> <p>입력 받은 데이터가 "5"일 경우, Auto Mode OFF를 실행한다.</p> <p>자동모드 OFF일 경우, LCD 모듈 에 "Humidifier OFF", Humidifier 모듈 OFF상태로 작동해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작 동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다.</p> <p>auto_off_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 34 를 의미하는 변수, 즉 자동모드 OFF가 되었다는 것을 의미하는 변수</p> <p>error_num(int): 사용 가능한 mode_set 데이터 이외의 데이터 가 입력될 경우 40이라는 상수를 반환하여 error가 발생했음을 알 리는 변수</p>	<p>Structure</p>
--------------------------	---	------------------

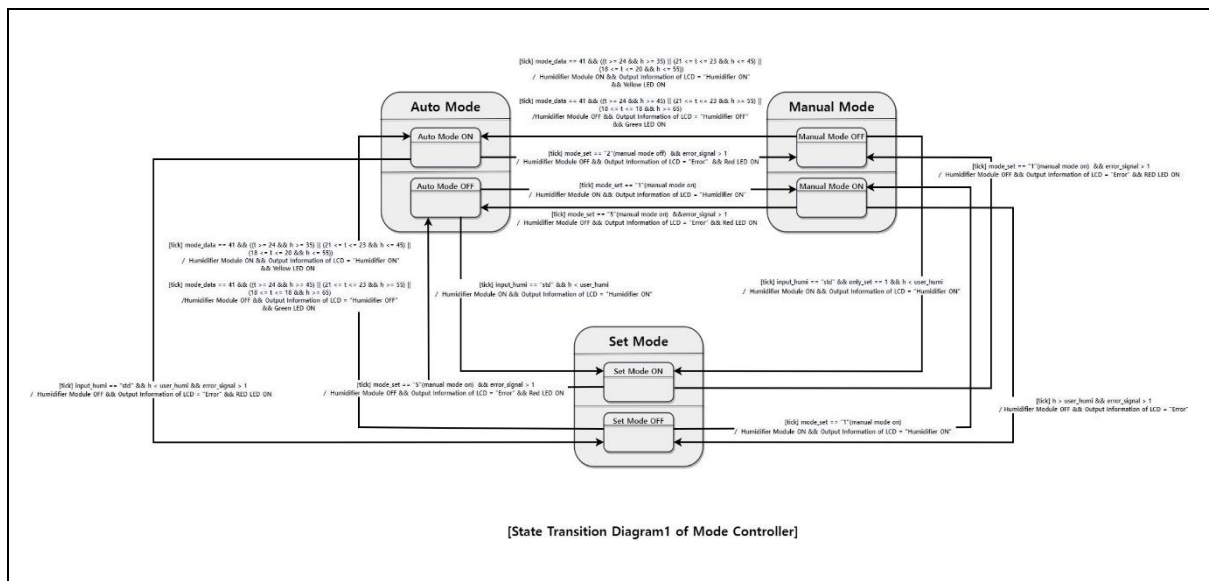
manual control data	<p>입력 받은 데이터가 "1"일 경우, Manual Mode ON을 실행한다.</p> <p>수동모드 ON일 경우, LCD 모듈 에 "Humidifier ON!"을 출력해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작 동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다.</p> <p>입력 받은 데이터가 "2"일 경우, Manual Mode OFF를 실행한다.</p> <p>수동모드 OFF일 경우, LCD 모듈 에 "Humidifier OFF"을 출력해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다.</p> <p>manual_on_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 30 을 의미하는 변수, 즉 수동모드 ON을 의미하는 변수 manual_off_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 31 을 의미하는 변수, 즉 수동모드 OFF가 되었음을 의미하는 변수 error_num(int) : 설정한 mode_set 데이터 이외의 데이터가 입력될 경우 40이라는 상수를 반환하여 error가 발생했음을 알리는 변수</p>	Structure
---------------------	---	-----------

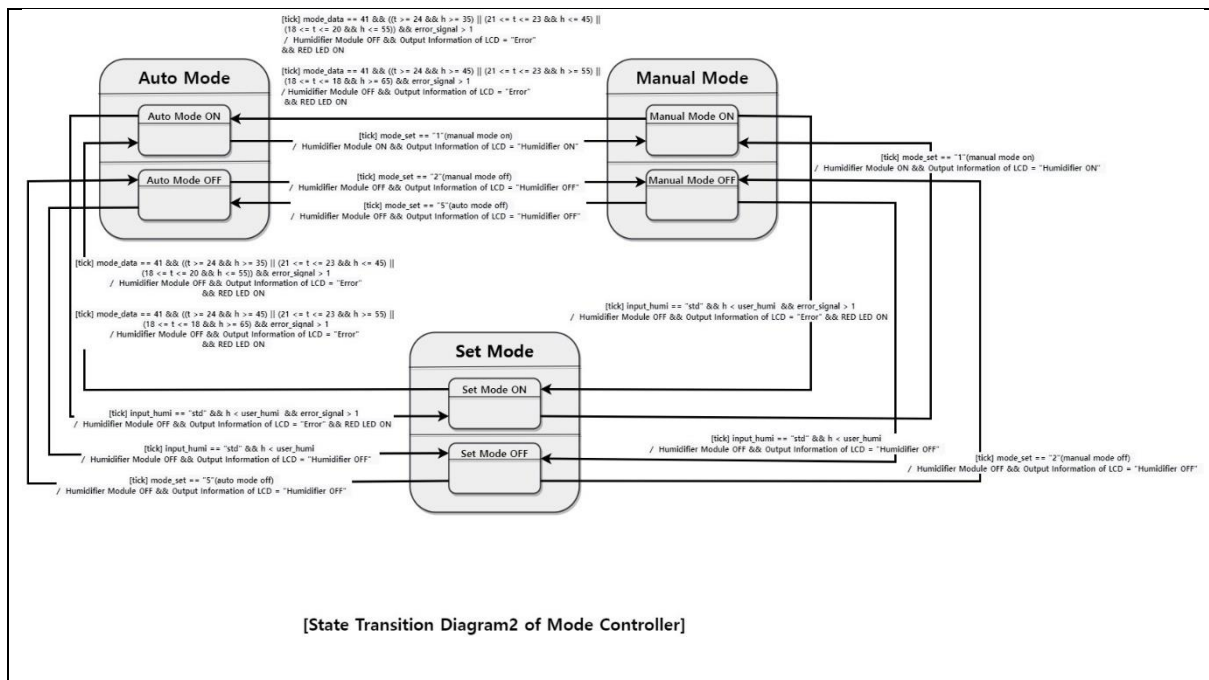
setting mode control data	<p>입력 받은 사용자 설정습도 데이터(user_humi)가 현재습도(h)보다 클 경우(user_humi &gt; h) Humidifier Module 동작, "Humidifier ON" LCD Module에 출력</p> <p>user_humi &gt; h 인 상태에서 h가 user_humi보다 값이 커질 경우, Humidifier Module 동작 정지 "Humidifier OFF" LCD Module에 출력</p> <p>user_humi &gt; 90    user_humi &lt; 0 일 경우, Humidifier Module 동작 정지 RED LED 출력 "Setting Again" LCD Module에 출력</p> <p>이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 위 작동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다.</p> <p>set_on_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 35를 의미하는 변수이다. 사용자 설정 습도값이 현재 습도보다 높고 이에 따른 동작을 증명하기 위한 return값 35를 넘겨주어 정상적으로 동작했다는 것을 알 수 있음</p> <p>set_off_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 36을 의미하는 변수이다. 사용자 설정 습도값이 현재 습도보다 크다면</p>	
---------------------------	---	--



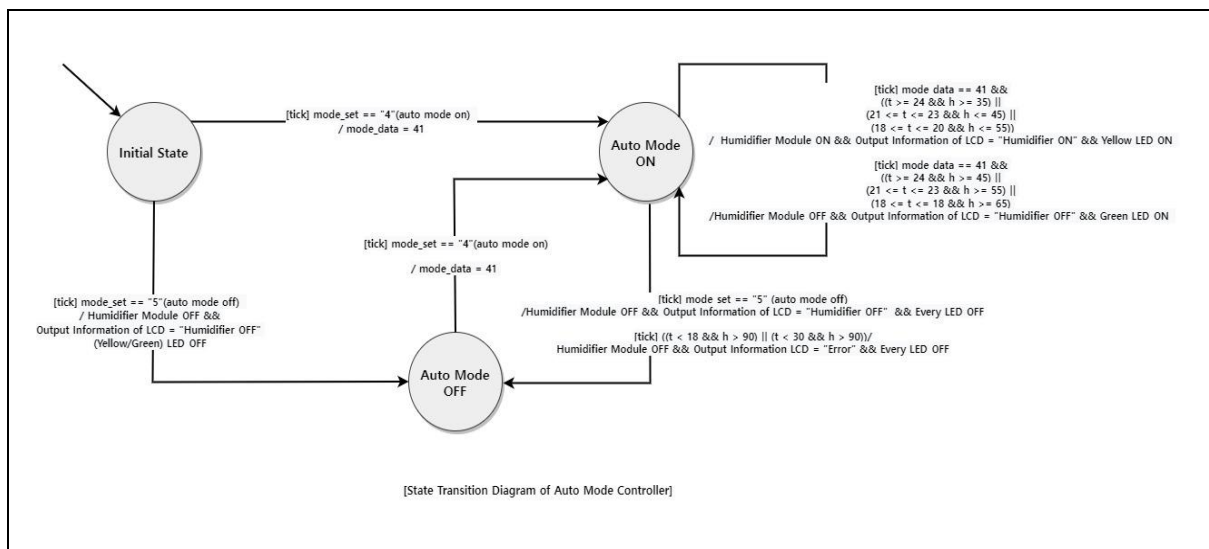
	<p>가습기 모듈 동작이 멈추고 이를 증명하기 위해 return값 36을 넘겨주어 정상적으로 동작했다는 것을 알 수 있음</p> <p>set_mistake(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 37을 의미하는 변수이다. 사용자 설정 습도값을 잘못 입력 했을 경우, return값 37을 넘겨주어 기능이 정상적으로 동작했다는 것을 알 수 있음</p>	
--	---	--

### 3.1.2.3.4 State Transition Diagram(1.3.1 Mode Controller)

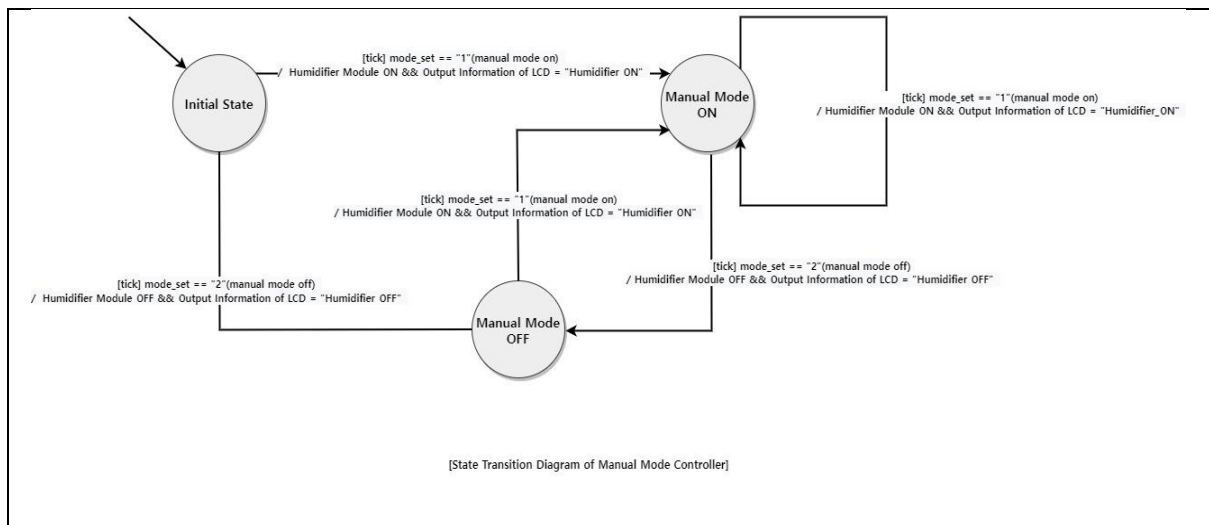




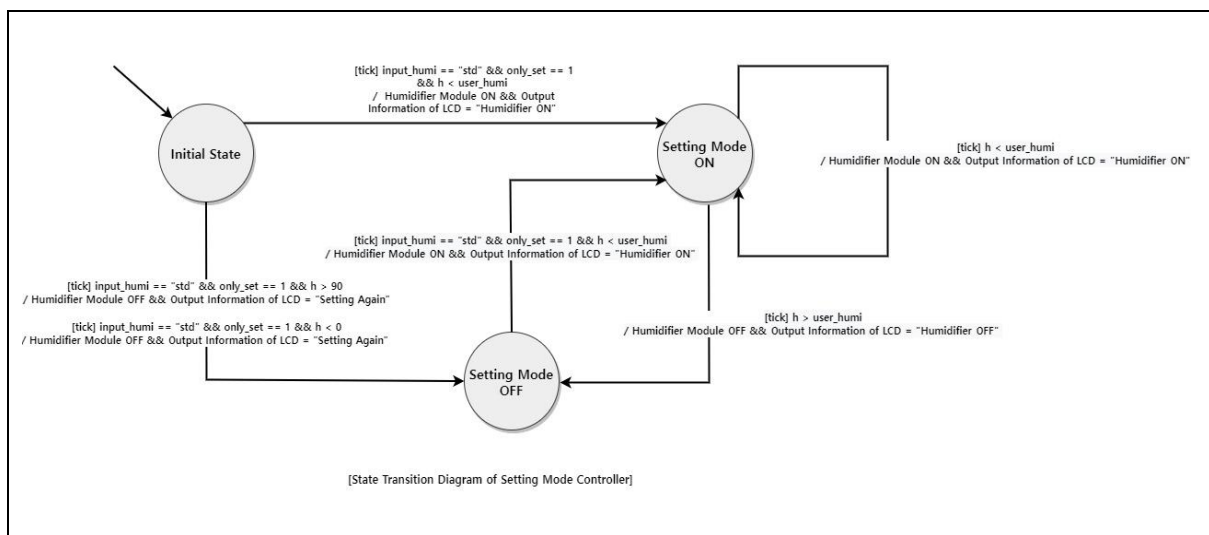
### 3.1.2.3.5 State Transition Diagram(1.3.3 Auto Mode Controller)



#### 3.1.2.3.6 State Transition Diagram(1.3.2 Manual Mode Controller)



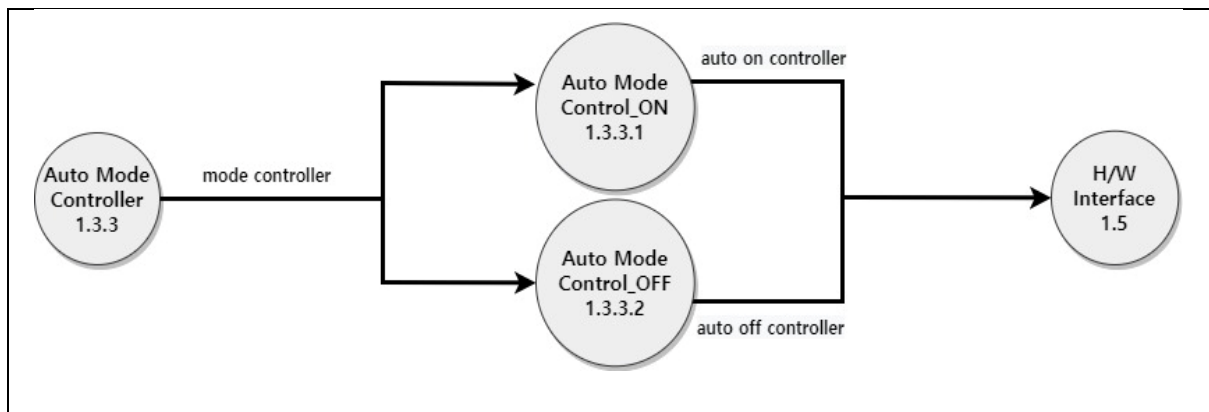
### 3.1.2.3.7 State Transition Diagram(1.4.1 Setting Mode Controller)



### 3.1.2.4 DFD level 4

#### 3.1.2.4.1 DFD





### 3.1.2.4.2 Process Specification

Reference No.	1.3.3.1
Name	Auto Mode Control_ON
Input	Auto Mode Control Data
Output	Auto Mode Succeed Data
Process Description	<p>auto_mode_on()을 통해 입력 받은 auto_control = 41 은 자동모드 ON 상태에서 온도별 적정습도를 자동으로 컨트롤하기 위해 필요한 변수이다. 즉, 자동모드 ON을 실행하기 위한 변수이다.</p> <p>Auto Mode Control_ON 의 경우 자동모드 ON 상태에서 온도별 적정 습도를 만족할 때 작동하는 기능이다.</p> <p>Auto Mode Control Data인 auto_control == 41을 입력 받은 상태에서  <math>18^{\circ}\text{C} \leq t(\text{현재 온도}) \leq 20^{\circ}\text{C} \ \&amp;\&amp; \ h(\text{현재 습도}) \geq 65\% \parallel</math>  <math>21^{\circ}\text{C} \leq t(\text{현재 온도}) \leq 23^{\circ}\text{C} \ \&amp;\&amp; \ h(\text{현재 습도}) \geq 55\% \parallel</math>  <math>t(\text{현재 온도}) \geq 24^{\circ}\text{C} \ \&amp;\&amp; \ h(\text{현재 습도}) \geq 45\%</math> 일 경우,</p> <p>H.W Interface(LCD Module/LED Module/Humidifier Module)에 Auto Mode Succeed Data를 보낸다.</p> <p>[LED Module Interface] : Green LED 출력 명령 데이터를 보낸다.          [Humidifier Module Interface] : Humidifier Module 동작 정지 명령 데이터를 보낸다.          [LCD Module Interface] : LCD Module에 "Humidifier OFF" 출력 명령</p>

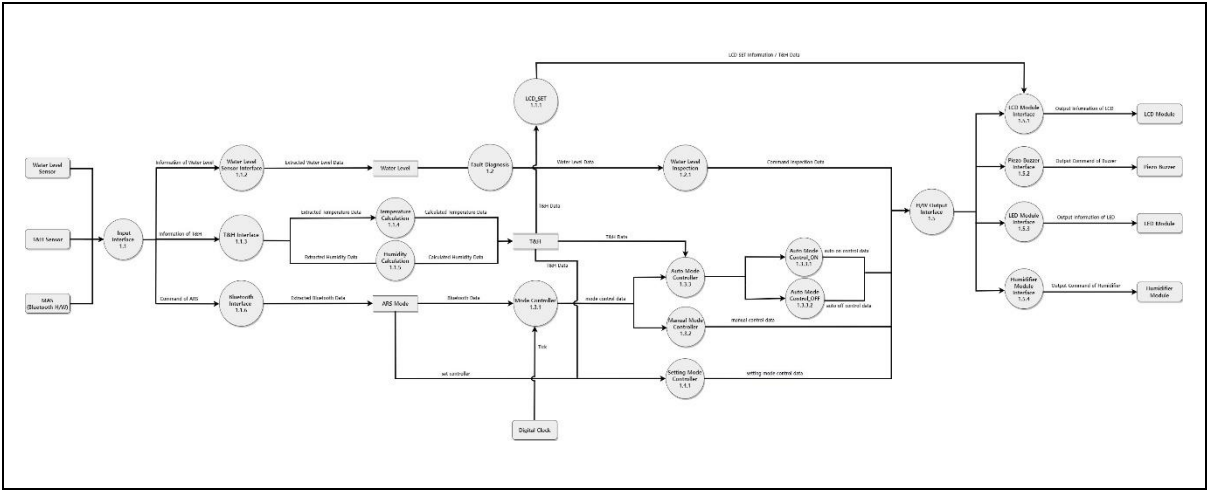
	데이터를 보낸다.
--	-----------

Reference No.	1.3.3.2
Name	Auto Mode Control_OFF
Input	Auto Mode Control Data
Output	Auto Mode Fail Data
Process Description	<p>auto_mode_on()을 통해 입력 받은 auto_control = 41 은 자동모드 ON 상태에서 온도 별 적정습도를 자동으로 컨트롤하기 위해 필요한 변수이다. 즉, 자동모드 ON을 실행하기 위한 변수이다.</p> <p>Auto Mode Control_OFF 의 경우 자동모드 ON 상태에서 온도 별 적정습도 범위를 벗어날 때 작동하는 기능이다.</p> <p>Auto Mode Control Data인 auto_control == 41을 입력 받은 상태에서 <math>18^{\circ}\text{C} \leq t(\text{현재 온도}) \leq 20^{\circ}\text{C} \ \&amp;\&amp; \ h(\text{현재 습도}) \leq 55\% \    \ 21^{\circ}\text{C} \leq t(\text{현재 온도}) \leq 23^{\circ}\text{C} \ \&amp;\&amp; \ h(\text{현재 습도}) \leq 45\% \    \ t(\text{현재 온도}) &gt; 24^{\circ}\text{C} \ \&amp;\&amp; \ h(\text{현재 습도}) \leq 35\%</math> 일 경우,</p> <p>[LED Module Interface] : Yellow LED 출력 명령 데이터를 보낸다.  [Humidifier Module Interface] : Humidifier Module 동작 명령 데이터를 보낸다.  [LCD Module Interface] : LCD Module에 "Humidifier ON" 출력 명령 데이터를 보낸다.</p> <p>Auto Mode Control Data인 auto_control == 41을 입력 받은 상태에서 <math>(t \geq 30^{\circ}\text{C} \    \ t &lt; 18^{\circ}\text{C}) \    \ (h &gt; 90\%)</math> 일 경우,  [LED Module Interface] : RED LED 출력 명령 데이터를 보낸다.  [Humidifier Module Interface] : Humidifier Module 동작 명령 데이터를 보낸다.  [LCD Module Interface] : LCD Module에 "Error" 출력 명령 데이터를 보낸다.</p>

## 3.1.2.4.3 Data Dictionary

Input/Output Event	Description	Format/ Type
mode control data	실내 온도 별 적정 습도를 자동으로 컨트롤만을 하기위한 데이터를 자동 컨트롤러로 보낸다.	Structure
	auto_control(int) : 자동모드 기능만을 컨트롤 하기 위해 필요한 변수, 데이터가 41이면 자동모드의 온습도를 컨트롤하고 데이터가 0으로 초기화되면 자동모드는 종료한다.	
auto on control data	auto_control == 41인 상태에서 온도별 적정 습도를 만족할 경우, 이에 맞는 모듈 동작을 실행하기 위한 동작 명령 데이터를 보낸다.	Structure
	auto_on_succeed(int) : enum에 명시되어 있는 변수로 상수값 32을 의미하는 변수, 즉 자동모드 ON 상태에서 실내 온도 별 적정 습도 범위를 의미하는 변수	
auto off control data	auto_control == 41인 상태에서 온도별 적정 습도 범위를 벗어날 경우, 이에 맞는 모듈 동작을 실행하기 위한 동작 명령 데이터를 보낸다.	Structure
	auto_on_fail(int) : enum에 명시되어 있는 변수로 상수값 33을 의미하는 변수, 즉 자동모드 ON 상태에서 실내 온도 별 적정 습도 범위를 벗어났음을 의미하는 변수	

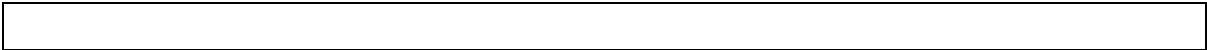
3.1.2.4.4 Overall

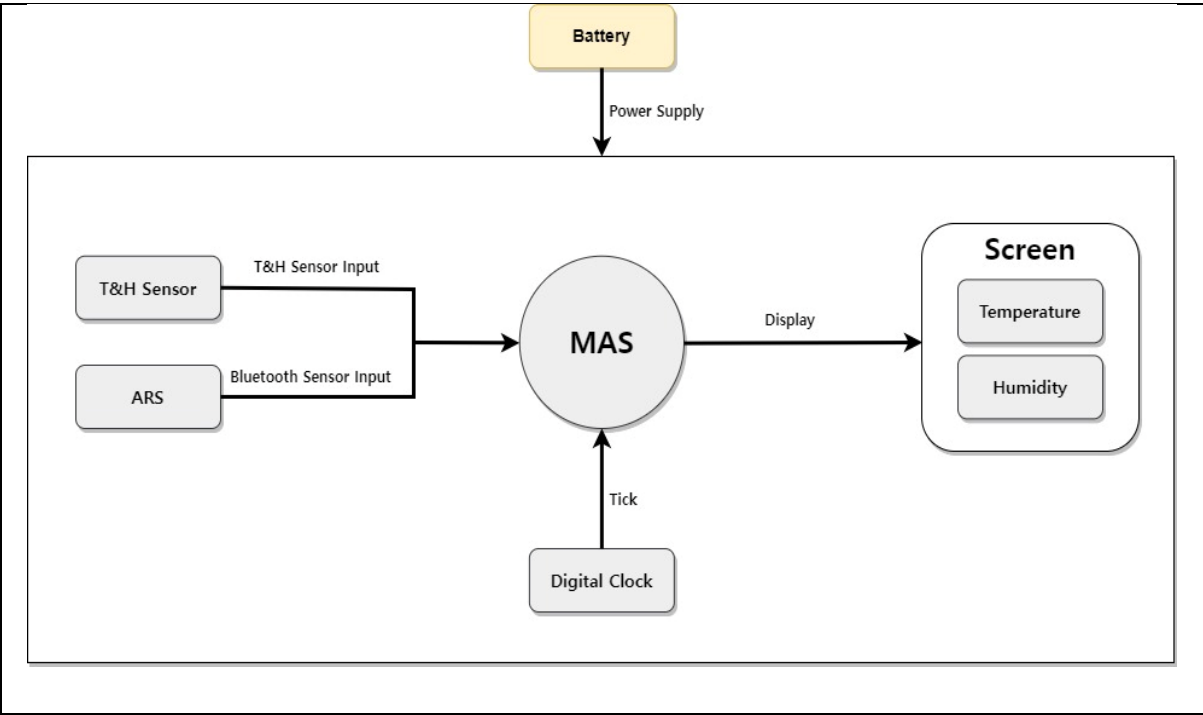


3.2 Mobile Application System(MAS)

3.2.1 System Context Diagram

3.2.1.1 Basic System Context Diagram





3.2.1.2 Event List

Input/Output Event	Description
T&H Sensor Input	온습도 센서로부터 센싱한 데이터 정보
Bluetooth Sensor Input	ARS의 블루투스 센서로부터 센싱한 데이터 정보
Display	App Screen에 출력할 온습도 데이터 정보

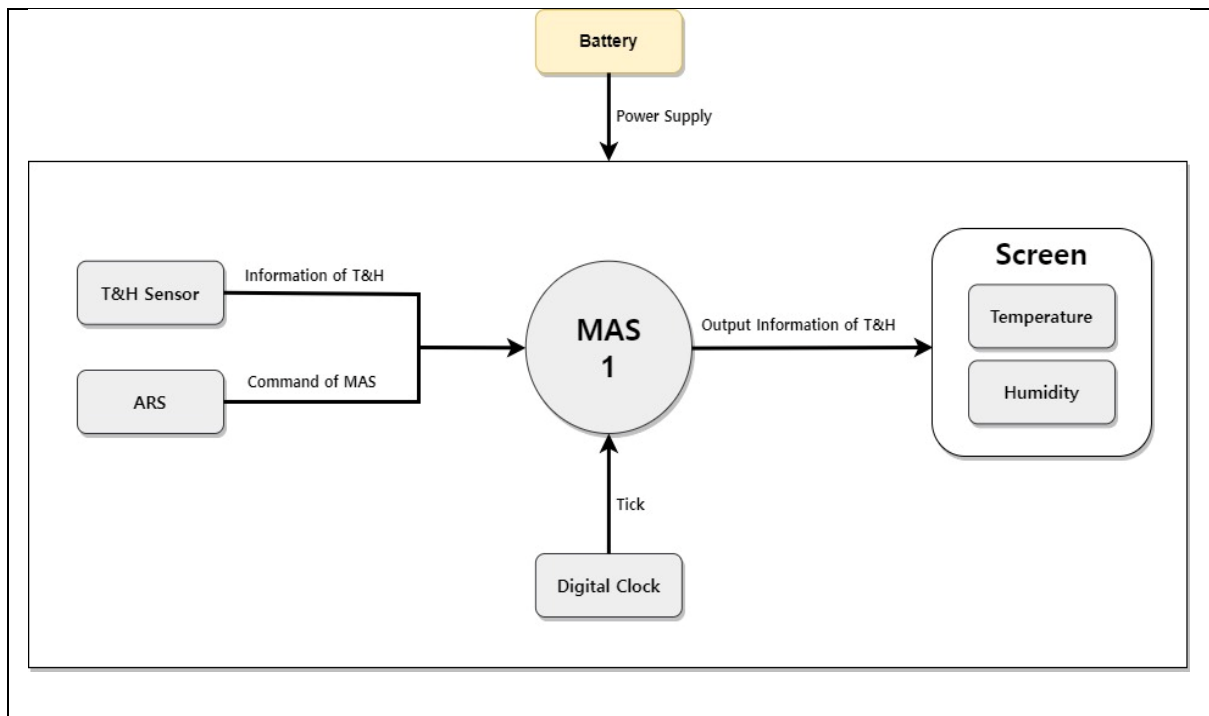
3.2.2 Data Flow Diagram

3.2.2.1 DFD level 1

3.2.2.1.1 DFD







### 3.2.2.1.2 Process Specification

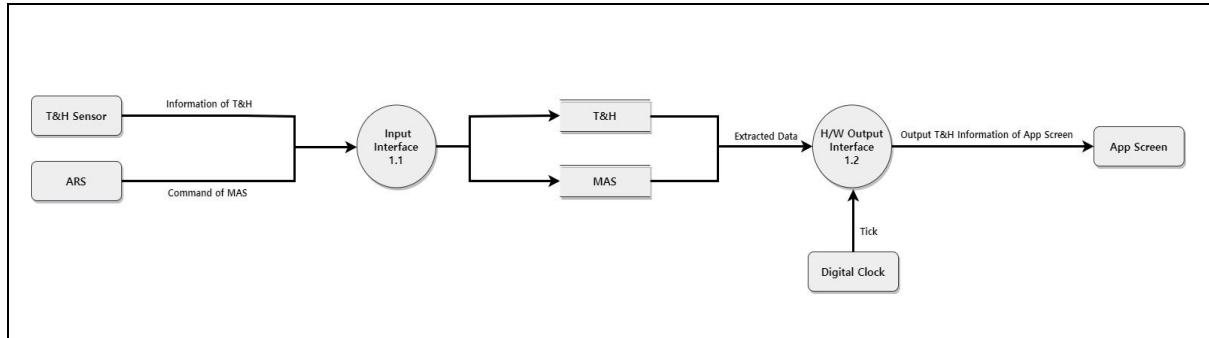
Reference No.	1
Name	MAS
Input	Information of T&H, Command of MAS
Output	Output Information of T&H
Process Description	Sensor로부터 받은 Temperature, Humidity 정보를 MAS로 전송한다.

### 3.2.2.1.3 Data Dictionary

Input/Output Event	Description	Format/Type
Information of T&H	온습도 센서로부터 센싱된 실시간 온도 및 습도 데이터 정보	True/False
Command of MAS	Bluetooth module을 통해 온습도 데이터 보내는 명령 정보	True/False
Output Information of T&H	MAS Screen에 출력되는 T&H 정보	True/False

## 3.2.2.2 DFD level 2

## 3.2.2.2.1 DFD



## 3.2.2.2.2 Process Specification

Reference No.	1.1
Name	Input Interface
Input	Information of T&H, Command of MAS
Output	Data Storage(T&H, MAS Mode)
Process Description	온습도 센서 ARS로부터 아날로그 값을 읽고 Input Interface를 통해 디지털 값으로 convert한다.

Reference No.	1.2
Name	H/W Output Interface
Input	Extracted Data
Output	Output T&H Information of App Screen
Process Description	Storage(T&H,MAS)를 통해 받은 추출된 데이터를 통해 출력 데이터 정보를 App Screen에 보내 출력 명령한다.

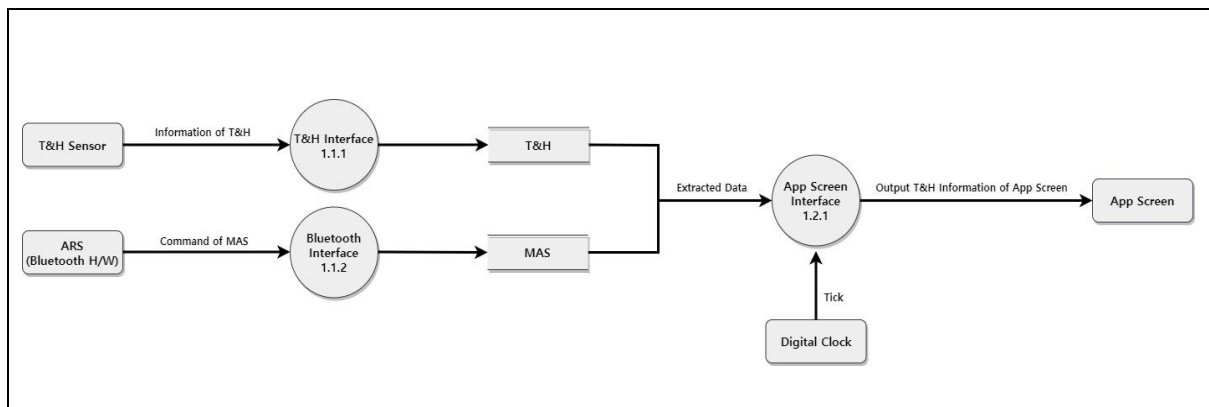
## 3.2.2.2.3 Data Dictionary

Input/Output Event	Description	Format/Type
Storage Data	온습도 및 MAS 모드의 디지털 데이터 저장	True/False

Extracted Data	Storage(MAS,T&H)로부터 하드웨어(어플리케이션 스크린) 동작에 필요한 추출된 데이터 정보	True/False/Auto/Manual/Setting
----------------	---	--------------------------------

### 3.2.2.3 DFD level 3

#### 3.2.2.3.1 DFD



#### 3.2.2.3.2 Process Specification

Reference No.	1.1.1
Name	T&H Interface
Input	Information of T&H
Output	Extracted T&H Data
Process Description	센싱한 온습도 아날로그 데이터를 인터페이스를 통해 디지털 신호로 전환하여 추출한다.

Reference No.	1.1.2
Name	Bluetooth Interface
Input	Command of MAS
Output	Extracted Bluetooth Data
Process Description	Bluetooth 모듈에서 센싱한 아날로그 데이터를 블루투스 인터페이스를 통해 디지털 신호로 전환하여 추출한다.

Reference No.	1.2.1
Name	App Screen Interface
Input	Extracted Data
Output	Output T&H Information of App Screen
Process Description	Storage에 저장된 T&H 데이터 정보와 MAS의 블루투스 정보를 App Screen 인터페이스를 통해 APP Screen에 출력 정보를 보낸다.

## 3.2.2.3.3 Data Dictionary

Input/Output Event	Description	Format/Type
Information of T&H	온습도 센서로부터 센싱한 아날로그 데이터 정보	True/False
Command of MAS	ARS와 MAS를 통신하기위해 사용하는 블루투스 명령 정보	True/False
Extracted Data	Storage에 저장된 T&H, Bluetooth 디지털 데이터	True/False
Output T&H Information of App Screen	APP Screen에 출력할 온습도 데이터 정보	True/False