**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 케어 해주는 가습기에 대한 수요가 증가하고 있으나 기존의 가습기는 사용에 불편한 점이 있다는 점을 인식하고 주제를 선정했다.

기존에는 가습기를 사용할 때 현재 온도와 그에 따른 적정한 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 확인해가며 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 현

재 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 애플리케이션인 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 +-2℃ 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/습도설정모드) 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 정보를ARS로 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 실행하기위해 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 전환하기위해 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 | 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.  [Water Level Inspection]  입력 받은 수위 데이터가 water\_level(int) < 100 일 경우,  - “Lack of Water!” 명령 데이터 LCD Interface로 보냄  -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 water\_level(int) < 100 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 | 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.  입력 받은 클럭은 2초의 딜레이가 있다.    mode\_set == “1” 일 경우 수동모드 ON을 실행하기 위한 조건문으로 데이터를 보낸다.  mode\_set == “2” 일 경우 수동모드 OFF를 실행하기 위한 조건문으로 데이터를 보낸다.  mode\_set == “4” 일 경우 자동모드 ON을 실행하기 위한 조건문으로 데이터를 보낸다.  mode\_set == “5” 일 경우 자동모드 OFF를 실행하기 위한 조건문으로 데이터를 보낸다.  error\_signal > 1 일 경우 모드 사용이 중복 되었다는 것을 의미하므로 해당 조건문에서 에러 넘버(error\_num) = 40을 출력한다. |

|  |  |
| --- | --- |
| 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/ Humidifier Module)가 실행하게끔 명령 데이터를 보낸다.  [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 작동을위해 필요한 Command Data를 보낸다.  [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.  [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. |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Reference No. | 1.4.1 |
| Name | Setting Mode Controller |
| Input | Set Mode Command Data |
| Output | Set Active Command Data |
| Process Description | 입력 받은 설정 습도의 디지털 데이터에 따라 H/W(LCD Module/ LED Module/ Humidifier Module)가 실행하게끔 명령 데이터를 보낸다.  [Setting Mode Controller]  user\_humi > 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.  pause == 1 && h > 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.  [setting\_mistake]  사용자가 설정한 습도가 h > 90 초과 또는 h < 0 이면 셋팅을 다시해야한다는 Command 및 LED RED Command를 보낸다.  LCD 모듈에 “Setting Again!!”, RED LED ON 그리고 Humidifier 모듈이 OFF상태로 작동해야 한다.  이에 따라, H.W Interface(LCD Module/LED Module/ Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Command Data를 보낸다.  [Setting Mode Controller] – 수동모드 이외의 데이터가 들어올 경우  error\_num = 40 이 return된다. 즉, 에러가 발생했다는 것을 상수로 알린다.  RED LED Module을 출력해야 한다.  LCD Module에 “Error” 를 출력해야 한다.  Humidifier Module이 동작을 멈춰야 한다. |

|  |  |
| --- | --- |
| 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 | 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.  [Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 벗어난 경우,  “Humidifier\_ON” 출력  [Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 만족할 경우,  “Humidifier\_OFF” 출력  [Auto Mode] – OFF 일 경우,  “Humidifier\_OFF” 출력  [Manual Mode] – ON 일 경우,  “Humidifier\_ON” 출력  [Manual Mode] – OFF 일 경우,  “Humidifier\_OFF” 출력  [Setting Mode] - user\_humi > h 일 경우,  “Humidifier\_ON” 출력  [Setting Mode] - user\_humi < h 일 경우,  “Humidifier\_OFF” 출력  [Setting Mode] - user\_humi > 90 또는 user\_humi < 0 일 경우,  “Setting Again!!” 출력  [water\_level(int) < 100] 일 경우,  “Lack of Water!!” 출력  [모드가 중복 사용될 경우]  -자동모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  “Error” 출력 |

|  |  |
| --- | --- |
| 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 통해 5초에 한번씩 경고음을 출력한다.  water\_level(int) < 100 인 경우,  5초에 한번씩 경고음을 출력  적정 수위를 유지할 경우,  Serial.println = “No Warning” |

|  |  |
| --- | --- |
| 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 | 입력 받은 수위 진단, 자동모드, 습도설정 명령 데이터에 따라 LED Module Interface를 통해 LED Module에 빨간색/노란색/초록색을 출력한다.  [Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 벗어난 경우,  ON 일 경우, YELLOW LED 출력  [Auto Mode] – ON 이면서 온도 별 적정습도를 만족할 경우,  GREEN LED 출력  [Auto Mode] – OFF 일 경우,  모든 LED 꺼짐  [Setting Mode] user\_humi > 90 또는 user\_humi < 0 일 경우,  사용자가 설정할 수 없는 습도를 입력했으므로 LED RED 출력하여 잘못된 값을 입력했음을 알림  [Water Level Inspection] 수위 진단을 통해 water\_level(int) < 100 일 경우,  적정 수위를 벗어났으므로 RED LED 출력  [모드가 중복 사용될 경우]  -자동모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  RED LED 출력 |

|  |  |
| --- | --- |
| 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 | 입력 받은 수위 진단,자동모드,수동모드,습도설정 명령 데이터에 따라 Humidifier Module Interface를 통해 Humidifier ON/OFF를 출력한다.  [Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 벗어난 경우,  Humidifier 동작  [Auto Mode] - ON 이면서 온도 별 적정습도를 만족할 경우,  Humidifier 동작 멈춤  [Auto Mode] – OFF 일 경우,  Humidifier 동작 멈춤  [Manual Mode] – ON 일 경우,  Humidifier 동작  [Manual Mode] – OFF 일 경우,  Humidifier 동작 멈춤  [Setting Mode] - user\_humi > h 일 경우,  Humidifier 동작  [Setting Mode] - user\_humi < h 일 경우,  Humidifier 동작 멈춤  [Setting Mode] - user\_humi > 90 또는 user\_humi < 0 일 경우,  Humidifier 동작 멈춤  [water\_level(int) < 100] 일 경우,  Humidifier 동작 멈춤  [모드가 중복 사용될 경우]  -자동모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우  -자동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 설정모드 ON 데이터를 보낼 경우  -수동모드 ON 상태에서 설정모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 자동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 자동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 수동모드 ON 데이터를 보낼 경우  -설정모드 ON 상태에서 수동모드 OFF 데이터를 보낼 경우  Humidifier 동작 멈춤 |

3.1.2.3.3 Data Dictionary

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Input/Output  Event | Description | Format/ Type |
| T&H Data | 온습도 모듈이 현재 온습도를 센싱하면 온습도 데이터가 lcd화면에 출력되어야 한다. | Structure |
| temp(int) : 현재 온도  humi(int) 현재 습도 |
| Water Level Data | 수위 감지 디지털 데이터를 쉬이 진단을 위해 Water Level Inspection으로 보낸다.  수위 감지 디지털 데이터를 수위감지 진단을 통해 적정수위 만족 여부에 따라 H/W Interface(LCD Module/LED Module/ Piezo Buzzer Module)에 명령 데이터를 보낸다.  [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. | Structure |
| waterlevel(int) : 수위 값을 측정하는 변수 |
| Command Inspection Data | 수위 감지 디지털 데이터를 수위감지 진단을 통해 적정수위 만족 여부에 따라 H/W Interface(LCD Module/LED Module/ Piezo Buzzer Module)에 명령 데이터를 보낸다.  [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. | Structure |
| Bluetooth Data | 모드 명령 데이터를 보내기 위해  블루투스를 통해 받은 문자열 데이터를 입력한다. | Structure |
| mode\_set(String) : 모드(자동모드ON/자동모드OFF/수동모드ON/수동모드OFF)의 문자열 데이터를 입력 받는 변수  error\_signal(int) : 모드 중복 사용을 방지하기 위해 쓰이는 변수  error\_check(int) : 모드 중복 여부를 확인해주는 변수 |
| mode control data | 입력 받은 String형 데이터(mode\_set)가 “4”이면 자동모드 ON, “5”이면 자동모드 OFF 하라는 명령 데이터를 보낸다. | Structure |
| mode\_set(string) : 모드 별 데이터를 받는 변수  error\_signal(int) : 모드 중복 사용을 방지하기 위해 필요한 변수  auto\_control(int) : 자동모드 ON 기능을 유지시켜주는 변수 (auto\_control = 41이면 유지)  temp(int) : 현재 온도  humi(int) 현재 습도  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 |
| auto control data | 입력 받은 데이터가 “4”일 경우,  Auto Mode ON을 실행한다.  자동모드 ON일 경우, LCD 모듈에 “Humidifier ON!” 또는 “Humidifier OFF”, LED 모듈에 Yellow 또는 Green, Humidifier 모듈 ON 또는 OFF상태로 작동해야 한다.  이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다.  입력 받은 데이터가 “5”일 경우,  Auto Mode OFF를 실행한다.  자동모드 OFF일 경우, LCD 모듈에 “Humidifier OFF”, Humidifier 모듈 OFF상태로 작동해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다. | Structure |
| auto\_off\_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 34를 의미하는 변수, 즉 자동모드 OFF가 되었다는 것을 의미하는 변수  error\_num(int): 사용 가능한 mode\_set 데이터 이외의 데이터가 입력될 경우 40이라는 상수를 반환하여 error가 발생했음을 알리는 변수 |
| manual control data | 입력 받은 데이터가 “1”일 경우,  Manual Mode ON을 실행한다.  수동모드 ON일 경우, LCD 모듈에 “Humidifier ON!”을 출력해야 한다.  이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다.  입력 받은 데이터가 “2”일 경우,  Manual Mode OFF를 실행한다.  수동모드 OFF일 경우, LCD 모듈에 “Humidifier OFF”을 출력해야 한다. 이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 작동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다. | Structure |
| manual\_on\_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 30을 의미하는 변수, 즉 수동모드 ON을 의미하는 변수  manual\_off\_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 31을 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 |
| setting mode control data | 입력 받은 사용자 설정습도 데이터(user\_humi)가 현재습도(h)보다 클 경우(user\_humi > h)  Humidifier Module 동작,  “Humidifier ON” LCD Module에 출력  user\_humi > h 인 상태에서 h가 user\_humi보다 값이 커질 경우,  Humidifier Module 동작 정지  “Humidifier OFF” LCD Module에 출력  user\_humi > 90 || user\_humi < 0 일경우,  Humidifier Module 동작 정지  RED LED 출력  “Setting Again” LCD Module에 출력  이에 따라, H.W Interface(LCD Module/Humidifier Module)에 위 작동을 위해 필요한 Active Command Data를 보낸다. |  |
| 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  set\_off\_succeed(int) : enum에 명시되어있는 변수로 상수값 36을 의미하는 변수이다. 사용자 설정 습도값이 현재 습도보다 크다면 가습기 모듈 동작이 멈추고 이를 증명하기 위해 return값 36을 넘겨주어 정상적으로 동작했다는 것을 알 수 있음  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 |

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 | auto\_mode\_on()을 통해 입력 받은 auto\_control = 41 은 자동모드 ON 상태에서 온도별 적정습도를 자동으로 컨트롤하기위해 필요한 변수이다. 즉, 자동모드 ON을 실행하기 위한 변수이다.  Auto Mode Control\_ON 의 경우 자동모드 ON 상태에서 온도별 적정습도를 만족할 때 작동하는 기능이다.  Auto Mode Control Data인 auto\_control == 41을 입력 받은 상태에서  18‘C <= t(현재 온도) <= 20‘C && h(현재 습도) >= 65% ||  21‘C <= t(현재 온도) <= 23‘C && h(현재 습도) >= 55% ||  t(현재 온도) >= 24‘C && h(현재 습도) >= 45% 일 경우,  H.W Interface(LCD Module/LED Module/Humidifier Module)에 Auto Mode Succeed Data를 보낸다.  [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 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 | auto\_mode\_on()을 통해 입력 받은 auto\_control = 41 은 자동모드 ON 상태에서 온도 별 적정습도를 자동으로 컨트롤하기위해 필요한 변수이다. 즉, 자동모드 ON을 실행하기 위한 변수이다.  Auto Mode Control\_OFF 의 경우 자동모드 ON 상태에서 온도 별 적정습도 범위를 벗어날 때 작동하는 기능이다.  Auto Mode Control Data인 auto\_control == 41을 입력 받은 상태에서  18‘C <= t(현재 온도) <= 20‘C && h(현재 습도) <= 55% ||21‘C <= t(현재 온도) <= 23‘C && h(현재 습도) <= 45% ||t(현재 온도) > 24‘C && h(현재 습도) <= 35%일 경우,  [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.  Auto Mode Control Data인 auto\_control == 41을 입력 받은 상태에서  (t >= 30‘C || t < 18‘C) || (h > 90%) 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. |

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 |