

4차 산업 혁명에 대비하여 스마트 농업 확산을 위한 IoT 기반 비닐하우스 개발

Development of IoT-based Greenhouse for spreading smart
agriculture in preparation for the 4th industrial revolution

김기현^{1*}, 최형준^{2*}

Kim-ki hyun^{1*} · Choi-hyung jun^{2*}

^{1*}Department of Computer Engineering, chungbuk University, Korea

^{2*}Department of Computer Engineering, chungbuk University, Korea

요 약

사물인터넷 (IoT)과 같은 미래 망에서, 컴퓨팅 기기의 수는 기하급수적으로 증가할 것으로 예상되고, 각 사물들은 서로 통신하고 스스로 정보를 획득한다. 4차 산업 혁명이 진행되면서 사물 인터넷 응용에 대한 관심은 증가 되고 있고 사회 전반적으로 사물인터넷 적용을 하기 위한 연구가 한창 실행 되고 있다. 하지만 아직은 농업 분야에는 확실한 기반이 세워진 상태는 아니다. 우리나라의 농업은 전체적으로 빠른 고령화와 일손 부족 등으로 인하여 농가소득 감소로 인해 경제적 문제가 발생되고 있다. 이에 대비해서 4차 산업 혁명에 대비해 IoT는 선택이 아닌 필수가 된 상황이다. 따라서 우리는 이런 현상에 적극적으로 대비하기 위해서 실제 비닐하우스보다 크기는 축소시켰으나 필수적인 기능은 모두 담은 아두이노와 이더넷 칩드를 기반으로 한 IoT 기반 비닐하우스를 개발했고 이러한 결과물을 소개하고자 한다.

키워드: 사물인터넷, 농업, 스마트 파밍, 아두이노, 이더넷칩드

ABSTRACT

In a future network such as the Internet of Things (IoT), the number of computing devices is expected to increase exponentially, and each object communicates with itself and acquires information on its own. As the 4th Industrial Revolution has progressed, there has been an increasing interest in Internet applications of things, and studies are being carried out in order to apply the internet to objects all over the society. However, there is no solid basis for agriculture. In Korea, agriculture is suffering from economic problems due to rapid aging and shortage of workers, resulting in a decrease in farm income. In preparation for the fourth industrial revolution, IoT is not an option but a necessity. Therefore, we have developed an IoT-based green house using the Arduino and Ethernet shield, which have been reduced in size compared to the actual green house in order to actively prepare for such a phenomenon.

Key words: Internet of Things, Agriculture, smart Farming, arduino, ethernet-shield

I. 서론

세계적으로 4차 산업 혁명 선포와 함께 모든 분야들이 수작업보다는 자동화와 편리함을 추구하는 분위기인 동시에 IT강국이라고 불리는 우리나라도 4차 산업에 뛰어 들고 있는 동시에 농업이라는 산업이 아직까지는 많은 영향을 끼치고 있는 것이 현실이다. 하지만 우리나라의 농업은 전체적으로 빠르게 고령화가 진행되고 있으며, 일손 부족 현상과 농가소득 감소로 인해 경제적 문제가 발생되고 있다. 해마다 일어나는 가뭄과 태풍, 산사태, 산불 같은 자연재해를 극복할 농업기술의 부족화는 적지 않은 농업 비중을 가중하고 있는 우리나라에게 막대한 피해를 끼칠 수 있다. 예를 들어 최근에 우리나라 강원도에서 일어난 산불로 인해 농업가정들이 막대한 피해를 받았으며 산불 또한 쉽게 꺼지지 않아 이러한 문제는 갈수록 대두되고 있다는 것을 확인 할 수 있다.

세계적으로 농업 분야 선진국들은 이제는 정보통신기술(Information Communication Technology, 이하 ICT로 칭함)을 적용함으로써 자동화된 생산 기술을 활용 하고 있고 ICT 기술은 농업 뿐만 아니라 산업 곳곳에 ICT 기술이 적용 되면서 가정, 교통, 헬스 같은 다양한 분야에 사용되는 긍정적인 수준을 보여 우리나라 농업에서도 ICT 보급을 2014년 기준 1,000개에서 2017년 기준 1,500개로 늘리고 예산도 매년 늘리고 있는 추세이다.

세계적인 농업 트렌드는 이제 위에서 언급한 부분과 같이 인간의 노동력 중심이 아닌 스마트 농업(Smart Farming)로 가뭄, 산불 같은 자연재해를 극복 할 수 있으며, 인구 고령화에 따른 수확량 감소 같은 가장 치명적인 문제들을 해결할 수 있는 기능을 보인다. 그래서 이 논문에서는 4차 산업 혁명에 대비하여 스마트 농업을 위한 ICT 기술 중 최근 주목을 받고 있는 사물인터넷(IoT: Internet of Things, 이하 IoT로 칭함) 기술을 기반으로 한 비닐 하우스 개발에 관한 제안을 하려고 한다.

무엇보다 IoT 비닐하우스 개발에서 중요한 부분은 키우고자 하는 농작물의 특징, 온도, 수분 공급 같은 정보를 얻으며 실시간으로 어떻게 관리되고 있는지 확인 할 수 있어야 하며 전반적

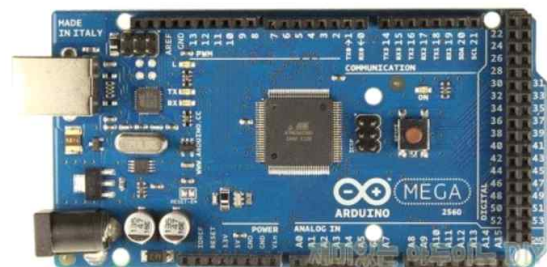
인 관리를 사람이 직접 가야 하는 것이 아닌 IoT 기기로 관리 하는 기능이 만들어져야 한다는 것이다. 그래서 1차적으로는 단순 IoT 비닐 하우스 개발이 아닌 농작물에 관한 세세한 정보 수집을 해야 하며 농작물 각각의 특징에 관리하는 시스템, 즉 스마트파밍(smart Farming)이 이루어져야 하는데 물론 국내에서도 세계적인 농업 흐름에 맞춰 ICT 기기를 적용하고 있지만 다양한 변수가 있는 농업환경에 적용되지 않으며 전국적으로 ICT기기가 적용되지 않고 있고 일부분 지역만 적용되어 있는 현실이다. 표준화가 제대로 되지 않았으며 가장 문제는 전국의 농업 가정에 ICT기기를 분배할만한 예산과 그에 걸맞는 기술부족이다. 그래서 전국에 퍼져있는 수많은 농가들의 데이터들을 수집하여 실제 농업에 오차가 없고 그에 맞는 IoT 기술에 호환 가능한 IoT 비닐하우스 개발이 필요하다.

그래서 본 논문에서는 근본적으로 현재의 농업 시스템에 관련된 문제들을 적절하게 해결할 수 있는 축소된 크기의 IoT와 Web를 접목한 비닐하우스의 기능들과 개발 및 실행 결과를 기술 하려고 한다.

II. 본론

1. 하드웨어 특징

ARDUINO MEGA 2560은 보다 복잡한 프로젝트를 위해 설계되었다. 입문단계의 아두이노 보드보다 확장된 디지털, 아날로그 I/O핀이어서 하나의 아두이노로 다수의 기능을 제어하는 경우에 적합하다. 그리고 가격 대비 성능이 좋아 본 개발을 위해 적합하다고 판단하여 이 아두이노 보드를 사용하기로 결정하였다.



[그림 1] ARDUINO MEGA 2560

2. 구조

본 논문에서 소개하고자 하는 IoT 비닐하우스 개발 작품은 농업에서 치명적인 문제점 중 하나인 하나하나 관리해야 하고 직접 하우스까지 찾아가야 하는 많은 노동력이 따르는 불편함을 근본적으로 해결 하기 위하여 Web 기술을 사용했다. Ethernet Shield라는 부품을 이용하여 비닐하우스와 접목하여 비닐하우스의 현재 온도와 습도를 알 수 있다. 농업에서 가장 중요한 항목들은 바로 온도와 습도인데 한국을 포함한 전세계에서 재배하는 품종인 벼부터 시작하여 관리하기 너무 까다로워 쉽게 생명을 다하거나 예상치 못한 결과로 자라나는 상황을 예방하기 위해 근본적으로 계속 신경써야하는 사항들이다. 이 작품에서 제시하는 사물인터넷 적용을 한 비닐하우스 구성은 다음과 같다. 먼저 하드웨어 관련 부품은 arduino MEGA2560과 Ethernet shield이고 기능 담당 부품은 물 펌프 모터 DC 모터, 모터 드라이버 모듈, 온/습도 센서, 냉각 팬, LED 조명, limit 스위치 이렇게 구성 되었다. 기능 구현을 위해 사용 된 부품의 구성은 [그림 2]로 나타내었다.

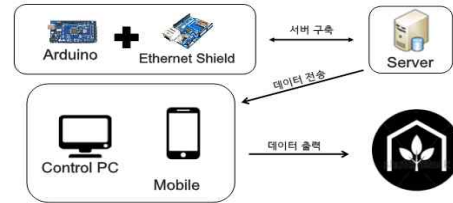


[그림 2] using components(왼쪽 최상단 순)

- (a)water pump motor
- (b)servo motor (c)cooling fan
- (d)temperature/humidity sensor (e) LED
- (f) moter drive module(limit switch)

limit 스위치와 DC모터는 따로따로 작동되는 것이 아니라 하나의 부품처럼 작동되는데 블라인드가 첫 번째 경우에 적정선 까지 내려 간 후 작동을 중지시키고 두 번째 경우에는 적정선 까지 올라간 후 멈춘 후 작동을 중지시켜야 하기 때문이다. 만약 블라인드가 계속 올라가거나 내려가게 되면 하우스의 기능을 제대로 할 수 없기 때문에 limit 스위치는 중요한 기능을 한다고 할 수 있다.

그리고 비닐하우스의 전반적인 시스템의 아키텍처는 [그림 3]로 나타내었다. 아키텍처는 다음과 같다.



[그림 3] system architecture

먼저 arduino는 ethernet shield와 같이 Web-server를 구축하기 위해 사용되었으며 가장 중요한 기능구현을 위해 필요한 하드웨어 제품이다.

ethernet shield는 arduino MCU와 서버의 serial 통신으로 웹에서의 하드웨어 제어하기 위해 사용되었고 이렇게 그 서버와 개발한 비닐하우스를 연결한다. 그렇게 되면 PC와 스마트폰을 이용하여 구축된 웹서버를 접속할 수 있는 시스템이다. 비닐하우스는 부착되어 있는 온, 습도 센서를 통해 데이터를 수집한다. 이 2가지의 데이터는 비닐하우스의 가장 근본적이면서도 중요한 데이터로 센서에서 측정하는 온도, 습도의 실시간 상태 정보를 통해 LED를 켜지, 블라인드를 올리거나, 팬을 돌리게 가동할지 결정하게 된다. 그리고 수집된 데이터의 전송하여 PC와 스마트폰으로 서버에 저장된 데이터를 받아와서 PC 뿐만 아니라 mobile app에서도 제어 가능하도록 구현 하였다.

3. 개발환경

개발언어와 환경은 비닐하우스의 4가지 기능인 수분공급, LED 조명, 팬 작동, 환기 기능을 작동할 수 있도록 하기 위하여 arduino를 개발 하는데 사용되는 arduino sketch 프로그램을 사용 하였고 기능 구현을 위해 사용된 언어는 C programming 언어이다. 그리고 웹 서버 접속을 위해 만든 홈페이지의 언어는 대중적으로 많이 사용되는 html 언어를 사용하였다. html 언어는 arduino sketch에서 기본적으로 web server 구축을 위해 사용 되는 언어이기도

하다. arduino를 사용하여 무엇인가를 개발하고자 한다면 html과 arduino는 깊은 연관성이 있기에 html언어는 arduino sketch 프로그램 안에 포함되어있다고 볼 수 있다. 사용된 개발 환경은 [그림 4]으로 나타내었다.



[그림 4] development environment

III. 결과

1. 실행 결과

위 본론에서 제시한 부품과 기능으로 구성된 비닐하우스를 작동 했을 때에 대한 실행 결과를 2가지 경우로 제시하였다. 첫 번째 경우로 설정 온/습도가 현재 온/습도 보다 높은 경우이다. 첫 번째 조건 실행결과를 [그림 5]와 같다.



[그림 5] first case

설정 온/습도가 현재 온/습도 보다 높은 경우에는 비닐하우스 내부의 온도를 상승 시키기 위하여 LED를 작동시키고 블라인드를 내린다. 그리고 펌프 모터를 작동시켜 비닐하우스 내부의 습도를 높이기 시작한다. 마지막으로 팬 같은 경우는 작동을 시키지 않게 한다.

두 번째 경우로 설정 온/습도가 현재 온/습도 보다 낮은 경우이다. 두 번째 조건 실행결과를 [그림 6]와 같다.



[그림 6] second case

설정 온/습도가 현재 온/습도 보다 낮은 경우에는 비닐하우스의 내부의 온도를 감소시키기 위하여 LED의 작동을 멈추게 하는 동시에 블라인드를 올리게 하여 온도를 감소시킨다. 그리고 습도가 내려가게 설정을 하였기 때문에 물 펌프 작동을 멈추게 한다. 마지막으로 팬은 온도를 낮춰야 하기 때문에 가동을 시키도록 작동 한다.

2가지 경우를 가정하고 실행하였을 때 원하는 상황처럼 팬, LED, 펌프, 블라인드를 적절하게 가동 시킬 수 있는 결과를 볼 수 있다.

2. 소스코드 설명

작품에 관한 전체적인 소스를 담고자 했으나 중요 순위를 매겨보았을 때 기본적인 하드웨어 변수 선언이나 html 관련 소스는 우선순위에서 멀어진다고 판단하였고 전체소스는 길어질 수 있기 때문에 비닐하우스에서 중요한 4가지 기능에 대한 소스코드를 언급하고 설명을 하려고 한다. 먼저 설명하고자 하는 소스코드는 [그림 7,8,9]와 같다.

```

int switch1;
int switch2; // 스위치 변수 2개 선언
switch1 = digitalRead(spi);
switch2 = digitalRead(sp2);

if(case1 == 1) { // case1은 현재온도와 설정온도 비교 함수
    if(Temperature <= st_temperature) { // 현재온도가 설정온도보다 낮을 경우
        digitalWrite(Fan, LOW);
        digitalWrite(Led, HIGH); // 설정 온도만큼 현재온도가 올라가면 하므로 팬 동작은 멈추고 LED 동작 on
    }

    if(switch1 == LOW && switch2 == HIGH) //스위치1은 low,스위치2는 high
    { digitalWrite(in1, HIGH);
      digitalWrite(in3, LOW);
      digitalWrite(in2, LOW);
      digitalWrite(in4, HIGH);
    }

    else if(switch1 == HIGH && switch2 == LOW)
    {
        digitalWrite(in1, HIGH);
        digitalWrite(in2, HIGH);
        digitalWrite(in3, LOW);
        digitalWrite(in4, LOW); // 모터 정지
    }

    F_web = 2;
    B_web = 2;
    L_web = 1;
}

case1 = case1 + 1;
}

```

[그림 7] source code1

먼저 그림 7 소스코드에 대한 설명이다. 그림 7은 현재온도가 설정온도보다 낮을 경우에 대한 설명이다. limit 스위치를 위해 변수 2개를 선언 하였고 보이는 case1은 현재 온도와 설정 온도 비교를 위해 선언한 함수이다. case2 변수는 후에 후에 언급 되겠지만 먼저 설명하면 현재 습도와 설정 습도 비교를 위해 선언한 함수이다. 처음에 설정온도를 현재 온도보다 높게 설정할 경우, 즉 비닐하우스 내부의 온도를 높이하고자 하는 경우에는 팬이 작동을 멈추고 LED를 작동시켜 내부의 온도를 높인다. 만약 블라인드가 올라가 있다면 모터가 작동되어 블라인드를 내리게 하고 블라인드가 적정선 까지 내려가면 블라인드에 달려있는 철막대가 스위치를 건드리면서 스위치가 눌리고 블라인드가 멈춘다. 블라인드가 올라가있는 상황이라고 가정했을 때 스위치2(상단 스위치)가 high상태이고 스위치1(하단 스위치)가 low이기 때문에 DC모터를 작동시켜서 블라인드가 내려가고 블라인드 막대가 하단의 스위치1을 건들게 되어 high상태, 스위치2는 자동으로 low의 상태가 되는 정반대의 상태가 된다. 여기서 블라인드가 스위치를 적절한 위치에 도착하여 자극을 주냐 안주냐가 관건이다. 만약 제 위치에서 자극을 주지 못한다면 스위치는 블라인드가 내려왔다는 인식을 하지 못하고 DC모터가 계속 돌아가는 상황이 된다. in1,2,3,4 변수는 2개의 DC모터를 작동시키는데

필요한 함수로 블라인드가 내려가면서 각각의 DC모터를 제어하는데 필요한 함수이다.

다음은 현재 온도가 설정온도보다 높을 경우, 즉 실내 온도를 내리고자 할때의 상황이다.

```

if(case1 == 2) {
    if(Temperature > st_temperature) { //현재온도가 설정온도보다 높을 경우
        digitalWrite(Fan, HIGH);
        digitalWrite(Led, LOW);
        if(sw1 == HIGH && sw2 == LOW)
        { digitalWrite(in2, HIGH);
          digitalWrite(in4, LOW);
          digitalWrite(in1, LOW);
          digitalWrite(in3, HIGH);
        }

        else if(switch1 == LOW && switch2 == HIGH)
        {
            digitalWrite(in2, HIGH);
            digitalWrite(in4, LOW);
            digitalWrite(in1, HIGH);
            digitalWrite(in3, LOW); // 모터 정지
        }

        F_web = 1;
        B_web = 1;
        L_web = 2;
    }
}

```

[그림 8] source code2

그림 8 소스코드에 대한 설명이다. 그림 7은 현재온도가 설정온도보다 높을 경우에 대한 경우, 즉 비닐하우스 내부의 온도를 감소시키려는 경우인 상황으로 팬은 작동을 하게되고 LED는 꺼지게 되며 나머지 스위치 상황은 그림 7과 블라인드가 작동한다는 것은 동일하나 이 경우에는 비닐하우스 실내의 온도를 낮추기 위해 블라인드가 올라간다. 동일하게 DC모터가 작동하여 블라인드가 올라가게 되고 적정선까지 올라가면 블라인드에 달려있는 철막대가 위에있는 스위치를 건드리면서 스위치가 눌리고 블라인드는 멈춘다. 이 경우에는 스위치1이 high인 상태이고 스위치2가 low인 상태이기 때문에 DC모터를 작동하여 블라인드가 올라가고 블라인드 막대가 상단의 스위치2를 건들게 되어 스위치2는 high상태, 스위치1은 자동으로 high의 상태가 되는 상태가 된다. 여기서도 그림 6과 마찬가지로 블라인드가 스위치를 적절한 위치에 자극을 주어야 한다. 스위치가 블라인드가 올라왔다는 인식을 하지 못하면 DC모터는 인식을 하지 못한 채 계속 돌아갈 상황이 된다.

그림 9은 현재 습도와 설정 습도를 비교했을 때의 상황이다.

```

if(case2 == 3) {
    if(Humidity <= st_humidity)
    {
        digitalWrite(Pump, HIGH);
        P_Web = 1;
    }
    case2 = case2 + 1;
}
if(case2 == 4) {
    if(Humidity >st_humidity)
    {
        digitalWrite(Pump, LOW);
        P_Web = 2;
    }
    case2 = case2 - 1;
}
}
}

```

[그림 9] source code3

그림 9은 현재 습도와 설정 습도를 비교하는 상황으로 앞에서 잠깐 언급한 것처럼 case2는 습도를 비교하기 위해 사용 되는 변수 이다.

현재 습도가 설정 습도보다 낮은 경우, 비닐하우스 내의 습도를 높이하고자 하는 경우에는 펌프가 작동하게 된다. 다음으로 현재 습도가 설정 습도보다 높은 경우, 즉 비닐하우스 내의 습도를 낮추려고 하는 경우에는 펌프 작동을 중단 시킨다. 그림 7, 8, 9는 각각 온도를 높이하고자 하는 경우, 낮추려고 하는 경우, 습도를 높이거나 낮추려고 하는 경우인데 따로따로 할 수도 있지만 온도와 습도를 한꺼번에 높이거나 낮출 수 있는 편리성이 있다.

IV. 결론 및 고찰

본 논문을 통해서 우리는 농업에 대한 쉬운 접근성과 고령화로 인한 노동력 부족에 대해 적절하게 대처하기 위해 IoT를 접속한 비닐하우스를 제시하고 필요한 기능을 설명하였다. 많은 기능 들 중 가장 중요하다고 생각한 부분을 2가지로 나누어보았다. 첫 번째로 비닐하우스 내의 온/습도 센서가 실제 현재 온/습도 데이터 값을 정확하게 가져오는 것, 그리고 두 번째로 그 가져온 데이터 값을 사용자가 설정한 온/습도와 비교 하여 비닐하우스는 항상 사용자가 설정해 놓은 온/습도를 자동으로 유지 하는 것이다. 처음에는 버튼을 이용한 비닐하우스 작동을 생각했으나 교수님의 의견은 버튼을 거쳐서 작동하는 것이 아닌 설정 온/습도에 따라 자동화된

시스템을 원하셨고 회의 결과 우리도 그게 맞다고 판단하였고 초반에 생각했던 것과 방향을 바꿔서 구현을 시작하였다. 어떻게 해야 할지 막막하였으나, 의외로 참고할 자료도 많아서 원활하게 생각한대로 구현되었다. 원하는 상황을 설정해 물 펌프 모터, led 조명, 블라인드, 팬 4가지 기능이 각각 작동하게 하거나 결과에서 언급한 2가지의 경우일 경우에는 한꺼번에 작동할 수 있도록 구성 하여 보다 효율적으로 구성하고자 노력했다. 그리고 팬 기능 같은 경우에는 최종 시연을 위한 테스트 전 관리의 불찰로 인하여 의도치 않게 원활한 작동을 보여주지 못했다.

실제 비닐하우스의 규모가 아닌 몇 배 축소시킨 하우스 내부에 기능들을 구현했기에 기능의 작동에 대한 의구심들이 있었으나 여러번의 테스트를 통해 원활한 작동을 확인 할 수 있었다. 하지만 작품이 원활하게 배포되려면 보다 더 다양한 기능들이 추가 되어야 하고 안정성이 필요하며 최종적으로는 실제 하우스 크기를 구현해야 할 필요가 있다는 의견이 모아졌다. 그리고 전문성을 추가하기 위해서 농업과 관련된 농과대학과 협력하여 개발을 더 하면 좋을 것이라는 생각도 하였다.

졸업작품을 통해서 문제해결능력을 기르고 대학 때 배운 내용을 직접 활용하고 많은 것을 배우게 한 좋은 기회였다고 생각한다.

REFERENCE

- [1] Soon-Ja Lim, "Design and implementation of agriculture system for Internet Of Things", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 16, No. 12 pp. 8896-8900, 2015
- [2] Joonyoung Lee, ShinHo Kim, SaeBom Lee, HyeonJin Choi and JaiJin Jung, "A Study on the Necessity and Construction Plan of the Internet of Things Platform for Smart Agriculture", Journal of Korea Multimedia Society Vol. 17, No. 11, pp. 1313-1324, 2014

[3] Eun-A Kim, Kwang Soo Kim, Choon Seong Leem, Choong Hyun Lee, "A Study on Development and Application of Taxonomy of Internet of Things Service" The Journal of Society for e-Business Studies Vol.20, No.2, pp.107-123, 2015

[4] Moon-Kee Jang , Jin-Soo Park, "Study on the Development of Devices for Smart HACCP Systems with WCDMA-LTE Based", J. Adv. Navig. Technol. 18(5): 490-493, 2014

[5] In-won Yeon , Won-cheol Lee, "Study Growth Environmental Monitoring and Controlling Platform for Hydroponic", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences '16-09 Vol.41 No.09 pp. 1132-1138, 2016

[6] netcast2050,
"netcast2050.blog.me/220809587958", 2016