

IOT를 이용한 DB기반 농작물 자동재배에 관한 연구

조영석*

A Study on DB base Auto Cultivation of Crops Using IOT

Cho Youngseok

〈Abstract〉

In this paper, we propose a study on DB-based automatic crop cultivation that obtains crop cultivation data using IOT and automatically controls the cultivation environment using it. A system for DB-based automatic crop cultivation that automatically controls the cultivation environment is composed of a management server and a local controller. The management server was implemented using the MySQL DB in the Linux server system, and the local controller was designed and manufactured using the WiFi module and ARM Coretax-3 series MCU and confirmed its operation in the laboratory. The purpose of this study is to provide the optimal cultivation data and to grasp the cultivation status in real time when the knowledge of professional cultivation is needed like the farmers of ear farm villages. Research should continue to enable the cultivation of crops to reflect the requirements of each user.

Key Words : IOT, Optimal Growing Database, Auto-Cult, Cultivation Data, Cultivation Environment

I. 서론

현재 우리사회는 산업사회를 주도하던 베이비 붐 세대의 은퇴가 늘어나면서 경제적 여유와 더불어 여유로운 삶을 추구하고자 하는 요구들이 증대되고 있다. 이러한 요구는 고밀도의 도시를 떠나 전원생활을 즐기기 위한 귀촌·귀향의 증가로 나타나고 있다 [1]. 이들 귀촌·귀향자들은 전원생활에서도 귀향 도시생활에서 누렸던 경제적 여유 생활을 지속하기 위한 방안으로 고수입·고소득을 얻기 위하여 차별화된

재배방법과 전문 농업에 대한 관심이 증가되고 있다. 그러나 현재 농촌은 인구 감소와 전문 영농인들의 노령화 그리고 고소득 특수작물 재배에 대한 정보 부족 등의 문제에 직면해 있다. 이러한 문제점을 해결하여 방법으로 정보기기를 이용한 농업 자동화에 대한 관심이 증가되고 있다. 도시생활에서 정보화 기기의 사용이 익숙한 이들은 사물인터넷 기술과 빅 데이터 처리기술을 활용하여 작물생육에 있어 최적의 환경을 조성하여 작물의 수량과 품질을 높기 위하여 스마트기기를 이용한 농업 자동화 분야에 적용되어가고 있다.

* 강동대학교 컴퓨터정보과 부교수

농업 자동화 설비의 이용은 육체노동을 감소시키고, 보다 편리한 작업 환경을 제공한다는 측면에서는 긍정적이지만, 농작물 재배에 대한 전문지식이 부족한 초보 농부나 귀향자에게는 많은 도움이 되지 못한다. 따라서 이들을 위한 농작물 재배 표준 데이터를 구축하고, 이를 활용하는 농작물 자동재배시스템의 개발이 요구된다[2]. 현재 농작물 자동재배는 스마트 팜의 형태로 농가 단위로 도입되어 운영되고 있으며, 온도, 습도, 빛 그리고 등의 필수 요소를 제어하는 것으로 제조사 별로 다른 방식의 데이터를 이용하여 있다.

한편 우리나라는 복지사회의 발전됨에 따라 건강 한 먹거리에 대한 관심이 증가고, 이에 따라서 유기농 채소에 대한 수요가 증가하여 대규모의 생산과 관리가 필요한 시점이다. 특히 비닐하우스를 이용한 엽채류나 수경재배의 경우 지역이나 위치에 관계없이 재배환경을 인위적으로 제어가 가능하기 때문에, 재배데이터에 의한 최적 관리는 전문 재배지식을 제공함과 더불어 경비절감을 위하여 공동으로 최적의 재배 환경을 제공함으로써 자동재배에 대한 필요성이 증대된다. 다양한 품종의 작물을 경작하는 스마트 팜에서 작물별 재배데이터와 관리 데이터생성은 많은 시간과 경비가 소요되므로 표준화된 데이터의 구축과 활용이 요구된다. 따라서 다양한 농작물 자동재배 시스템에서 공동으로 사용할 수 있는 농작물 자동재배시스템과 최적 데이터베이스 구축이 요구된다[3].

본 논문에서는 IOT를 이용한 농작물 재배 데이터 취득하고, 이를 활용하여 재배환경을 자동으로 제어하는 DB기반 자동 작물 재배에 관한 연구를 제안한다. 본 논문에서 제안하는 IOT를 이용하는 DB 기반 농작물 자동 재배는 재배데이터 수집 과 성장데이터 처리 부분으로 구성한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서 작물

재배에 대한 관련 연구를 다루고, 제 3장에서는 IOT를 이용한 DB기반 작물 재배 시스템에 대하여 다루며, 4장에서는 시스템 구현 및 실험과 5장에서는 결론을 맺고자 한다.

II. 관련연구

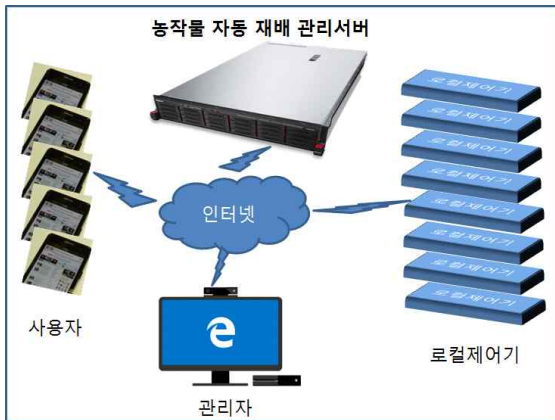
농업에 정보통신기술의 접목은 우리나라의 농업 구조가 1990~2000년 토지 집약적인산업, 2010년 이후 자본집약적 산업이었으나 2020년 이후에는 자본 및 기술집약적인 산업으로 전환해야하는 필요성으로부터 시작되었으며, 이를 이루기 위한 방안으로 ICT를 접목한 스마트 농업에 대한 기술발전으로 이어지고 있다[3].

ICT 를 접목한 연구는 초기 농촌진흥청을 중심으로 진행되어 왔으며, 재배환경에 환경 모니터링 및 제어시스템에 관한 연구와 스마트기기를 활용한 연구 등이 진행되었으며, 농장의 환경제어 및 관리의 편리를 위한 방향으로 연구가 진행되었다[4-8]. 또한 농업자동화를 위한 ICT 기술로 AI나 퍼지 등을 이용한 최적 환경제어에 대한 연구도 진행되고 있다[9-10]. 이들 연구는 개별농장의 제어 편의와 생산성 증대에 대한 연구로서, 최적데이터 에 의한 작물 대량재배의 필요성이 증대되고 있다. 한편 농업은 다른 산업에 비하여 생산주기가 길어 가격탄력성이 낮으므로 수요에 따른 생산량에 따라 가격 변동이 매우 심하다. 그러므로 작물재배에서 작물별로 최적의 데이터를 생성하고, 이를 공동 활용한 작물재배는 실시간 상태과약을 통하여 수요에 따른 생산량 조절이 용이하다는 장점이 있다.

III. IOT를 이용하는 DB기반 작물 자동재배시스템 구성

농작물 재배관리는 작물의 특성에 따라 재배환경을 최적으로 제어하는 것이라 할 수 있다. 작물의 재배는 작물의 재배방식은 노지재배 방식과 양액재배 방식으로 구별되며, 온도, 습도, 빛, 공기, 물 그리고 영양분 등을 최적으로 공급하여 그 환경을 제어한다.

본 논문에서 제안하는 IOT를 이용하는 DB기반 작물 자동재배의 구성은 <그림 1> 과 같이 작물 자동재배 관리서버와 로컬제어기 그리고 사용자로 구성된다.



<그림 1> IOT를 이용하는 DB기반농작물 자동재배시스템의 구성

<그림 1>에서 로컬제어기는 작물이 재배되는 위치에서 자동재배 관리 서버로부터 전송되어진 데이터를 이용하여 환경을 제어하고, 현재의 재배 환경을 계측하여 서버로 전송하는 부분이다. 자동재배 서버는 작물별로 구축된 최적 성장 데이터를 기반으로 로컬 제어기에서 전송되어진 데이터를 가공하여 최적 제어 데이터를 생성하고 이 정보를 관리자에게 제공하여 최종 제어데이터를 생성하여 로컬제어기로 전송하는 기능을 한다. 또한 로컬제어기로부터 수신된 계측 데이터 평가하여 시스템의 이상 유무를

사용자 및 관리자에게 알려주는 기능을 한다.

3.1 로컬 제어기의 기능 및 구성

작물의 재배환경은 로컬제어기를 이용하여 성장에 필요한 요소를 정밀하게 측정하고 제어할 수 있는 구조로 설계한다. 작물이 성장하기 위한 요소를 측정하고 제어하도록 구성한다.

첫 번째로, 작물 재배의 온도제어는 서버로부터 전송된 제어온도를 열 공급원에 온도를 설정하여 온도를 제어한다. 정밀제어를 위하여 PID 알고리즘을 활용한 최적제어가 가능하도록 구성한다. 작물재배시 다양한 열 공급원이 활용되고 있다. 전기나 각종 히터를 활용하는 방안, 지하수를 이용하는 방안 등 다양한 방안이 작물재배에 이용된다. 온도제어 시 송풍기의 제어기능을 포함시켜 균일한 온도를 유지할 수 있는 기능을 포함하도록 구성한다. 디지털 온도 측정 소자를 이용한다.

두 번째로 광량을 제어하고 측정한다. 빛은 식물의 성장에 반드시 필요한 요소로서 인공광원을 이용한 방안과 자연광원을 이용한 방법으로 구분할 수 있다. 작물의 종류에 따라 다양한 광원을 이용하며, ON/OFF 제어가 일반적이다. 광원의 파장별로 성장에 영향을 미치는 것으로 최근 연구에서 알려졌다 [11]. 따라서 인공광원을 이용한 작물 재배는 중요 파장에 대한 제어 가능하도록 구성하고, 자연광원을 이용한 재배는 창문의 개폐를 이용하여 제어하도록 구성한다. 광원의 측정은 파장별 광량 측정하여 제어데이터로 사용하도록 구성한다. 디지털 광량센서를 이용하여 측정한다.

셋째로 수분에 대한 측정 및 공급제어가 요구된다. 작물에 따라 요구되는 수분은 다양하다. 양액재배의 경우 양액을 일정 주기마다 공급하도록 구성하며 수위를 측정하도록 한다. 노지재배 작물의 경우 식재된

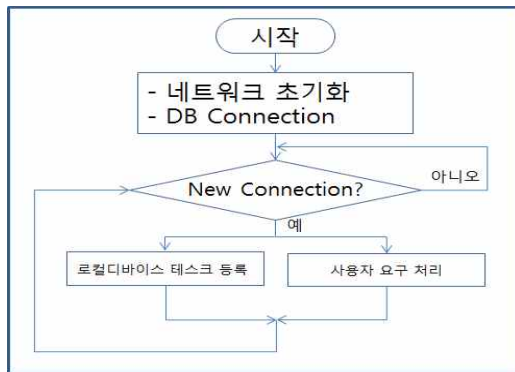
토양의 습도를 측정하여 수분의 상태를 측정하도록 구성한다. 작물 생산에 필요한 영양의 공급은 액상으로 수분공급 시 함께 공급하도록 구성한다. 수분공급 총량은 유량계를 통하여 측정하도록 구성한다.

네 번째로, 작물별로 특정 성분의 공기를 필요로 한다. 그 예로서 작물의 개화기에는 CO₂가 필요하다. 따라서 공기의 측정은 필요한 특정 센서를 이용하여 측정하며, 송풍기를 이용한 자연공기나 특정 공기를 제공하도록 구성한다. 넓은 면적일 경우 여러 지점으로부터 환경을 측정하여 균일한 환경제어와 측정이 가능하도록 구성한다.

로컬제어기와 서버의 통신은 무선 인터넷을 이용하여 수행한다. WIFI를 이용하여 고속으로 제어신호의 수신과 측정데이터 전송을 수행하도록 구성한다.

3.2 자동재배 관리 서버기능 및 구성

작물 자동재배용 관리서버는 전문가에 의하여 구축된 작물의 최적 성장 데이터를 기반으로 로컬제어기로부터 전송된 데이터를 가공하여 최적 제어 데이터를 생성하는 기능을 수행한다. 이 정보를 관리자에게 제공하여 최종 제어데이터로 가공하여 로컬제어기로 전송하는 기능을 한다. <그림 2>는 자동재배용 관리서버의 처리를 표시하였다.



<그림 2> 자동재배용 관리서버의 처리순서도

서버 기동 후 새로운 네트워크 접속 요청이 확인되면 로컬 디바이스의 요청일 경우 로컬 디바이스 테스트에 등록하여 처리하고, 사용자 요청일 경우 요구사항을 파악하여 즉시 처리요청일 경우는 즉시 처리하고, 작업지시의 경우 사용자처리 테스트에 등록한다.

로컬디바이스 테스트는 <표 1>과 같다.

<표 1> 로컬디바이스 테스트

Step 1. ACTIVE DEVICE LIST를 검색한다.
Step 2. 등록된 작업 리스트를 확인한다.
Step 3. 로컬디바이스에서 전송된 데이터를 Device Data 테이블에 삽입한다.
Step 4. 최적 성장데이터 테이블에서 로컬디바이스가 관리하는 작물의 성장데이터를 읽어와 로컬디바이스와 검토하여 최적 제어데이터를 생성한다.
Step 5. 관리테이블로부터 관리정보 최적 데이터와 조합하여 제어 데이터를 생성하여 로컬디바이스로 전송한다.
Step 6. 사용자 테스트 테이블에 로컬제어기로부터 전송된 데이터를 갱신하고, 서버의 제어내용을 기록한다.
Step 7. 로그테이블에 처리 내용을 기록한다.

사용자 테스트 처리는 <표 2>와 같다.

<표 2> 사용자 테스트 처리

Step 1. 사용자의 요청이 작물재배시작/정지 요청이면, 테스트 테이블에 Active 로컬디바이스를 등록/해제한다.
Step 2. 사용자 테스트 테이블을 검색하여 Active로컬디바이스가 있는지 확인한다.
Step 3. 등록된 로컬디바이스의 상태를 읽어와 사용자에게 전송한다.

IV. 제어 시스템 구현

4.1 로컬제어기의 설계구현

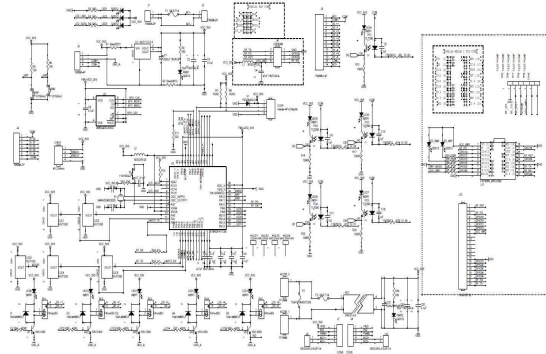
본 논문에서 제안하는 “IOT를 이용하는 DB기반 작물 자동제배 시스템”의 로컬제어기는 WiFi 모듈과 ARM Cortex-3계열의 MCU를 이용하여 설계 제작하였으며, 아날로그 입력 5개와 출력 2포트 그리고 디지털 입출력 각각 5로 설계하여, 아날로그 출력에 의한 온도, 습도, 환풍기의 동작제어가 가능하고, 디지털 출력을 이용하여 광원의 on/off, 급수펌프 제어 그리고 히터 및 환풍기의 제어가 가능하도록 구현하였다. 로컬제어기의 제어 프로그램은 IAR-ARM을 이용하여 구현하였으며 <표 3>과 같다.

<표 3> 로컬제어기의 제어프로그램 예

```

int main(void)
{
    HAL_Init();
    SystemClock_Config();
    MX_GPIO_Init(); MX_DMA_Init();
    MX_ADC1_Init(); MX_IWDG_Init();
    MX_SPI1_Init(); MX_TIM3_Init();
    MX_USART1_UART_Init(); MX_USART2_UART_Init();
    MX_TIM4_Init();
    HAL_IWDG_Start(&hiwdg);
    HAL_ADC_Start_DMA(&hadc1, (uint32_t*)ADC_BUF, 6);
    HAL_ADC_Start_IT(&hadc1);
    while (1)
    {
        HAL_ADC_Start_IT(&hadc1);
        if (Flag10Hz)
        {
            Flag10Hz=0;
            Check_Sensor();
            CheckWifiLED();
            if (HAL_GPIO_ReadPin(SW_MODE_GPIO_Port, SW_MODE_Pin)==GPIO_PIN_SET)Key_ValueC=0x00; else Key_ValueC=0xff;
            if ((Key_ValueC == Key_ValueP)&&(Key_ValueC)) {
                if(++Key_Count>0x20)(Key_Count=0x20; Key_Status = Key_ValueP;
            }
            else {
                Key_ValueP = Key_ValueC; Key_Count=0;Key_Status =0x00;
                WifiSetupMode();
            }
            HAL_UART_Receive_IT(&huart1, RcvData, 1);
        }
    }
}
    
```

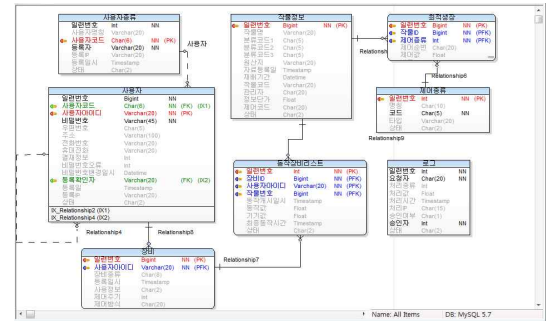
로컬 제어기는 5Hz 시스템 태스크를 이용하여 처리하도록 구성하였다. <그림 3>은 로컬제어기의 회로도이다.



<그림 3> 로컬제어기의 회로도

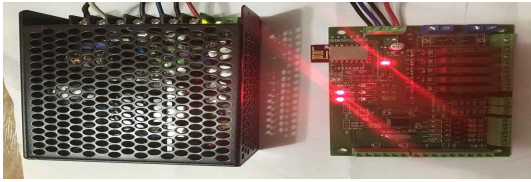
4.2 자동제배 관리서버의 설계구현

자동제배 관리서버는 리눅스운영체제에서 MySQL 6.5 DBMS와 아파치 웹서버를 이용하였다. 자동 제배관리서버의 데이터의 구조는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 자동 제배관리서버의 ERD

구현한 IOT를 이용하는 DB기반 작물 자동제배 시스템은 최적 성장데이터를 이용한 로컬제어기의 제어가 가능함을 보였다. <그림 5>에 서버에 연동하여 동작하는 로컬제어기를 보였다. 서버측 동작은 <그림 6>에 보였다.



<그림 5> 구현된 로컬제어기

<그림 6> IOT를 이용하는 DB기반 작물자동재배시스템의 동작

본 논문에서 제안한 IOT를 이용하는 DB기반 농작물 자동재배시스템은 LINUX 서버에서 MySQL DB를 이용하여 구현하여 실험실에서 실험을 실시한 결과 <그림5>와 <그림 6>과 같이 동작을 확인하였다. 향후 연구과제로는 현재 WIFI를 이용한 데이터 통신 한가지만을 이용하고 있으나, 통신의 이중화에 대한 방안과 최적 성장데이터를 공동으로 활용하기 위한 데이터 구조의 표준화에 대한 연구가 필요하다. 또한 본 연구는 실제 농작물에 적용하기 위하여 전문가에 의한 농작물별 최적 작물 성장 데이터의 구축과 사용자별 요구사항을 반영한 작물재배가 가능하도록 연구가 요구된다.

IV. 결론

본 논문에서는 IOT를 이용한 농작물 재배 데이터 취득하고, 이를 활용하여 재배환경을 자동으로 제어하는 DB기반 자동 작물 재배에 관한 연구를 제안

하였다. 재배환경을 자동으로 제어하는 DB기반 자동 작물 재배를 위한 시스템은 관리서버와 로컬제어기로 구성하였다.

관리서버는 Linux 서비시스템에서 MySQL DB를 이용하여 구현하였고, 로컬제어기는 WIFI 모듈과 ARM Cortex-3계열의 MCU를 이용하여 설계 제작하여 실험실에서 동작을 확인하였다.

본 연구는 귀농 귀촌인 들과 같이 전문재배지식이 필요한 경우 최적 재배 데이터를 제공하고, 실시간으로 재배상태를 파악하여 활용하고자 하는 연구로서, 실제 농작물에 적용하기 위하여 작물별 최적 작물 성장데이터의 구축과 사용자별 요구사항을 반영한 작물재배가 가능하도록 연구가 계속되어야 하겠다.

참고문헌

- [1] 조영석, “농작물 재배 자동화를 위한 제어시스템 설계에 관한 연구,” 디지털산업정보학회 논문지, 10권, 1호, 2014, pp.55-59.
- [2] 김경욱, 박경욱, 김종찬, 장문석, 김은근, “웹기반의 온실환경 원격 모니터링 시스템 구축,” 한국전자통신학회, 한국통신학회논문지, Vol.6, No.1, 2011, pp.77-83.
- [3] 김상철, 이명훈, 여현, “무선랜기반 온실 모니터링 및 환경제어 시스템 설계,” 한국통신학회 학술대회논문집, Vol.2014, No.6, 2014, pp.57-58.
- [4] 양재수, 정창덕, 홍유식, 안병익, 황선일, 최영훈, “지능을 이용한 온실 제어 시스템,” 대한전자공학회, 전자공학회지-CI, Vol. 49, No.2, 2012, pp.29-37.
- [5] 이성현, 유병기, 이찬중, “버섯재배사 원격 환경 모니터링 및 제어시스템 개발,” 한국농업기계학

회, 한국농업기계학회 학술발표논문집, 22권, 1호, 2017, pp.121-121.

- [6] 이증복, 윤재상, “스마트IT기기를 활용한 농가 일원화시스템 설계 및 적용 -농가 일원화 시스템 설계-,” 한국국제농업개발학회, 한국국제농업개발학회지, 27권, 5호, 2015, pp.648-656.
- [7] 이성현, 유병기, 이찬중, “버섯재배사 원격 환경 모니터링 및 제어시스템 개발,” 한국농업기계학회, 한국농업기계학회 학술발표논문집, Vol.22, No.1, 2017, p.121.
- [8] 오승호, 양성욱, 김형찬, 김도현, 도양희, “고품질 작물 재배를 위한 자동화 정량 방제 제어 시스템 개발,” 한국인터넷방송통신학회, 한국인터넷방송통신TV학회 논문지, Vol.17, No.3, 2017, pp.267-274.
- [9] 김영식, “퍼지 전문가 제어 알고리즘을 이용한 시설 재배 자동 제어 시스템의 구현,” 상명대학교 산업과학연구소, 산업과학연구, No.16, 2004, pp.1-11.
- [10] 조현욱, 조중식, 박인곤, 서범석, 김찬우, 신창선, “온실 복합생장환경 관제 시스템 구현,” 디지털산업정보학회, 디지털산업정보학회 논문지, 제7권, 제1호, 2011, pp.1-9.
- [11] 정인성, 강성환, 이범수, 김종일, “태양광 전력과 LED 파장조절 시스템을 이용한 식물생장 평가,” 한국태양에너지학회, 한국태양에너지학회 학술대회논문집, Vol.2013, No.4, 2013, pp.124-129.

■ 저자소개 ■



조 영 석
(Cho Youngseok)

2017년 11월~현재
강동대학교 컴퓨터정보과 교수
2001년 2월 청주대학교 전자공학과(공학박사)
1993년 8월 청주대학교 전자공학과(공학석사)
1991년 2월 청주대학교 전자공과(공학사)

관심분야 : 임베디드시스템, 농업자동화
E-mail : yscho@gangdong.ac.kr

논문접수일 : 2017년 11월 19일
수정일 : 2017년 11월 29일
게재확정일 : 2017년 12월 04일