

# 태양광을 이용한 에너지 자립형 식물 성장 모니터링 시스템 설계

## Self-Energy-Supporting Environment Monitoring System for Plants Using Solar Cells

손 영 달\*, 은 창 수\*\*  
(주)에스이이지\*, 충남대학교 교수\*\*

Son Youngdal\*, Eun Changsoo\*\*  
SEG Co., Ltd., Chungnam National University\*\*

### 요약

본 논문에서는 솔라셀을 사용하여 외부에서 별도의 전원 공급이 필요없는 식물 성장 모니터 시스템을 제안한다. 식물 성장 모니터링을 위해 필요한 대기 온도, 습도와 토양의 온도, 수분 함유 상태를 측정할 수 있는 센서를 설치하고 원격지로 측정 데이터를 전송할 수 있는 통신 장치로 서버로 전송한다. 적합한 솔라셀의 용량과 충전배터리의 용량을 결정하기 위하여 식물 성장을 측정하기 위한 센서부의 소비 전력과 통신부의 소비 전력을 측정하여 산출된 용량값을 가지는 솔라셀과 충전배터리를 부착하여 실시간 모니터링 시스템을 구축하였다. 본 시스템으로 고부가가치 농업 분야에서 식물 성장 모니터링이 확대됨에 따라 외부 전원이 필요없는 간편한 원격 모니터링 서비스가 제공될 것이다.

## I. 서론

### 1. 연구의 배경과 목적

최근 심각한 기후변화로 인해 농업 생산성이 악화되어 가고 있으며 고부가가치 농작물의 경우 까다로운 환경 조건을 충족시켜주어야 하므로 IT 기술을 접목한 식물 환경 모니터링 시스템을 도입하는 사례가 증가하고 있다.

하지만, 대규모 식물 환경 모니터링 시스템의 가격이 수천만원 이상으로 실제 농업 분야에서 활용하기에는 부담이 되고, 또한 전기가 공급되지 않을 경우 사용할 수 없다는 문제점들이 대두되고 있다.

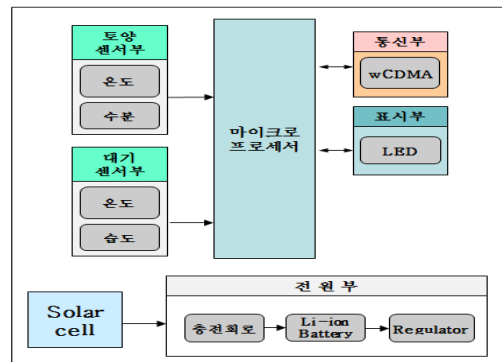
따라서 본 연구에서는 비닐하우스 뿐만 아니라 어떤 농업 환경에서도 사용할 수 있는 별도 전원 장치가 필요 없이 솔라셀을 사용하여 대기 온도, 습도, 토양의 온도, 수분 함유 정도를 측정하여 무선 통신으로 원격지 서버에 전송할 수 있는 시스템을 제시하고자 한다.

### 2. 연구의 범위와 내용

본 연구에서는 식물 성장을 모니터링하기 위해 필요한 대기 온도, 대기 습도, 토양의 온도, 토양의 수분 함유 정도를 측정할 수 있는 측정 장치를 제작하고, 측정 데이터를 원격지의 서버로 전송하기 위한 wCDMA 모듈을 연결하고 전체 단말기의 동작별 소모 전류를 측정하여 외부 전원 공급없이 자체적으로 구동가능한 솔라셀과 배터리의 용량을 산출하여 에너지 자립형 식물 성장 모니터링 시스템 기술을 제시한다.

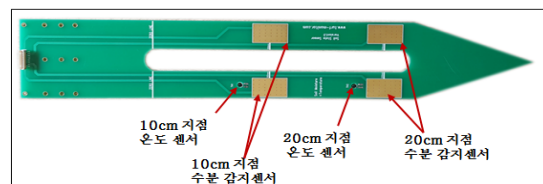
#### 2.1 식물성장 모니터링 단말기 설계

※ 주저자 : 손 영 달\*, 교신저자 : 은 창 수\*\*



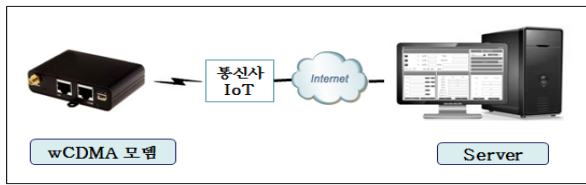
▶▶ 그림 1. 식물성장 모니터링 단말기 블록 다이어그램

식물 성장 모니터링을 위해 대기 온/습도를 측정하기 위해 디지털 온/습도 측정센서인 Sensorion사의 SHI71을 사용하였으며, 토양의 온도를 측정하기 위해 NTC 온도센서, 토양의 수분을 측정하기 위해 두 개의 전극에 전류를 흘려 토양의 저항을 측정할 수 있도록 구성하였다.



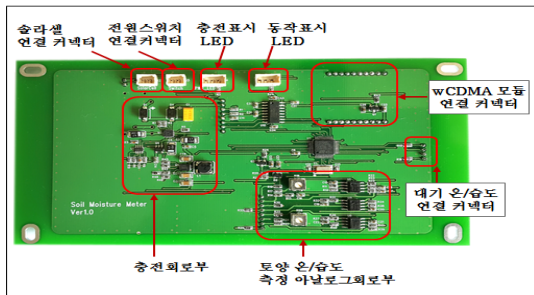
▶▶ 그림 2. 토양 온도, 수분 측정부

토양의 온도, 수분은 표면에서부터 10cm 지점과 20cm 지점을 각각 측정하기 위하여 그림2와 같이 센서 PCB 보드를 제작하였으며, 측정데이터의 전송을 위하여 (주) 마트너사의 MR-2100 외장형 모뎀을 사용하여 서버로 측정데이터를 전송하였다.



▶▶ 그림 3. 측정 데이터 전송 블록 다이어그램

그림 1의 식물성장 모니터링 단말기의 구현을 위하여 솔라셀을 이용한 충전회로와 대기, 토양 환경 측정 회로와 통신 모듈을 연결할 수 있도록 그림 4와 같이 PCB 보드를 제작하였다.

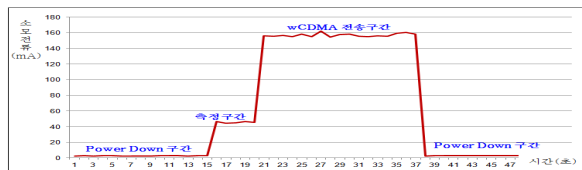


▶▶ 그림 4. 식물성장 모니터링 PCB 보드

## II. 연구의 방법 및 실험

### 1. 동작 구간별 소비 전력 측정

본 실험에서는 측정 데이터의 전송주기를 10분으로 설정하였으며 측정 및 전송을 하지 않을 때에는 Power Down 모드로 진입하고 내부 타이머에 의해 10분마다 깨어나 데이터 측정 및 전송을 하도록 프로그램을 구현하였다.



▶▶ 그림 5. 동작 구간별 소모전류 측정

외부 전원으로 DC 5[V]를 인가하여 평균 소모전류를 구간별로 측정한 결과, Power Down 모드에서는 2.8[mA], 측정구간에서는 45.5[mA], 전송구간에서는 157.1[mA]를 소모하였으며 이를 토대로 전체 소비 전력을 계산해 보면 표 1과 같다.

표 1. 동작구간별 소비 전력

구분	대기상태	측정상태	전송상태
동작시간(600초주기)	578	5	17
소모전류(mA)	2.8	45.5	157.1
시간당소비전류(mAh)	2.7	0.38	4.45
공급 전압(V)	5	5	5
1일 소비전력(mW)	324	45.6	534

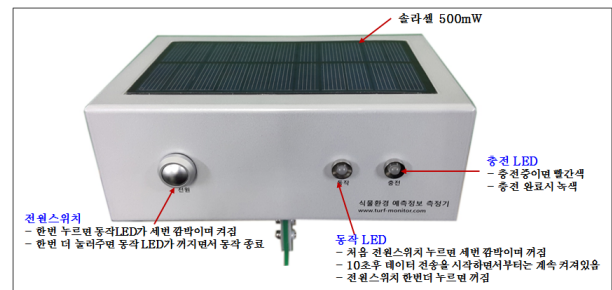
각 모드별 1일 소비전력을 더하면 총 903.6[mW]가 되며 하루 필요한 발전량은 1일 소비 전력에 한국의 평균 일조 시간인 3.5시간을 나누어 주면 약 258.2[mW]가 되며 태양전지모듈의 출력손실보존계수 1.2를 곱하여 주면 약 310[mW]의 태양전지 모듈이 필요하다.

필요한 배터리의 용량 계산을 위한 공식은 (1)과 같으며 3.7[V]의 리튬폴리머 배터리를 사용하고 하루 종일 태양이 비치지 않는 부조일수를 4일로 잡아 계산을 하면 약 1221[mAh]의 배터리가 필요하다.

$$\text{배터리용량(mAh)} = 1\text{일소비전력} \times \text{배터리전압} \times \text{부조일수} \times 1.25(\text{배터리방전보정계수}) \quad (1)$$

### 2. 개발 시스템 시험

솔라셀은 3.7[V], 1,500[mAh] 용량의 리튬폴리머 전지를 사용하였으며 알루미늄 케이스로 외관을 제작하였다.



▶▶ 그림 6. 에너지 자립형 식물성장 모니터링 단말기

제작한 에너지 자립형 식물성장 모니터링 단말기를 실제 토양에 설치하여 시험한 결과 서버로 측정 데이터가 정상적으로 수신되었다.

#	index	timestamp	air_temp	air_humi	soil_1_temp	soil_1_humi	soil_2_temp	soil_2_humi
9	9	2016-04-20 01:26:06						
10	10	2016-04-23 00:45:58						
11	11	2016-04-24 12:22:44	+23.3	49.7	+22.3	2430	+34.6	1912
12	12	2016-04-24 12:33:09	+22.0	55.0	+22.5	2400	+34.1	1963
13	13	2016-04-24 12:43:24	+21.9	65.9	+22.3	2398	+34.4	1986
14	14	2016-04-24 12:53:39	+21.9	66.2	+22.1	2401	+34.5	1991
15	15	2016-04-24 13:03:54	+21.9	48.3	+21.9	2404	+34.6	2002

▶▶ 그림 7. 측정데이터 수신 서버 모니터링 화면

## III. 결론

본 논문에서는 식물 성장환경 모니터링을 위하여 솔라셀을 이용하여 대기 온/습도와 토양의 온도, 수분상태를 측정할 수 있는 에너지 자립형 식물 성장 모니터링 시스템을 구현하였으며 단말기의 동작 상태별 소비전류를 측정하여 사용 솔라셀의 용량과 배터리 용량을 산출하여 제작 단말기에 적용하였다.

제작한 단말기를 실제 토양에 설치하여 시험한 결과 외부 전원없이 구동 가능함을 확인하였으며 향후 다양한 무전원 모니터링 분야에 활용이 가능할 것으로 사료된다.

향후 사용 시간에 따른 솔라셀의 발전량 감소를 확인하기 위하여 발전량 측정 분야에 대한 추가 연구가 필요하다.