

자연재해 및 방사능 오염 모니터링용 USN 식물공장관리 방법 및 시스템 개발

주해종*, 조문택**, 이충식**, 백종무**

동국대학교* 대원대학교**

A Study on the System Development and Management Method of USN Plants for Monitoring of Natural Disasters and Radioactive Contamination

Haejong Joo*, Moontaek Cho**, Chungsik Lee**, Jongmu Baek**

*DongKuk University**, *Daewon University College***

요약

본 논문은 재난재해와 방사선 오염으로부터 안전한 농작물 관리를 위한 플랫폼, 그리고 식물 성장 모니터링 시스템을 제안하였다. 또한, 식물생장을 모니터링하여 식물공장 내에서 성장하는 식물의 크기를 효율적으로 측정할 수 있는 시스템을 개발하였다.

본 연구에 따른 기대효과는 첫째, 자연재해와 방사능오염 감시를 통해 신속하고 정확한 대처 기능으로 농산물 품질과 생산성 향상을 가져올 수 있다. 둘째, 식물의 크기 측정 데이터를 유지 관리하는데 소요되는 시간을 절약하여 경비를 절감할 수 있다. 마지막으로 식물 공장 관리자의 작업 효율을 향상시킬 수 있다.

중심단어: USN, 방사능, 식물공장

Abstract

In this paper, monitoring system and platform of plant growth are suggested which are required by safe crop management about disaster and radiation pollution. In addition, by monitoring plant growth, the growth of plants that can measure the size of the efficient system was developed.

The expected effect of this study, first, through natural disasters and radioactive contamination monitors produce fast and accurate response function can result in improved quality and productivity. Second, the size of the plant required to maintain the measurement data can save time and expense savings. Finally, plant managers can improve work efficiency.

Key Words : USN, radioactive, plant managers

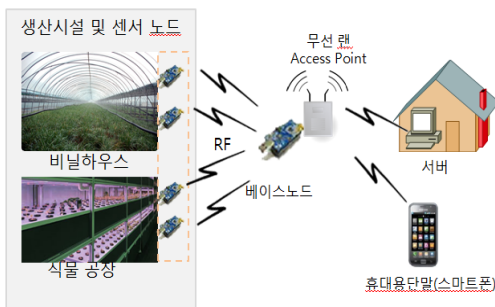
I. 서론

기후변화, 하천의 중금속 오염 및 중국에서 발생하는 황사에 따른 농작물 피해, 일본 원자력 발전소 사고로 인한 방사능 유출 등으로 인한 국내 농업 생산에 많은 피해를 입히고 있다. 이에 따라 국내 및 전 세계적으로 최첨단 정보기술을 활용한 지식농업이 점차적으로 실현되고 있으며 돌발 상황을 조기 감지하는 센서 및 IT기반 기술이 개발되어 사전 방제를 통한 피해를 줄일 수 있도록 하는 시설들이 전국적으로 확산되고 보급될 전망이다. 하지만 현재 나와 있는 USN 관리 플랫폼은 대단위 식물공장 시설에 적용할 수 있도록 되어 있기 때문에 일반 농가에서는 활용하기 힘든 실정이다. 이에 따라 다양한 센서들과 연동하여 비닐하우스 및 소규모 식물농장을 관리할 수 있는 보급형 USN 식물공장 관리 플랫폼이 절실히 필요하다^{[1][2]}.

본 논문에서는 USN 기술을 활용한 재난 재해 그리고 방사능오염으로부터 안전한 농작물 관리 시스템 플랫폼을 제시하고 이를 확대하기 위한 지능형 식물공장관리의 핵심이 되는 USN 관리 플랫폼과 식물생장의 모니터링 시스템을 개발하였다.

II. 본론

1. 시스템 구성

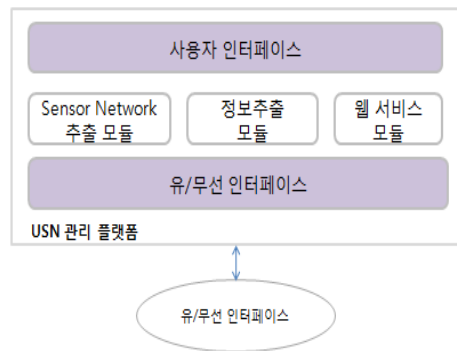


[그림 1] 시스템 구성도
Fig. 1. System Configuration

그림 1은 센서, 센서노드, 베이스 노드, Access Point, 서버, 휴대용 단말기로 구성된 시스템 구성도이다.

- 센서 : 온도, 습도, 오염감시 센터 등 감시센서

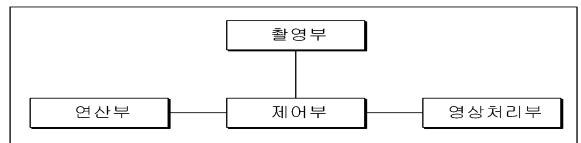
- 센서노드 : 감시센서로부터 데이터를 수집하여 베이스 노드로 전송하는 장치
- Access Point : 베이스 노드로부터 데이터를 수집하여 원격 서버로 데이터를 전송하는 장치
- 서버 : 무선 랜으로부터 전송된 데이터를 수집하고 USN 관리 플랫폼 및 응용 소프트웨어를 실행하기 위한 서버
- 휴대용 단말 : 관리 정보를 스마트폰과 같은 휴대용 단말기에서 모니터링 하기 위한 단말



[그림 2] USN 관리 플랫폼
Fig. 2. USN Management Platform

그림 2의 USN 관리 플랫폼은 센서 네트워크 추출 모듈, 정보 추출 모듈, 웹 서비스 모듈, 사용자 인터페이스로 구성된다.

- Sensor Network 추출모듈 : 다수의 센서노드로부터 수집된 데이터들을 분석하여 각 센서 노드별로 데이터를 추출하는 모듈
- 정보추출모듈 : 각 노드별로 수집된 데이터를 분석하여 정보를 획득하는 모듈
- 웹 서비스 모듈 : 분석된 센서 노드의 정보를 휴대용 단말기에서 웹을 통해 모니터링 할 수 있게 제공하는 모듈
- 사용자 인터페이스 : 각 센서 노드별로 수집/분석된 데이터를 사용자가 쉽게 확인할 수 있도록 하는 기능



[그림 3] 식물생장의 자연재해 및 방사선 오염 모니터링 시스템
Fig. 3. Plant Growth Monitoring System for natural disasters and radiation pollution

2. 모니터링 시스템

그림 3의 식물생장의 자연재해 및 방사선오염 모니터링 시스템은 촬영부, 연산부, 제어부, 영상처리부로 구성된다. 촬영부는 식물의 측면에서 식물의 높이를 촬영하는 제1카메라부 및 식물의 상부에서 식물의 면적을 촬영하는 제2카메라부로 구성되며, 식물공장 내에서 재배 중인 식물의 화상을 촬영하여 화상 데이터를 생성한다.

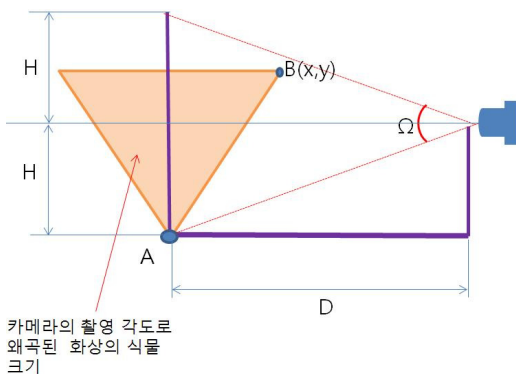
영상처리부는 촬영부에서 생성된 화상 데이터의 노이즈를 제거하고, 화상 데이터로부터 식물의 영역을 구분하여 윤곽선을 추출한다.

제어부는 영상처리부에서 추출된 식물의 영상을 분석하며, 촬영부의 촬영 각도로 인해 왜곡된 식물의 화상 데이터를 보정하여 식물의 실제 크기를 측정한다.

연산부는 식물의 정식포트 위치 좌표 및 식물 영역의 윤곽선의 꼭지점 좌표를 있는 제1직선과 윤곽선의 높이 좌표 및 제1카메라의 위치 좌표를 있는 제2직선의 교차점을 계산한다.

3. 모니터링 시스템에서 식물 높이 계산 방안

3.1 왜곡된 식물화상에서의 식물 크기 측정



[그림 4] 식물의 크기 측정 방법
Fig. 4. Measure Method of Plant Size

왜곡된 식물화상에서의 식물크기 측정을 위해서는 4가지 가정을 하였다.

가정 1 : 식물은 원뿔형으로 성장

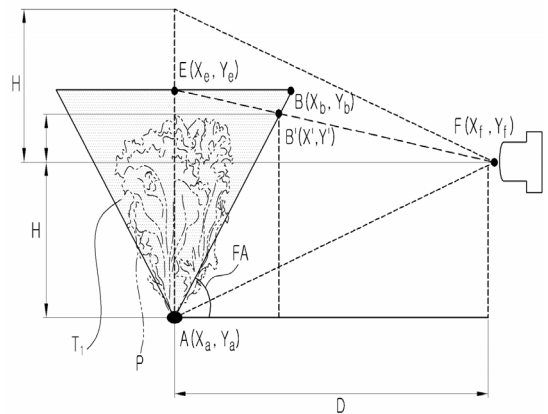
가정 2 : 카메라 픽셀 간격 비율일정

가정 3 : 식물 중심에서 카메라까지의 거리 측정값=D

가정 4 : 카메라 최대각 으로 촬영시 높이 측정값=2H

이러한 가정으로 거리 H와 픽셀 수를 비례하여 높이 x 를 구할 수 있으며, 동일 픽셀비율에 따라 거리 y 도 구할 수 있다.

2.2 식물의 최적화 높이 측정



[그림 5] 식물의 최적화 높이 측정 방법
Fig. 5. Optimization Measure Method of Plant Height

그림 3의 연산부는 그림 5의 식물의 정식포트 위치 좌표 및 윤곽선의 꼭지점 좌표를 있는 제1직선과 윤곽선의 높이 좌표 및 제1카메라부의 위치좌표를 있는 제2직선 간의 교차점을 계산하고, 계산된 교차점의 Y좌표값을 통해 식물의 높이를 계산한다.

제1카메라에 의해 촬영된 식물의 영상은 T_1 으로 표현된다. T_1 은 제1카메라부의 제한된 촬영각도로 인해 크기가 왜곡된 식물의 영상이므로 제1카메라부 및 식물의 정식포트의 위치 및 제1카메라부의 촬영각도를 고려한 연산과정을 통해 실제의 식물 높이를 나타내는 $B'(X', Y')$ 를 나타낸다.

이 때, T_1 에서 $A(X_a, Y_a)$ 와 $B(X_b, Y_b)$ 를 잇는 직선이 제1직선이며, $E(X_e, Y_e)$ 와 $F(X_f, Y_f)$ 를 잇는 직선이 제2직선이다.

연산부는 이러한 식을 통해 제1직선 및 제2직선의 교차점인 $B'(X', Y')$ 를 도출하며, 도출된 $B'(X', Y')$ 의

Y' 좌표를 통해 식물의 실제 높이를 확인할 수 있다.

제1직선상의 임의의 한 좌표를 P(t), 식물의 정식 포트의 좌표를 A, 식물 윤곽선의 높이의 수평직선과 식물의 퍼짐각의 가상직선과 만나는 꼭지점 좌표를 B, 매개변수를 t라 할 때, 제1직선의 방정식은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P(t) = (1-t)A + tB \dots\dots\dots (1)$$

또한, 제2직선상의 임의의 한 좌표를 P(s), 식물의 정식포트로부터 수직한 직선이 식물 윤곽선과 만나는 지점의 좌표를 E, 촬영부의 좌표를 F, 매개변수를 s라 할 때, 제2직선의 방정식은 식 (2)과 같이 된다.

$$P(s) = (1-s)E + tF \dots\dots\dots (2)$$

P(t) = P(s)이므로 식 (3)과 같이 쓸 수 있다.

$$(1-t)A + tB = (1-s)E + tF \dots\dots\dots (3)$$

점 X, Y로 분리하면 식 (4)와 식 (5)가 된다.

$$X_a + t(X_b - X_a) = X_e + s(X_f - X_e) \dots\dots\dots (4)$$

$$Y_a + t(Y_b - Y_a) = Y_e + s(Y_f - Y_e) \dots\dots\dots (5)$$

식 (4)와 식 (5)를 t, s로 분리하면 식 (6)과 식 (7)과 같이 된다.

$$t = \frac{(X_f - X_e)(Y_a - Y_e) - (Y_f - Y_e)(X_a - X_e)}{(Y_f - Y_e)(X_b - X_a) - (X_f - X_e)(Y_b - Y_a)} \dots\dots\dots (6)$$

$$s = \frac{(X_b - X_a)(Y_a - Y_e) - (Y_b - Y_a)(X_a - X_e)}{(Y_f - Y_e)(X_b - X_a) - (X_f - X_e)(Y_b - Y_a)} \dots\dots\dots (7)$$

식 (6)과 식 (7)에 의해 실제의 식물 높이를 나타내는 B'(X'Y')를 구하면 식 (8)과 식 (9)가 된다.

$$X' = X_a + s(X_b - X_a) \dots\dots\dots (8)$$

$$Y' = Y_a + s(Y_b - Y_a) \dots\dots\dots (9)$$

```

C++ 코드
bool GetIntersectPoint(const POINT& AP1, const POINT& AP2,
    const POINT& BP1, const POINT& BP2, POINT* IP)
{
    double t;
    double s;
    double under = (BP2.y-BP1.y)*(AP2.x-AP1.x)-(BP2.x-BP1.x)*(AP2.y-AP1.y);
    if(under==0) return false;

    double _t = (BP2.x-BP1.x)*(AP1.y-BP1.y) - (BP2.y-BP1.y)*(AP1.x-BP1.x);
    double _s = (AP2.x-AP1.x)*(AP1.y-BP1.y) - (AP2.y-AP1.y)*(AP1.x-BP1.x);

    t = _t/under;
    s = _s/under;

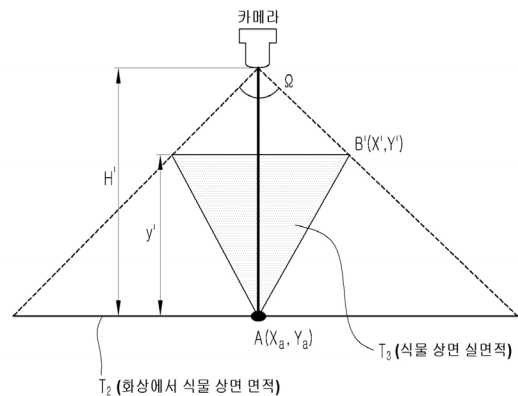
    if(t<0.0 || t>1.0 || s<0.0 || s>1.0) return false;
    if(_t==0 && _s==0) return false;

    IP->x = AP1.x + t * (double)(AP2.x-AP1.x);
    IP->y = AP1.y + t * (double)(AP2.y-AP1.y);
    return true;
}
    
```

[그림 6] 식물 최적화 높이 측정 프로그램
Fig. 6. Optimization Measure Program of Plant Height

4. 모니터링 시스템에서 식물의 상면 면적 계산 방안

4.1 식물 최적화 면적측정



[그림 7] 식물의 최적화 면적 측정 방법
Fig. 7. Optimization Measure Method of Plant Area

그림 3의 연산부는 영상처리부에서 추출한 식물의 윤곽선과 화상면적을 구성하는 꼭지점의 개수를 N이라 하면 식물의 화상면적 Area는 식 (10)과 같이 구할 수 있다.

$$Area = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{N-1} (X_i Y_{i+1} - X_{i+1} Y_i) \dots\dots\dots (10)$$

A:B의 비율에 따라 실제 면적은 제2카메라부 및 식물의 정직포트 위치 좌표간의 거리값을 H, 제1직선 및 제2직선의 교차점의 Y좌표값을 Y', 식물의 실제면적을 R이라 하면 식물의 실제면적은 식 (11)과 나타낼 수 있다.

$$H: y' = \text{화상면적} : \text{실면적} = \text{Area} : R \dots\dots\dots (11)$$

C++ 코드

```
for (i = 0; i < points; i++)
{
    j = (i + 1) % points;
    pt1 = pPoly->GetPointAt(i);
    pt2 = pPoly->GetPointAt(j);
    x1 = pt1.x;
    x2 = pt2.x;
    y1 = pt1.y;
    y2 = pt2.y;
    area += x1 * y2;
    area -= y1 * x2;
}
area /= 2.0;
area = fabs(area);
```

[그림 8] 식물 최적화 면적 측정 프로그램
Fig. 8. Optimization Measure Program of Plant Area

Ⅲ. 결론

본 논문은 USN기술을 활용한 재난재해 및 방사선 오염으로부터 안전한 농작물 관리시스템을 위한 플랫폼을 제시하였다.

또한 식물 성장 모니터링 시스템 및 이를 이용한 식물성장 모니터링 방법에 관한 것으로 식물공장 내에서 성장하는 식물의 크기를 효율적으로 측정할 수 있는 시스템을 개발하였다.

시스템은 촬영부와 식물의 화상을 촬영하면 제어부는 연산부가 이를 계산하여 식물의 크기를 측정하도록 제어하며, 측정된 데이터는 데이터 저장부에 저장되므로 사용자가 수작업으로 일일이 식물의 크기를 측정할 필요가 없는 장점을 가진다.

개발된 시스템은 자연재해 및 방사능오염 감시를 통한 친환경 농산물 생산에 따른 고부가가치화, 온/습도 등의 센서를 활용하여 농산물 성장환경 관리, 각종 병

충해 및 이상 환경 발생 시 신속하고 정확한 대처 가능으로 농산물 품질 및 생산성 향상을 통한 농가소득 증대를 가져올 뿐만 아니라 식물의 크기 측정 데이터를 유지 및 관리하는데 소요되는 시간을 절약하고 그에 따른 경비를 절감할 수 있으며, 식물 공장 관리자의 작업 효율을 향상시키는 효과를 증명하였다.

참고문헌

- [1] 박진수, 김현승, 홍승아, “u-IT 활용 농촌 시범단지 조성 프로젝트 결과보고서”, 한세대학교, 2009
- [2] M.Dhanaraj, B.S.Manoj, and M.B.Siva Ram Murthy,"A New Energy Efficient protocol for Minimizing Multi-hop Latency in Wireless Sensor Networks," in IEEE PerCom, Mar.2005.
- [3] J.Polastre, J.Hill, and D.culler,"Versatile Low Power Media Access for Wireless Sensor Networks," in ACM SenSys 2004, Nov. 2004.
- [4] W.YE, H, heidemann, and D. Estrin," Medium access control with coordinated, adaptive sleeping for wireless sensor networks," in IEEE/ACM Transaction on Networking, June 2004.
- [5] C.suh, Y-B.Ko and J.Kim,"A Traffic Aware, Energy Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Network Solution," IEEE ISCAS. May 2005.