

# 장미 화훼용 시설관리 로봇의 자율 조향 시스템 개발

## Autonomous Steering System Development of Rose Floriculture Management Robot

\*양형암<sup>1</sup>, 김경주<sup>1</sup>, 김경철<sup>1</sup>, 유범상<sup>2</sup>

\*C. W. Yang<sup>1</sup>, K.J. Kim<sup>1</sup>, K.C. Kim<sup>1</sup>, #B. S. Ryuh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 전북대학교대학원 정밀기계공학과, <sup>2</sup> 전북대학교 기계시스템공학부 & 지능형로봇 연구소

Key words : Agriculture Robot, Navigation, Localization

### 1. 서론

최근 우리나라 농업 환경은 농업 인구의 고령화, 해외 수입 농산물과의 가격경쟁력 향상과 고생산성 요구 등으로 급격하게 변화하고 있다. 특히 농업은 기후나 주위 환경에 쉽게 영향을 받는 분야로 국가 식량안보차원의 장기적인 미래 농업을 위한 고생산성의 선진기술이 요구 된다. 이러한 농업환경의 변화에 의해 농업용 로봇에 대한 다양한 연구가 진행되고 있으며, 특히 농업용 로봇의 수요는 농업 환경의 변화에 따라 농업자동화의 필요에 의해 계속 증가하고 있는 실정이며, 로봇 산업 중 가장 성공 가능성이 큰 분야이다.

본 연구진은 지역 농업의 활로를 개척하고 국제 경쟁력을 위해 미래 농업을 대비한 기초 기술을 확보하기 위해 화훼 시설용 관리 로봇을 개발 하고자 한다. 특히 장미 화훼는 장미 잎 뒷면의 해충을 방제해야 하기 때문에 정밀한 수시 방제작업을 필요로 한다. 본 논문에서는 장미 화훼 시설농장에서의 정밀 방제와 장미의 생육 환경 요소(CO<sub>2</sub>, 광량, 온도, 습도 등)들의 정보를 수집하고 모니터링 할 수 있는 로봇을 개발하고자 한다.

### 2. 사용 환경 및 시스템 구성



Fig. 1 Rose glass house where the designed system is applied

본 시스템이 사용될 농장에 대한 분석을 실시하였다. 시설은 Fig.1 과 같이 규격화 되어져 있다. 로봇의 주행 환경을 살펴보면 크게 일반 콘크리트 바닥과 농작물 사이에 온수파이프로 사용되는 레일로 구분되어진다. 일반 콘크리트 바닥과 온수파이프로 사용되는 레일을 주행하기 위해 Fig.2 와 같이 이중 구조의 구동부를 고려하였으며, 자율 주행을 위해 2대의 카메라, DMC(Digital Magnetic Compass), RFID, 초음파센서, 근접센서 등을 사용하였다.

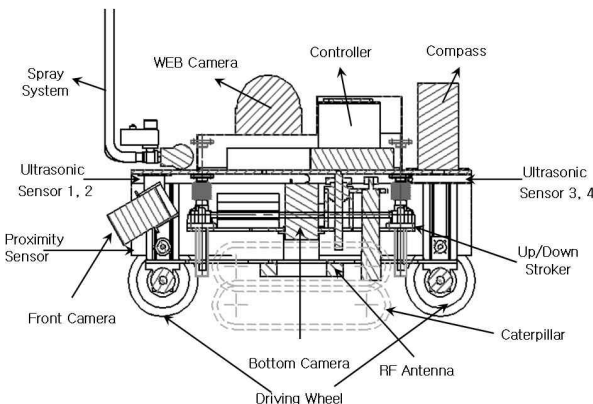


Fig. 2 Structure of robot

### 3. 로봇 운영 시스템

Fig.3 은 화훼 시설용 관리 로봇의 원활한 방제 및 모니터링을 하기 위해서 구성된 맵이다. 복도와 레일 부분에는 고유의 위치 정보를 가지고 있는 RFID Tag가 위치 해 있으며, 작업자는 방제 및 모니터링이 필요한 위치 값을 입력하면 경로상의 RFID Tag를 찾아 이동하게 된다. 이동 시 로봇의 이동 방향에 대한 정보를 얻기 위해서 DMC를 로봇에 장착하였으며, 경로를 따라 이동하기 위해서 전방과 중앙의 화상카메라를 통하여 복도와 레일진입부의 파란색, 빨간색 마킹을 감지하여 구동 하였다.

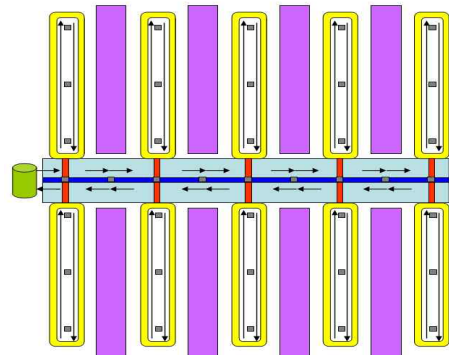


Fig. 3 Operative layout of robot

로봇의 운용 방법은 크게 자동모드, 원격모드, 수동 모드로 나누었다. 자동모드에서 관리자가 통제실에서 원하는 구간과 방제 유무를 체크하면 명령한 경로대로 로봇이 자율 이동하여 방제 및 모니터링을 실시하게 하였고, 원격모드에서 웹카메라에서 얻어지는 정보를 통해 통제실의 조종기를 이용하여 원하는 구간의 방제 및 모니터링이 가능하게 하였다. 마지막으로 수동모드에서 무선 통신이 아닌 유선 단말기를 로봇에 연결하여 단순한 이동을 할 수 있게 하였다.

### 4. 로봇 인지 및 주행 시스템

본 논문에서는 규격화 되어져 있는 장미 화훼 시설농장에서 로봇의 보다 정확한 Navigation 및 Localization을 할 수 있도록 하기 위한 알고리즘을 고안 하였다. 화훼 시설용 관리 로봇의 주된 임무는 방제이기 때문에 로봇이 방제 시에도 충분히 원하는 방향으로 정확한 경로를 따라 움직일 수 있도록 하여야 할 것이며, 부가적으로 장애물 감지시나 주어진 경로의 이탈 시를 충분히 대비한 알고리즘을 구상 해 보았다. 특히 본 장에서는 운용 방법에 따른 Navigation과 Localization을 위해 각각의 시스템들이 어떤 방식으로 작동하고 있는지 살펴보도록 하겠다.

#### 4.1 Localization

로봇의 위치 인식을 위해서 DMC(Digital Magnetic Compass)와 RFID를 사용하였으며, 레일에 대한 인식을 위해 근접센서를 사용하였다.

로봇은 어떤 장소로 이동하기 위해서는 그곳을 찾아가는 기준이 필요하다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 자기장을 세밀하게 검출하는 DMC를 사용하여 로봇의 이동 방향에 대한 정보를 얻을 수 있게 하였다. DMC는 지구의 자기장 외에 주위의 자기장의 영향을 받기 때문에 여러 간섭들에 의해서 정북(True North)과는 조금 달라질 수 있다. 이 경우에 모터와 DMC를 연결하여

모터의 원점 개념을 이용하여 에러 탈출 및 보정 하였다.



Fig. 4 Picture of DMC

Fig. 4는 본 연구진이 제작한 DMC의 형상을 보여주고 있다.

RFID(Radio Frequency Identification)는 라디오 주파수를 이용하여 움직이는 물체와 인식기 간의 데이터 통신을 하는 ADC(Automatic Data Collection)기술이다. 집적회로 메모리를 사용하기 때문에 물체를 통과해서도 정보를 수신할 수 있다. 또한 RFID Tag의 변경 및 추가가 자유롭고 반영구적인 장점이 있다. 본 연구진이 개발한 로봇에서는 이러한 RFID 기술을 통하여 로봇이 현재 어느 위치를 지나고 있고 어느 위치를 향해서 가고 있는지를 판단할 수 있게 하였다. 천장의 랜드마크를 인식하는 방법을 적용하려 했으나 시설농장의 높이가 너무 높고 직접적인 직사광선을 받는다는 점과, 방제시의 환경을 고려하였을 때, 데이터 저장 및 송수신이 자유로운 RFID를 바닥에 부착하여 사용하는 것이 낫다고 판단하였다. 그리하여 각각의 RFID Tag에 고유의 위치정보 값을 저장하고 로봇은 운영 중 항상 RFID를 감지하여 로봇의 위치를 확인 할 수 있다.

### 4.2 Navigation

로봇의 주행을 위해서 두 대의 비전 카메라를 사용하였으며, 로봇 주행시 장애물에 대한 회피를 위해 4개의 초음파 센서를 사용 하였다.

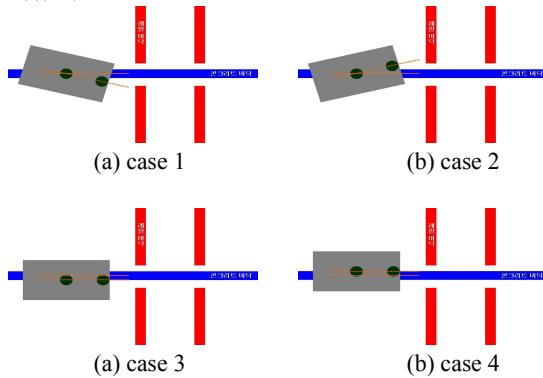


Fig. 5 Cases of misalignment

영상 시스템의 경우 두 대의 카메라를 통해 얻은 정보를 기반으로 Fig. 5와 같이 로봇 주행시 발생 할 수 있는 경우에 대해서 고려해 보았다.

주행 바닥면을 인지하기 위해 콘크리트 바닥면은 파란색, 레일 진입부는 빨간색으로 마크 하였으며, HSI 칼라 모델을 사용하여 색을 구분 하였다. 구분되어진 색은 모서리(Edge) 부분의 영상의 밝기가 급격하게 변하는 부분을 검출 하는 Edge Detection 방법을 이용하여 로봇이 라인을 따라 주행 하도록 하였다.

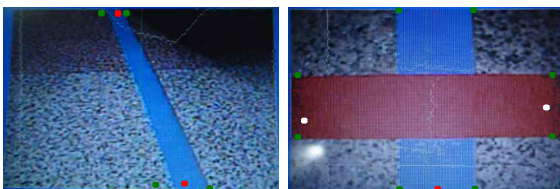


Fig. 6 LCD screen of front camera and bottom camera

Fig 6에서 파란색, 빨간색의 정보를 감지하여 각 라인의 양

끝과 라인의 중심을 LCD화면에 점으로 표시 된 것을 볼 수 있다. 전방 카메라는 주로 복도 주행을 담당하며, 라인의 중심의 점(Fig. 6에서 빨간점)들이 LCD화면에서의 중앙 부분으로 올수 있도록 항상 케도를 제어하여 직진성을 유지한다. 로봇 중앙의 카메라는 레일로의 진입을 담당하며, 빨간 라인의 점(Fig. 6에서 하얀점)들이 중앙에 위치하게 되면 로봇이 정 가운데 위치한 것이므로 그 때 90도 회전하여 정확하게 레일로 진입할 수 있게 한다. LCD화면 에서는 색깔의 비율을 히스토그램을 통해 보여주고 있다.

### 5. 성능 실험 및 고찰

RFID 안테나와 DMC의 경우 특성상 자기와 금속에 매우 민감한 모습을 보였다. 본 연구에서 개발한 로봇은 협소한 공간에서 자율 주행이 가능해야 하므로 좁은 공간에 많은 것들이 장착되어져 있기 때문에 RFID 안테나와 DMC의 위치 선정이 중요하였다.

로봇의 RFID 송수신 상태를 점검하기 위해 최고 속도로 이동할 때 데이터의 송수신 유무를 확인 하였다. 실험은 4m의 레일에서 최고속도인 1.8m/s로 구동할 때 RFID Tag를 1.5m 간격으로 2개를 바닥에 부착하여 총 10번 반복 실험 하였다. 그 결과 1번 데이터를 읽지 못하였으나 안테나와 가까이 위치한 케도 바퀴의 브라켓의 재질을 스테인레스로 교체함으로써 10번 Test 모두 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 또한 로봇이 고정된 출발점에서 2.5m의 이동명령 후 멈추는 지점의 정밀도를 20번 반복하여 측정한 결과 ±8mm의 결과를 얻었다. 이는 RFID Tag를 로봇이 인지 할 수 있는 충분한 오차 범위이다.

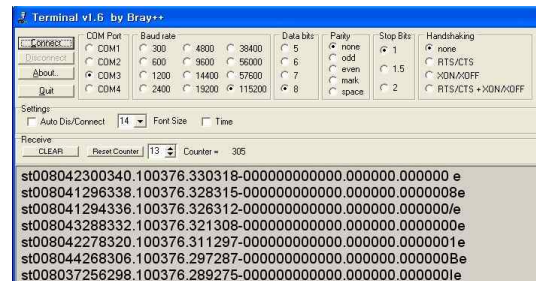


Fig. 7 Image processing data

카메라에서 얻어지는 영상데이터 값의 전송 상태를 확인 하였다. Fig. 7은 전방카메라의 데이터로서 파란색과 빨간색의 채도와 명도값을 얻을 수 있으며, LCD 화면에서 라인의 중간점을 나타내는 빨간, 하얀색의 점의 위치값이 실시간으로 전달되는 것을 볼 수 있다. 데이터 전송 속도는 115200bps이다.

### 6. 결론

본 논문은 내외적으로 급격하게 변하고 있는 농촌 환경에 자동화 시장을 개척하고 선도하기 위해서 장미 화훼용 시설관리 로봇의 자율 구동 시스템에 관하여 정리하였다. 시설 농장에 대한 현장 분석을 통해 작업자의 편리성을 고려하여 개발하였다.

본 연구를 통하여 농업 인력 부족과 고령화 및 대단위 농업의 해법을 제시함과 동시에 농업용 로봇 시장의 활로를 개척할 수 있었다.

### 참고문헌

1. Kim K.C, Park J.I, Ryuh B.S “Development of Intelligent Agricultural Robot for Farming Automation” KROS Conference pp. 41-44, 2008.
2. Yang C.W, Kim K.C, Lee H.K, Kim Y.J, Ryuh B.S “Development of Horticulture System Intelligent Agricultural Robot for Farming Automation and Unmanned System” ICROS & KROS Conference pp.15-18, 2009.
3. Ramesh Jain, Rangachar Kasturi "Machine vision" McGRAW-HILL pp.141-177, 276-285
4. D.C. Slaughter, D.K. Giles, D.Downey "Autonomous robotic weed control system" Computers and Electronics in Agriculture 61 pp. 63-78 2008