

식물성장 분석을 위한 시스템 소프트웨어 개발

(The Development of the System Software for Analysis of Plant's Growth)

전성동* · 이현우
(S. D. Jhun · H. W. Lee)

Abstract

We research hardware and software for measurement of most suitable condition of the plant growth. that is part of the future oriented that plant growing system.

The environment cannot offer the most suitable condition of the plant growth. so we are approached most suitable condition of the plant growth by adjustment of artificial condition of the plant growth but in theses experiment includes some fault that is subjectivity of observation. therefor we develop vision equipment and software for objective observation measurement.

1. 서론



< 그림 1.1 > 식물챔버

식물생장의 최적화는 자연환경 하에서는 절대로 달성할 수 없음을 캘리포니아 공과대학 Went 교수의 피토포트론(phytotron: 기후 조건을 임의로 조절할 수 있는 식물 생육 실험 관찰 장치) 실험에 의해서 증명되었다. 다시 말해 식물의 최대 영양소 공급이 이루어진다는 가정 하에서 식물의 생장조건은 온도, 상대습도, 광도, 탄산가스농도에 의해서 결정되는데 자연 환경에서 주어지는 조건들이 식물의 최적 생장 조건이 아닌 것이다.

식물의 최적생장조건을 찾아내기 위한 연구는 다양한 방법으로 이루어지고 있다. 그 중 외부 환경과 완전히 차단하고 앞서 언급한 식물의 생장조건인 온도, 상대습도, 광도, 탄산가스농도 등을 조절하는 <그림 1.1> 과 같은 장치를 이용하는데 이를 식물챔버라고 한다.

챔버를 이용하여 특정 식물에 대한 최적 생장조건을 찾아내는데는 반복되는 실험이 불가피하다. 생장조건을 다양하게 구성하여 식물을 직접 재배하는 방법밖

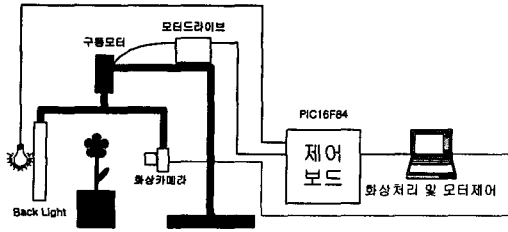
에 없는 것이다. 이러한 반복되는 실험에서 식물의 가시적인 성장 상태에 대한 분석이 이루어져야 하는데 현재 대부분은 관찰자의 주관적인 느낌이나 길이 정도의 데이터로 성장 정도를 분석하고 있다. 이러한 관찰 방법의 문제점은 관찰자의 주관적인 느낌이 객관적인 데이터로 활용된다는 점과 길이 등의 측정 시기가 부정확하여 정확한 분석 데이터를 얻기에는 부족한 점이 많은 것이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 식물 성장 관찰의 문제점을 최소화하여 객관적인 분석 자료를 얻기 위해 식물 성장 관찰용 하드웨어를 구축하고 이를 분석하기 위한 소프트웨어 개발에 대한 연구 내용을 다룬다.

2. 본론

2.1 시스템 구성

본 실험에서는 관찰 대상인 식물의 2차원 평면 화상을 화상카메라를 통해 디지털 영상 데이터로 얻어 식물이 차지하는 면적을 계산함으로써 성장 정도에 대한 데이터를 얻으려 한다. 그러나 식물의 형상은 비정형적인 형태를 띠고있어 관찰 각도에 따라 다양한 형태로 나타나기 때문에 한 면의 2차원 형상으로 식물의 크기 변화를 관찰하는 것은 많은 부분의 성장 관찰 요소를 놓쳐 버리는 결과를 초래한다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 관찰 시각을 360. 회전시켜 그 각각의 2차원 식물 면적을 계산하고 이를 평균함으로써 보다 신뢰성 있는 분석 데이터로 활용한다.



< 그림 2.1 > 시스템 구성도

조명 방식은 선명한 2차원 평면화상 면적만을 필요로 하므로 반사광을 화상카메라로 읽어 들이는 방식이 아닌 관찰 대상을 투과한 광을 화상카메라로 읽어 들였다. 이러한 방식으로 관찰 대상의 Edge를 본다 선명하게 하여 화상의 이진화 처리시 관찰대상 손실을 최대한 줄일 수 있게 하였다.

화상처리에서 보다 신뢰성 있는 화상을 얻기 위해 카메라를 고정하는 것이 원칙이나 관찰대상인 식물의 재배 방식에 따라 이러한 방식이 적용 될 수 없는 경우를 고려하여 역조명과 카메라를 회전시키는 방식을 택하였다. 역조명과 카메라의 회전을 위해 서보모터를 사용하였으며 약 3.5. 씩 회전하여 360. 회전 후 2차원 화상 102개를 얻었다.

서보모터의 회전 제어와 화상 획득 시기를 제어하기 위하여 컴퓨터와 통신 할 수 있는 제어회로를 구성하였다. 제어보드는 마이크로 프로세스의 일종인 PIC16F84를 사용하였으며 컴퓨터와의 통신을 위해 MAX232칩을 사용하여 RS232통신을 하였다.

화상데이터의 획득은 VFW(Video For Window) 라이브러리를 사용하여 BMP(Bit Map Picture) 파일로 저장하였으며 화상 데이터의 처리는 특별한 라이브러리를 사용하지 않고 기본 이론을 바탕으로 프로그래밍 하였다.

2.1.1 화상카메라 및 조명



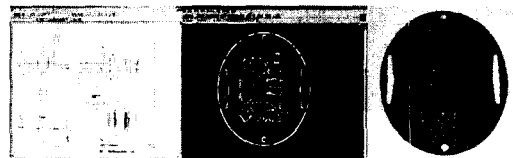
< 그림 2.2 > 확산 전방조명 적용



< 그림 2.3 > 확산 후방조명 적용

본 실험에서는 시스템의 간소화를 위해 area scan 방식의 일반 PC용 CCD카메라를 사용하였고 조명은 관찰대상인 식물의 명확한 Edge 검출을 위하여 2차원 화상 데이터에서 식물과 배경이 명확히 구분되어야 했다. 여러 가지 방법을 고려했던 결과 < 그림2.2 > 확산 전방조명법과 < 그림2.3 > 확산 후방조명법이 가장 유력하였는데 < 그림2.2 >에서는 컬러 영상을 통한 식물의 관찰 알고리즘에는 적합하나 < 그림2.3 >와 비교해 볼 때 Edge의 구분이 미흡하여 < 그림3.3 >의 방법이 선택되었다.

2.1.2 제어보드



< 그림 2.4 > 회로도 & PCB Layout & 제어보드

제어보드는 화상처리 소프트웨어에서 요구하는 모터 구동 신호를 받아 모터를 정역 방향으로 일정 각 제어하는 역할을 수행한다. 서보모터의 일정 각 정역 회전은 모터 드라이버로 원하는 만큼의 펄스를 입력함으로써 제어 할 수 있는데 본 실험에서는 PIC16F84 마이크로 프로세스를 적용하여 구성하였고 제어보드와 화상처리 소프트웨어와의 통신은 RS232C 프로토콜을 이용한 시리얼 통신으로 이루어졌는데 이를 위하여 MAX232 칩을 사용하였다.

2.2.3 소프트웨어 동작 시퀀스

되는 것이다.

< 그림 2.8 > 저장된 화상 데이터

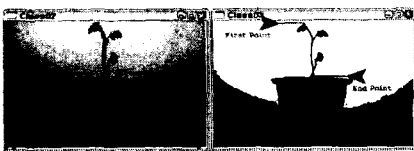
2.3.1 2차원 화상의 식물 면적

본 실험은 아직 촬영 조건의 최적화가 이루어지지 못해 화상처리에 최적화된 조명 구성이 이루어지지 못했다. 하지만 기본적인 알고리즘 적용에는 문제가 되지 않았다. < 그림 2.9 >은 이진 화상처리를 위해 원 화상을 이진 화상으로 변환한 형태를 보여주고 있는데 조명의 불 균일을 해결하기 위하여 이진 화상의 사각 영역으로 영역을 제한하였다.

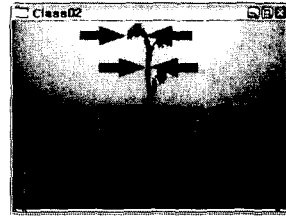


< 그림 2.9 > 원 화상 & 이진 화상

2차원 화상에서 식물이 차지하는 면적을 찾아내기 위해 우선 < 그림 2.10 >의 이진화상에 표시된 것과 같이 First Point를 찾아낸 다음 식물 화상의 End Point를 찾아 제한 영역과 교집합 하여 식물이 차지하는 픽셀 값을 구하였다. End Point는 제한 영역 좌우 화상 좌표를 구한 다음 그 좌우 좌표간 거리 변화량이 가장 급격하게 변하는 점을 식물의 End Point로 규정하였다. < 그림 2.11 >은 식물의 좌우 좌표 거리보다 화분의 좌표 거리가 상대적으로 큼을 보여주고 있다.



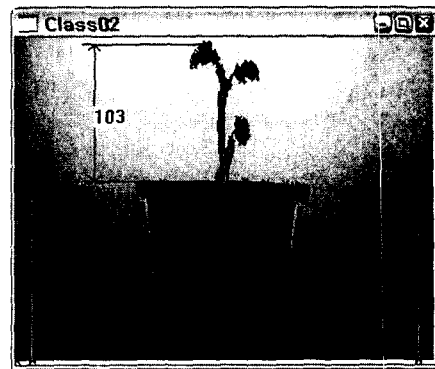
< 그림 2.10 > 식물좌표 추적결과



< 그림 2.11 > 거리 비교

2.3.2 식물성장 그래프

< 그림 2.12 >에서 보는 바와 같이 360. 회전 촬영 화상 중 2차원 화상 하나의 해석이 성공적으로 이루어졌다. 또한 이렇게 360. 전 화상의 2차원 해석을 끝내고 그 면적 값을 평균하여 < 그림 2.13 >와 같은 결과 그래프를 얻었다.



< 그림 2.12 > 2차원 화상 해석 결과



< 그림 2.13 > 식물성장 그래프

3. 결 론

아쉽게도 다양한 조건 하에서 동종의 식물이 어떠한 성장 변화를 가져오는지에 대한 실험은 이루어지지 못하였다. 향후 본 하드웨어 및 소프트웨어를 챔버에 적용하여 다양한 조건 하에서 동종의 식물이 어떠한 성장 그래프를 나타내는지를 적용해 볼 것이다.

이 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업 인 프라구축지원사업으로 수행된 논문입니다.

참 고 문 헌

- [1] 김기영, 류관희: “화상처리를 이용한 온실에서 식물성장도 측정”, 한국농업기계학회지, 제23권 제3호, pp.285~290, 1998.
- [2] 전성동, 이현우 외 2명: “PLC 및 HMI 소프트웨어를 이용한 식물재배용 Chamber의 원격제어”, 한국조명·전기설비학회 부산·경남지회 학술발표회 논문집, pp. 42~45, 2002. 7
- [3] 손재홍외 다수: “칼라 영상처리에 의한 결주 및 불량모 인식”, 한국농업기계학회지, 제26권 제3호, pp.253~262, 2001.
- [4] Y. Hashimoto: “Plant Factory in the 21st Century”, ICAME2000, Vol.1 of 3, pp.1~30, 2000.
- [5] 이수희, 노상하: 근적외선 영상을 이용한 후지사과의 결점 검출에 관한 연구, 한국농업기계학회지 제26권 제2호. pp. 169~176. 2001
- [6] 조남홍, 이수희, 황현, 이영희, 최승묵, 박종률, 조광한: “기계시각에 의한 풋고추 온라인 등급판정 알고리즘 개발, 한국농업기계학회지 제26권 제6호. pp. 571~578. 2001
- [7] 김영복, 이승규, 김성태, 나우정, 송대빈, 이호준: “기계시각을 이용한 홍고추의 기하학적 및 물리적 특성 분석”, 한국농업기계학회지 제26권 제3호. pp. 287~294. 2001
- [8] 김상형: “API 정복”, 가남사
- [9] 차영배: “PIC16C84/71”, 다다미디어