

표고 On-Line 등급판정용 양면영상 측정장치 및 알고리즘 개발

Development of Two Side Image Acquisition Device & Grading Algorithm for On-Line Sorting of Dried Oak Mushrooms

이충호* 황 현** 김시찬**
정회원 정회원
C.H. Lee H. Hwang S.C. Kim

1. 서론

본 연구에서는 수출용 건표고 선별기 개발을 위한 양면 영상측정장치의 개발과 등급판정에 관한 연구를 수행하였다. 건표고의 등급은 크게 화고, 동고, 향고, 향신 및 등외품으로 나뉘지고 있다. 그리고 각각은 크기에 따라 대,중,소형으로 분류되고 또한 품질에 따라서 상,하품으로 분류를 하고 있는 실정이다. 국내의 경우, 출하되는 버섯은 대개 10여개 정도로 분류하고 있고 일본의 경우는 16등급의 출하기준을 명시하고 있다. 수출용 버섯은 국내기준으로 상품에 해당하는 버섯이 주종을 이루고 있다. 수출업체에서는 크기, 형상, 무늬, 색상 그리고 갓의 퍼진 정도를 기준으로 해서 버섯을 세부적으로 분류하는데 업체에 따라 40여 가지까지 등급을 세분화하기도 한다.

본 연구에서는 수출업체의 등급분류를 기준으로 하였으나 등급별 수집샘플의 부족으로 인하여 20개의 등급으로 세분화하여 컴퓨터시각에 의한 등급판정 연구를 수행하였다. 건표고는 외형이 복잡하기 때문에 특징점추출에 의한 판정이 어렵고 전면 또는 후면영상중 한면만을 이용한 판정(이,1995)의 경우 분류되는 등급의 수가 한정되어 있기 때문에 표고의 양면영상을 이용하여 등급판정을 수행하였다. 양면영상의 측정을 위해 두 대의 컨베이어를 이송방향으로 직교하도록 배열하고 컨베이어 사이의 높이차를 두어 중간에 DC모터로 구동되는 안내슈트를 설치한 양면영상 측정장치를 제작하였다. 표고의 등급판정은 다치영상(gray image)을 8×8의 마스크형태로 구획화하여 각 마스크의 평균화소밝기와 화소의 크기를 나타내는 스케일인자를 포함한 132개의 입력데이터를 가지고 등급판정을 수행하였다. 학습은 각 등급별로 10개를 선정하여 수행하였으며 등급판정 테스트는 각 등급별로 20개(전체 400개)의 미지샘플을 이용하였다.

†본 연구는 농림부 1996년 농림수산물기술개발사업과제의 지원으로 수행되었습.

*성균관대학교 과학기술연구소

**성균관대학교 생물기전공학과

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

수출용 선별기 개발을 위한 등급기준은 버섯수출업체의 출하기준을 참고하여 20개로 나누었다. 각 등급은 흑화동고 대(중,소), 동고 대(중,소), 향고 대(중,소), 향신 대(중,소), 흑화향고 대(중,소), 흑화향신 대(중,소), 백화동고 소 및 백화향신 소를 가지고 수행하였다.

나. 반전장치

기준에 개발한 건표고 등급선별기(황 1996)는 전면 또는 후면중 한면의 영상만을 가지고 순차적으로 등급판정을 수행하도록 하였다. 따라서 버섯의 전후면 인식을 수행하고 난후 일차적으로 전면으로 인식이 되어야만 등급판정을 수행하도록 하였고 후면으로 판정이 된 버섯은 피드백하도록 하였다. 전면으로 판정된 버섯은 화고류 4등급일 경우 등급을 결정하였고 아닌 경우에는 반전장치(reversing device)에 의해 버섯의 위치를 후면으로 반전시켜 나머지 등급판정을 수행하였다(이,1995).

그러나 버섯의 등급을 세분화하여 처리하게 되면 갖의 색상과 무늬가 유사하더라도 버섯 후면의 발린 정도에 따라 다시 등급이 결정된다. 따라서 버섯 전후면 영상의 획득 및 획득한 전후면의 동시처리를 통한 등급판정이 필수적이다. 개개의 버섯에 대해 양면영상을 모두 획득하고 이를 측정해야 하므로 2회의 영상처리과정과 반전을 위한 처리시간은 전체 시스템의 선별효율과 직결되기 때문에 이에 대한 연구는 시스템개발에 있어서 중요하다.

기준에 개발된 반전장치는 2개의 봉을 컨베이어 사이에 부착하였으나 20개의 등급에 대해 적용한 결과, 직경이 1cm미만인 버섯과 6~7cm이상이고 육질의 두께가 0.5cm미만의 버섯에 대해서는 반전이 제대로 이루어지지 않았다. 또한 고정식 슈트의 경우에도 슈트의 너비가 일정하기 때문에 버섯의 크기와 형태 그리고 두께에 따라 전후면 또는 후진면 반전이 제대로 수행되지 않는 결과를 나타냈다. 이를 개선하기 위해 중간에 설치된 봉을 모터로 회전하는 방식을 채택하였다. 접지부의 마찰력을 높이기 위해 솔을 부착한 반전장치의 경우, 역시 작거나 큰 버섯에 대해서는 반전이 제대로 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 그림 1과 같이 DC모터에 의해 구동되는 슈트회전형 반전장치를 제작하였다. 이 장치는 1차영상의 측정이 이루어지고 난후 그 신호를 컴퓨터로 전달하여 작동하도록 하였으며 회전각은 리미트스위치를 장착하여 조절하였다. 그리고 떨어지는 버섯의 재반전을 방지하기 위해서 안내판을 설치하였다. 이 장치는 가장 작은 소립계열의 버섯을 제외하고는 95%이상의 반전효율을 보여주었다. 그림 2는 DC모터 구동 드라이버 회로를 나타낸다.

다. 영상 전처리

선별기의 성능은 기구부의 개선 못지 않게 판정 소프트웨어의 정확성과 안정성이 중요하다. 본 연구에서는 영상의 획득과 처리과정을 단순화하기 위해서 다치영상(gray image)을

이용하여 카메라에 입력되는 버섯 영상의 위치를 탐색하도록 하였다. 1대의 카메라를 이용하여 반전전후의 영상을 측정하기 위해서 그림 3과 같은 두 개의 측정영역을 설정하였다. 카메라의 측정범위는 상위컨베이어와 하위컨베이어를 모두 측정하도록 설정하였으며 측정에 앞서 초기에 한해 화소의 밝기 보정을 수행하도록 하였다. 각각의 측정영역은 170×180의 크기를 가진다.

카메라의 영상획득은 위치검출용 투과형 광센서 신호가 ON이 되면 작동되며 각 측정영역의 4방향에서 중심방향으로 탐색하여 측정대상인 표고의 최외각 좌표를 구하였다. 최외각 좌표는 배경영역이 흰색 폴리우레탄 재질의 컨베이어와 버섯 색상의 편차를 비교하는 방식으로 구하였으며 중심방향으로의 연결성이 기준편차에 만족하는 좌표가 5개 이상일 때 그 최외각의 X,Y 좌표를 기준값으로 설정하였다.

여기서 구한 X,Y방향의 최대 및 최소좌표를 기준으로 전후면 인식과 등급판정을 위해 BP 회로망에 입력하기 위한 8×8 마스크를 산출하였다.

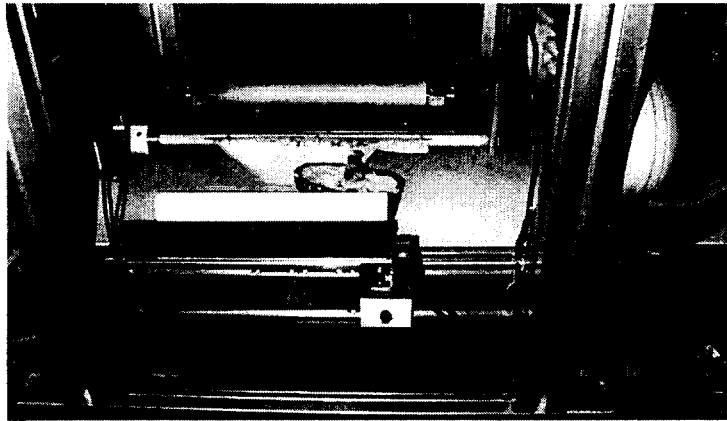


Fig. 1 DC 모터 구동 슈트형 반전장치.

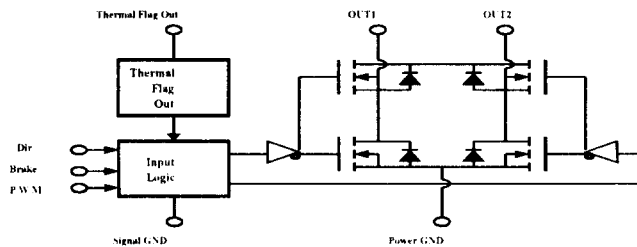


Fig. 2 DC 모터 구동 드라이버 회로.

라. 등급판정 알고리즘

본 연구에서는 일반적인 등급판정 방법인, 이치화과정을 거친후 대상체의 크기, 색상 등 특징점을 추출하는 방식(Hwang,1993)이 아닌 다치영상(gray image)을 이용한 등급판정(이,1995)을 수행하였다. 특히, 표고의 경우는 형상이 불규칙하므로 정확한 특징점 추출이 어렵고 다치영상을 입력으로 하는 방식은 소프트웨어적인 오동작을 방지할수 있다.

등급판정 과정은 영상획득→전후면판정→버섯 반전→영상획득→전후면판정→데이터정렬→등급판정의 순서로 수행된다. 여기서, 버섯이 반전된후 다시 전후면 판정을 수행한 이유는 반전의 유무 평가와 더불어 회로망에 입력되는 데이터의 순서가 전면영상 데이터,후면 영상 데이터 및 크기인자의 순으로 입력되기 때문이다. 따라서 첫 번째 전후면판정에서 후면으로 판정되면 이때 산출한 64개의 마스크 데이터는 다음에 반전된 전면영상 데이터와 소트되어 회로망에 입력된다.

전후면 판정은 8×8의 마스크에 입력된 평균화소밝기를 BP 회로망에 입력하여 수행되었다. 등급판정은 그림 4와 같이 두 번의 전후면판정에서 구한 8×8마스크의 128개의 평균화소밝기와 크기인자인 X, Y, X*Y, X/Y를 BP 회로망에 합산하여 전체 132개의 데이터를 이용하였다.

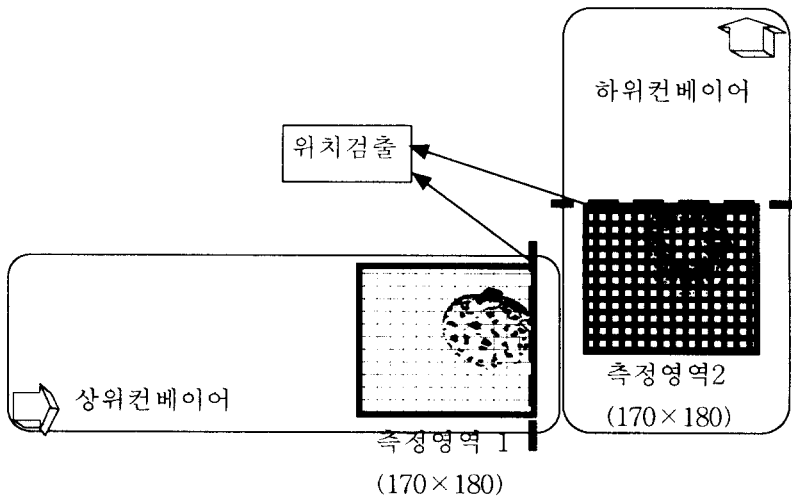


Fig. 3 2개의 영상측정 윈도우.

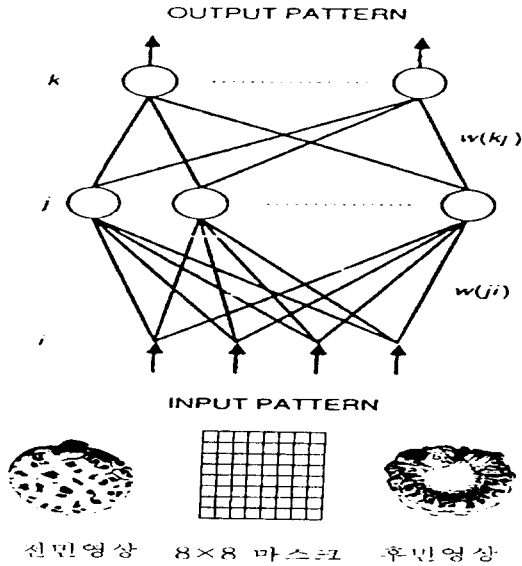


Fig. 4 BP회로망의 전후면 입력영상 및 8×8 마스크.

3. 결과 및 고찰

전후면 판정은 각 등급별로 3개 버섯의 전후면을 측정(등급별 6개)하여 전체 120개의 학습샘플을 가지고 수행하였다. 회로망은 입력, 미지 및 출력층의 처리요소를 120-32-1로 설정하였으며 학습율과 모멘텀은 각각 0.6, 0.3으로 설정하였다. 전후면 판정은 등급별로 미학습샘플 6개씩을 이용하여 검증한 결과 11개를 오인식하여 91%의 인식율 나타났다. 오인식된 등급은 소립계열에서 주로 나타났다. 소립계열에서 오차가 발생한 이유는, 실제 육안으로 볼 때 실험에 사용한 소립계열의 크기가 너무 작아(직경 1cm 정도) 전후면의 구분이 어렵기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

등급판정을 위해 20등급의 표고를 각각 10개씩 학습샘플로 선정하였다. 학습을 위해 모두 200개의 데이터를 이용하였고, 입력요소는 132개, 미지층 요소는 50개, 그리고 출력층은 5개의 요소를 갖도록 설정하였다. 학습율과 모멘텀은 각각 0.3으로 설정하였다.

회로망의 일반화효과에 의한 인식성능을 판정하기 위해서 학습에 사용하지 않은 미학습버섯을 등급별로 20개씩 선정하여 평가한 결과 400개의 검증 버섯중에서 46개를 다른 등급으로 판정하여 88.5%의 인식 성능을 나타냈다. 등급판정 과정에서 발생한 오차는 표고 등급을 세분화하여 유사등급과 거의 차이가 나지 않는 샘플링의 문제라 사료되므로 학습샘플을 등급별로 자세하게 정량화하면 오차가 개선되리라 판단된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 건표고 등급선별 시스템 개발을 위한 양면 영상측정장치의 개발과 전후면 인식 및 등급판정에 관한 연구를 수행하였다. 수출업체의 등급분류 기준을 참고로 하여 20개의 등급으로 세분화하여 개개 표고의 양면영상을 컴퓨터시각 시스템으로 순차적으로 획득하였다. 신경회로망 기술을 이용하여 무작위로 이송되는 버섯의 전후면 인식과 다치의 전후면 영상을 이용한 등급판정 연구를 수행하였다.

전후면 영상의 측정을 위해 개발 제작한 DC모터 구동 슈트형 반전장치는 솔부착형의 반전장치보다 성능이 우수하게 나타났다. 표고의 등급판정은 다치영상(gray image)을 8×8의 마스크형태로 구획화하여 각 마스크의 평균화소값과 화소의 크기를 나타내는 스케일인자를 포함한 132개의 입력데이터를 가지고 등급판정을 수행하였고 검정실험 결과 88.5%의 성능을 나타냈다. 표고의 양면영상을 이용한 등급판정에 걸리는 시간은 대략 0.6초 가량 소요되었다.

5.참고문헌

1. Hwang, H., C.H. Lee and J.H. Han. 1993. Neuro-net based automatic sorting and grading of a mushroom(Lentnus Edodes L.). ICAMPE 93' Oct. 19-22. pp1243-1253.
2. 이충호, 1995, 컴퓨터시각에 의한 건표고의 외관검색 및 자동 선별시스템 개발, 성균관대학교 박사학위논문
3. 황 현, 이 충호. 1996. 건표고 자동선별을 위한 시각시스템 개발, 한국농업기계학회지, 제 21권 4호 pp 414-421