

신경망 기반 과일 표면 검사에 관한 연구

이형구
한국산업기술대학교 게임공학과
e-mail : hgl@kpu.ac.kr

A Study on Neural Network-Based Inspection of Fruit Surface

HyoungGu LEE
Dept. of Game & Multimedia, Korea Polytechnic University

요 약

본 논문은 카메라로 획득한 배의 표면과 꼭지 영상을 입력으로 하여 RBF 신경망 기반 분류기를 사용하여 양호한 배인지 아닌지를 판별하는 판별기의 설계에 대해 설명한다. 먼저 입력 영상에서 배경을 분리시킨 후 배만을 포함하는 영상을 얻고 이 영상에서 윤곽선과 같은 여러 가지 특징들을 추출한 후 미리 대량의 표면 영상과 꼭지 영상으로 훈련시킨 두 개의 RBF 신경망 기반 분류기를 사용하여 배의 상태를 판별한다. 구현되는 세부 모듈을 과일 종류에 맞게 수정한다면 제안되는 방법을 사과, 참외와 같은 다른 과일에도 적용할 수 있을 것이다.

1. 서론

카메라 영상을 이용하여 과일을 검사하려는 시도는 많이 있어왔다. 그러나, 과일 표면에 나타나는 결점의 다양성 때문에 지역적 구조 특성이나 텍스처 성질을 이용하여, 깨끗한 표면에서 결점 영역을 분리해내려는 노력들은 별 성과가 없었다. 이러한 실패의 주요 원인은 각 특징의 분포함수가 다르다고 가정한 것에 기인한다. 이 문제를 해결하기 위해 특징의 분포를 미리 정해두지 않고 접근하는 신경망 기반 방법이 대안으로 제시되어 오렌지에 대해서는 좋은 결과를 보여주었다 [1].

배 영상에서 결점을 찾기 위해 본 논문에서 제안하는 방법은 먼저 입력 영상에서 배경을 분리시킨 후 배만을 포함하는 영상을 얻는다. 이 영상에서 윤곽선과 같은 여러 가지 특징들을 추출한 후 신경망 기반 분류기를 사용하여 양호한 배인지 아닌지를 판별한다. 여기서 사용되는 신경망은 미리 준비된 대량의 영상으로 훈련시킨 후 판별에 사용된다. 배 꼭지의 이상 유무는 Radon transform [2] 결과의 특징을 추출한 후, 꼭지 영상만을 훈련시킨 또 다른 신경망으로 판별한

다.

2. 판별기 구성

판별기의 전체 구성은 그림 1 과 같다.

먼저 입력된 표면/꼭지 영상의 컬러 공간을 변환시켜 HSI 영상과 R+G-2B 영상을 만든다. HSI 영상으로부터 배경을 분리시킬 마스크 영상을 생성한 후 마스크를 HSI 의 그레이(I) 영상과 R+G-2B 영상에 적용하여 각 영상에서 배 영역을 분리한다. 분리된 배 영상에서 특징들을 계산한 후 미리 대량의 영상으로 훈련시킨 신경망에 입력하여 양호/불량을 판정한다. 각 모듈에 대한 설명은 다음과 같다.

2.1 영상 변환

입력된 영상을 배의 특징을 잘 표현해주는 것으로 알려진 HSI 컬러 공간과 R+G-2B 공간의 영상으로 변환시킨다 [3, 4]. 그림 2 는 (a) 입력 영상, (b) HSI 의 Hue 영상, (c) HSI 의 Intensity 영상, 그리고 (d) R+G-2B 영상의 예를 보여준다.

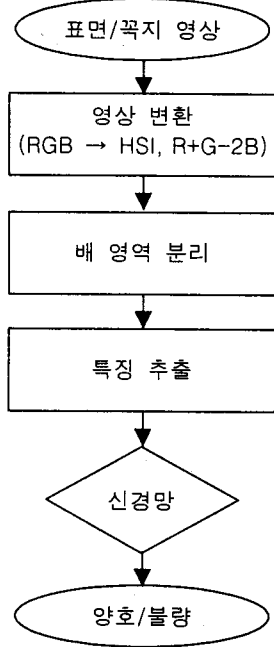
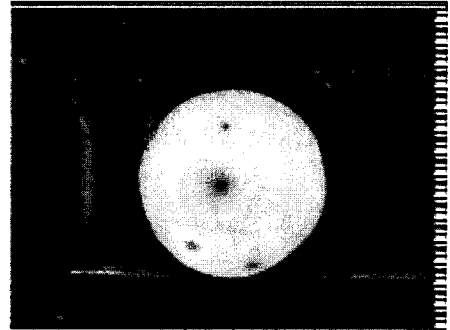


그림 1 배 판별기 개관도

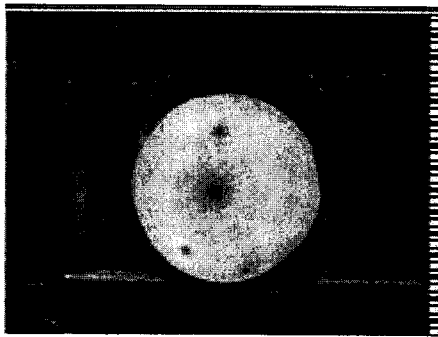


(c)

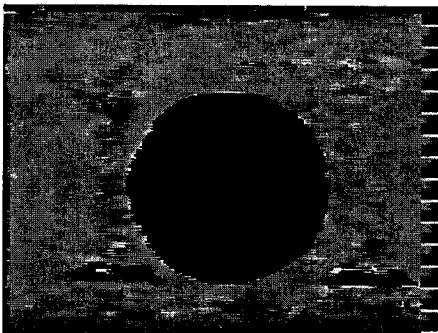
그림 2 입력 영상과 변환된 영상 (a) 입력 영상 (b) HSI의 Hue 영상 (c) HSI의 Intensity 영상 (d) R+G-2B 영상

2.2 배 영역 분리

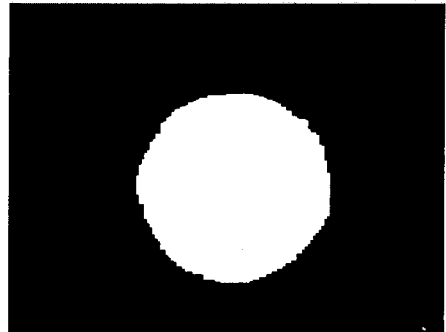
배 영역을 분리하기 위해서 먼저 마스크 영상을 만든다. Hue 영상을 배 색상을 기준으로 이진화 시킨 후 erosion과 dilation을 반복하여 배경의 잡음을 제거한 마스크 영상을 만든다. 완성된 마스크 영상을 HSI의 Intensity 영상과 R+G-2B 영상에 적용하여 각각에서 배 영역만을 남긴다. 그림 3은 마스크 영상과 마스크를 적용시킨 후의 Intensity, R+G-2B 영상의 예를 보여준다.



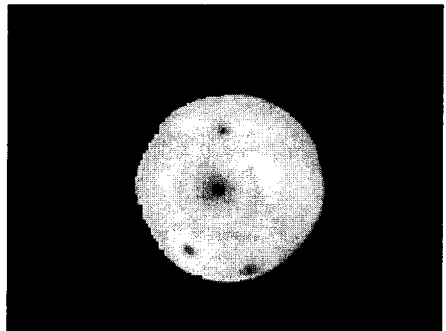
(a)



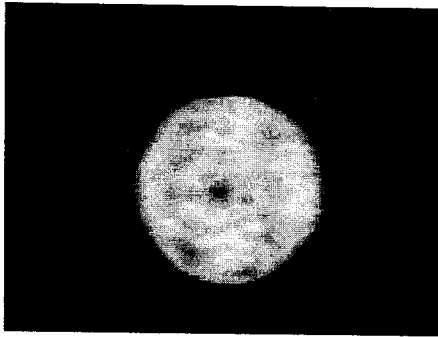
(b)



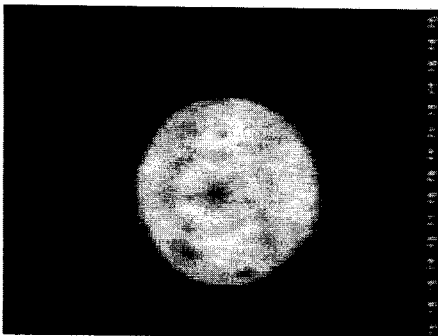
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3 마스크 영상과 마스크링 후의 영상 (a) 마스크 영상 (b) 마스크링 후 Intensity 영상 (c) 마스크링 후 R+G-2B 영상

2.3 특징 추출

배만을 포함하는 Intensity 영상과 R+G-2B 영상에서 결점을 나타낼 수 있는 경계선과 Radon transform 특징을 추출한다. 배 표면을 검사하기 위해서는 경계선의 특징을 추출하고 배 꼭지 영상에서는 Radon transform 결과의 특징을 추출한다.

2.4 신경망

본 판별기에서는 역전파 알고리즘에 기반을 둔 신경망보다 훈련 속도가 빠르고 훈련에 소요되는 자료도 적게 필요한 RBF (Radial Basis Function) network에 기반을 RBF 신경망을 사용한다 [5]. RBF 신경망의 훈련은 준비된 대량의 영상으로부터 특징을 추출한 후

양호/불량의 결과와 함께 에러가 0로 될 때까지 또는 은닉층의 뉴런 갯수가 설정된 최대값에 도달할 때까지 훈련시킨다. 새로운 입력 영상에 대한 판별은 입력 영상에 대해 2.3 절의 방법으로 구해지는 특징 벡터를 훈련된 신경망에 입력하여 결과를 얻는다.

3. 결론

본 논문에서는 배의 표면과 꼭지 영상을 입력으로 하여 RBF 신경망 기반 분류기를 사용하여 양호한 배인지 아닌지를 판별하는 방법에 대해 소개하였다. 입력 영상에서 배경을 분리시킨 후 배만을 포함하는 영상을 얻고 이 영상에서 윤곽선과 같은 여러 가지 특징을 추출한 후 미리 훈련된 RBF 신경망 기반 분류기를 사용하여 배의 상태를 판별한다. 2 절에 소개된 각 모듈을 과일 종류에 맞게 수정한다면 본 논문에서 제안한 방법을 사과, 참외와 같은 다른 과일에도 적용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Michael Recce, John Taylor, Alessio Plebe, Giuseppe Tropiano, "High Speed Vision-Based Quality Grading of Oranges", International Workshop on Neural Networks for Identification, Control, Robotics, and Signal/Image Processing, pp.136-144, 21-23 Aug 1996
- [2] V.A. Shapiro, V.H. Ivanov, "Real-time Hough/Radon Transform: algorithm and architectures", ICIP-94. IEEE International Conference on Image Processing, Vol.3, pp.630-634, 13-16 Nov 1994
- [3] G. Kay, G. de Jager, "A versatile colour system capable of fruit sorting and accurate object classification", COMSIG 92. Proceedings of the 1992 South African Symposium on Communications and Signal Processing, pp.145-148, 11 Sep 1992
- [4] K.A. Forbes, G.M. Tattersfield, "Estimating fruit volume from digital images", 1999 IEEE AFRICON, Vol. 1, pp.107-112, 28 Sep ~ 1 Oct 1999
- [5] Simon Haykin, Neural Networks, second edition, Prentice-Hall, 1999