

신경회로망을 이용한 오이의 형상 인식

Feature Detection of Cucumber using Neural Network

이대원, 김현태, 임기택, 김 응
성균관대학교

D. W. Lee, H. T. Kim, K. T. Lim, W. Kim
Dept. of Bio-Mechatronic Eng. Sungkyunkwan University

1. 서론

최근 농업인구의 변화 및 노동력의 감소라는 현실적인 문제를 고려하여 농산물 수확에 있어서 자동화기술의 도입은 필수적이라고 하여도 과언이 아니다. 생물생산시설의 자동화를 위해서는 여러 분야에서 연구가 필요하겠지만, 그 중에서도 수확하고자 하는 대상물의 인식은 수확기 개발에 있어 가장 먼저 선행되어야 할 부분이다. 농업생산을 위한 기계화 및 자동화는 우리 나라 농업의 경쟁력확보를 위해서 가장 절실하게 요구되어지고 있으나 농산물의 수확에는 거의 자동화가 일어나지 못한 실정이다.

본 연구에서는 오이수확기 개발에 있어서 수확할 오이는 줄기나 잎의 색과 비슷하기 때문에 컬러 비디오 카메라로는 과실을 식별하기가 어렵기 때문에, 정확한 오이의 형상 및 위치를 인식하기 위한 전단계 과정으로 신경회로망(Neural Network)을 이용한 연상메모리(associative memory)에 의해 오이의 과병(果柄)과 꼭지의 판별을 행하여 대상체의 인식을 수행하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

과채류의 수확기 개발에 있어서 영상을 통한 과채류의 인식은 수확기 개발에 있어서 핵심기술이라 할 수 있다. 본 연구에서는 오이수확기 개발을 위해 대상 과채류를 오이로 선정하였다. 오이의 형상과 정확한 위치 검출을 위해서 먼저 오이를 구별하기 위한 단계로서 과병과 꼭지를 정하였다(Fig. 1참조). 대부분의 현장은 오이와 잎이 혼합되어 정확한 오이의 형상이 나타나는 것은 쉽지 않다. 따라서 오이의 특정부분을 정하여 인식하는 것이 현실적인 방법으로 판단된다.

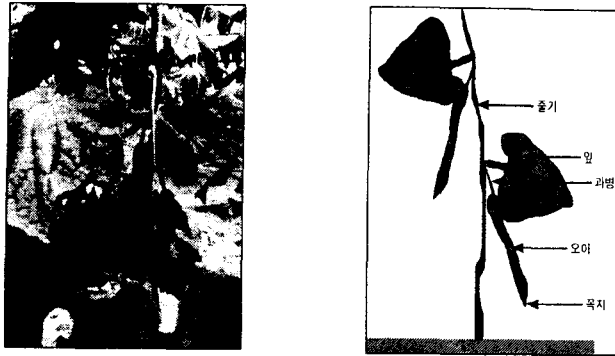


Fig. 1 Shape of Cucumber

위의 사진에서 오이의 잎과 열매의 구별 및 인식을 위해서 선형연상메모리(linear associative memory)의 동질연상메모리(auto-associative memory)를 이용하였다. 동질연상메모리는 입력패턴 $s(p)$ 와 출력패턴 $t(p)$ 가 동일한 형태이며 단위 매트릭스를 사용하여 노이즈가 섞인 입력패턴을 복원하는데 많이 사용하는 방법이다. 신경망 구조의 알고리즘 중 연상 메모리는 인간 두뇌의 연상작용을 이용하여 패턴의 일부분이 주어지고 전체 패턴의 모습을 알고자 할 때 사용할 수 있다. 패턴간의 연관성을 기억시키기 위한 학습단계는 순방향 신경망 구조를 이용한 연상메모리 방식중의 하나가 선형 연상 메모리이다. 선형 연상 메모리는 입력패턴이 x , 연결강도가 w 일 때 출력 패턴 y 는 x 와 w 의 선형 결합에 의하여 구할 수 있으며 연상메모리는 양극성이진함수를 사용한다(식1, Fig. 2 참조).

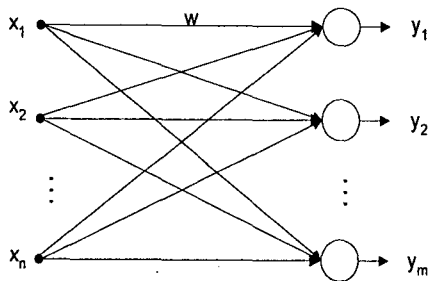


Fig. 2 Net pattern of linear associative memory

$$NET = xw$$

$$y = f(NET) \quad , \quad w = \sum_{p=1}^P s^T(p) t(p) - pI \quad (\text{식1})$$

나. 실험방법

Fig. 3의 이미지는 동질연상메모리법을 적용하기 위해 먼저 오이의 인식을 위한 과병과 꼭지 부분을 30×30 픽셀 크기로 이미지에서 임의로 추출하였다.

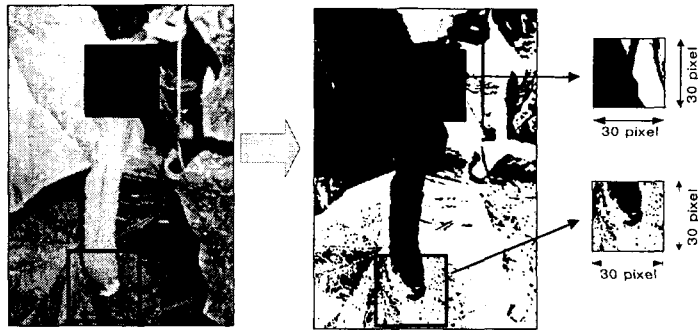


Fig. 3 Extracted images by Neural Network from binary images

Fig. 3의 실제 이미지에서 추출한 과병과 꼭지 부분을 인식하기 위한 학습데이터의 픽셀값은 Table .1 에 표시하였으며, 과병과 꼭지모양을 Fig. 4 와 같이 나타내었다.

Table 1 Parameters of the Neural Network for extraction of feature detection

Window's Size	30×30 [pixel]
Thresholding Value	60

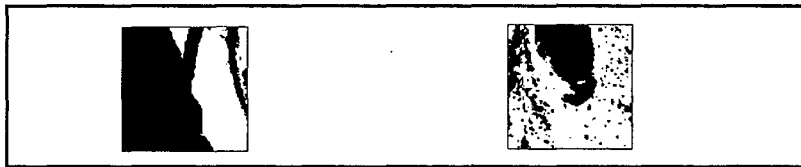


Fig. 4 Local images detected of a cucumber to counting pixel number

과병과 꼭지의 구분은 상하부의 픽셀수를 계산함으로써 상부의 픽셀수가 많을 경우 꼭지로 인식하고 하부의 픽셀수가 많을 경우 과병으로 인식하도록 하였다. 또한 과병과 꼭지의 픽셀수에 있어서 외적 환경요인에 의한 변형과병의 모양의 불인식 및 잎이나 줄기를 구별하는 데 있어서는 상부와 하부의 픽셀수가 비슷한 값에 계산이 되면 불인식으로 판정하도록 하였다.

Fig. 5는 동질연상메모리를 적용하여 과병과 꼭지의 인식을 위한 알고리즘이다.

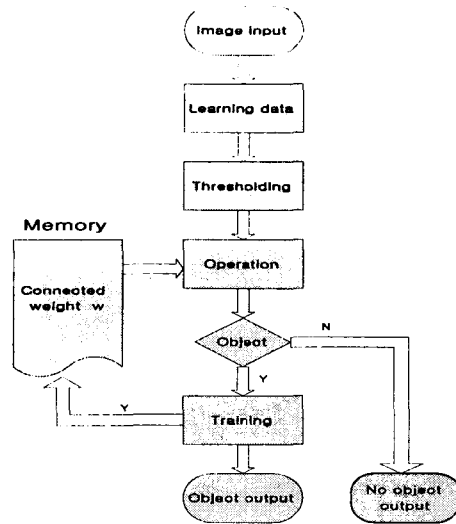


Fig. 5 Flowchart of the feature detection using auto-associative memory

오이인식을 위한 프로그래밍은 Visual C++5.0 컴파일러를 이용하여 구현하였다. 먼저 오이의 과병과 꼭지인식의 가능성을 판단하기 위해서 과병과 꼭지의 비슷한 형상을 Fig. 6과 같이 10가지 형태를 입력하여 인식율을 검증하였다. 이러한 입력형태는 실제로 현장상황에 가장 가깝게 하기 위해서 오이잎, 줄기 등의 형태가 복합된 모양의 이미지를 실험함으로써, 과병과 꼭지를 인식하고 오이의 정확한 형상과 위치를 알기 위한 학습을 목적으로 하였기 때문에 과병과 꼭지의 구별까지를 범위로 정하였다.

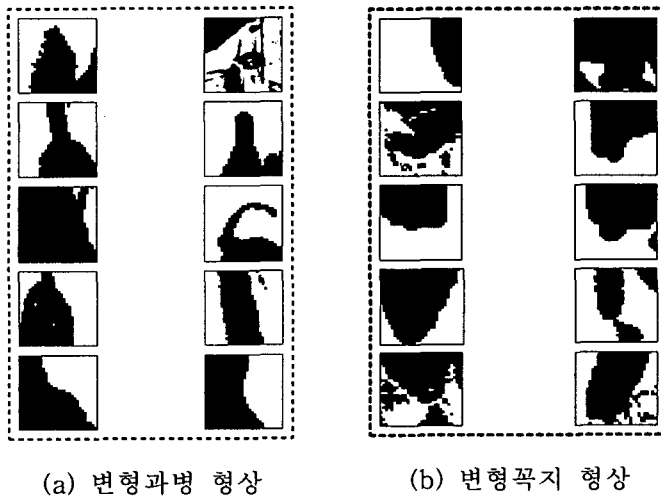


Fig. 6 Input pattern of cucumber

3. 결과 및 고찰

앞에서 언급한 바와 같이 오이수확기 개발을 위해서 먼저 선행되어야 할 부분은 오이의 형상 및 정확한 위치의 인식이다. 본 연구에서는 신경회로망의 동질연상메모리법을 이용하여 오이의 과병과 꼭지를 특징점으로 생각하고 오이의 형상 정보 검출 및 위치를 찾고자 학습한 결과 과병인식에서는 Fig. 7과 같은 결과를 얻었다. 변형된 입력형태 10가지중 8가지가 과병 모양의 결과를 나타내었다.

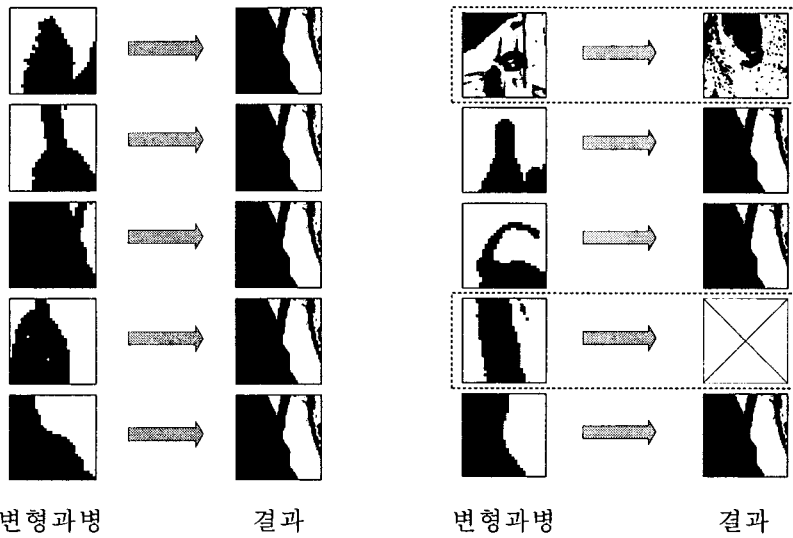


Fig. 7 Examples of image processing output with a modification cucumber

마찬가지로 꼭지를 특징점으로 학습한 결과 Fig. 8과 같은 꼭지인식을 얻었다.

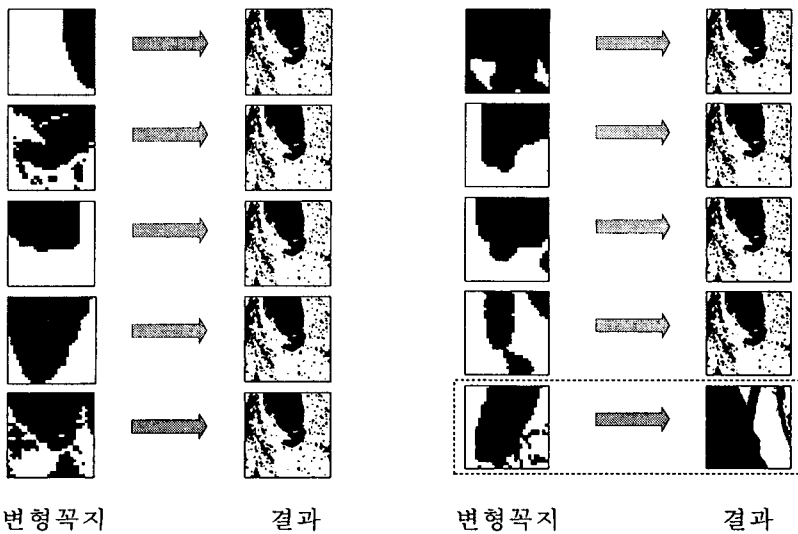


Fig. 8 Examples of image processing output with a modification cucumber

위의 실제 이미지에 있어서 신경망의 학습을 위한 패턴 양극성 데이터는 이치화한 후 RGB(0,0,0)을 1로 하였고 배경은 RGB(255,255,255)을 -1로 함으로써 연상메모리의 연상 작용이 향상되도록 하였고 부분입력이나 오류가 섞인 입력으로부터 원래의 패턴을 복원하기 위한 목적으로 주어진 연결강도 w 의 대각요소를 제거하여 연상효과를 향상시켰다. 본 연구에서 10개의 과병인식결과, 8개는 과병을 나타내었으나 2개의 변형과병형상은 꼭지 및 모양이 아닌 것으로 인식되었다. 또한 10개의 꼭지인식결과, 9개는 꼭지를 나타내었으나 1개는 과병으로 인식되었다. 이는 상대적 상하부의 화소내 입력값이 상부에 비해서 하부의 입력값이 많기 때문에 과병과 꼭지의 구별이 가능한 것으로 판단된다. 앞으로의 연구는 실제 오이의 인식을 위해서 더 큰 화소값을 선택하여 오이의 잎과 줄기를 구별하고 보다 정확한 오이의 인식을 위해 전체 이미지의 오이인식율에 대한 연구도 병행되어야 할 것으로 판단된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 오이수확기 개발에 있어서 정확한 오이의 형상 및 위치를 인식하기 위해서 신경회로망 기법 중에 하나인 동질연상메모리법을 이용하여 오이의 과병과 꼭지인식을 학습한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 오이의 과병과 꼭지의 형상화된 모양을 인식하는데 있어서는 화소값의 크기에 따라서 차이를 가질 수 있을 것으로 생각되지만, 변형된 과병과 꼭지의 비교적 정확하지 않은 입력형태가 입력된 경우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.
2. 입력패턴의 픽셀값에 변형된 픽셀값의 잡음이 적을수록 기억된 패턴을 연상하는데 소요되는 시간이 적었으며, 픽셀값의 잡음이 많은 경우에는 연상하는 시간이 오래 걸렸다.
3. 본 연구에 이용된 동질연상메모리법을 응용하여 오이의 형상정보검출 및 잎과 줄기에 따른 외적 환경의 적응에 필요한 알고리즘을 더 수정 및 보완한다면 오이 인식의 구별을 명확히 판별할 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. Chulhee Lee, David A. 1997. Decision Boundary Feature Extraction for Neural Networks. IEEE Trans. Neural Network, vol. 8(1)75-83
2. 近藤 直. 1996. 農家用ロボット開發の課題と展望(2) - 로봇트핸드 研究開發の課題と展望, 日本農業機械學會誌, 58(1), 139-144
3. N.Kondo, Y.Nishitsuji, K.C.Ting. 1996. Visual Feedback guided tomato harvesting. Transaction of the ASAE, vol. 39(6)2331-2338