

오이 인식을 위한 오류역전파알고리즘 분석

Analysis of the Back Propagation for Cucumber Image Processing

민병로* 김 웅* 김동우* 서광욱* 이창우* 이대원*
정회원 정회원 정회원 정회원
B.R. Min* W. Kin* D.W. Kim* K.W. Seo* C.W. Lee* D.W. Lee*

1. 서론

오이 수확작업의 자동화를 이루기 위한 기술적 방법은 다른 작물보다 실험하기가 어렵다. 왜냐하면 첫째 오이는 한번 심은 줄기로부터 계속해서 오이가 열리기 때문에 연속적으로 관찰하여 수확하여야 하고, 둘째 넝쿨식물로써 줄기는 가늘고 잎은 크기 때문이다. 즉 수확 작업 시 줄기의 손상은 바로 수확량의 감소로 이어지고, 수확하려는 오이를 구별하기가 어렵다. 이렇게 어려운 수확작업을 자동화하기 위하여 영상처리 장치가 필요한 실정이다.

노동력은 농업인구가 현저하게 감소하고 있기 때문에 오이를 포함한 과채류의 적기 적소에 수확을 원활하게 수행하기 위해서는 수확작업의 자동화가 절실히 요구되고있다. 이를 위해 본 연구에서는 컴퓨터 시각장치에 의한 3차원 정보를 이용한 방법 중 최근에 많이 연구되어지고 있는 방법으로 사람의 눈과 비슷한 구조를 가진 스테레오 시각을 이용하여 오류역전파 알고리즘의 적용을 목적으로 하고 있다.

2. 재료 및 방법

가. 시스템 구성

사용된 영상처리 시스템은 그림과 같이 영상신호입력부, 영상처리부, 컴퓨터 및 영상출력부로 구성된다. 컬러 CCD카메라로부터 입력된 영상신호는 RS-170 형태의 아날로그 신호로 컴퓨터에 변환된다.

* 성균관대학교 생명공학부 바이오메카트로닉스학과

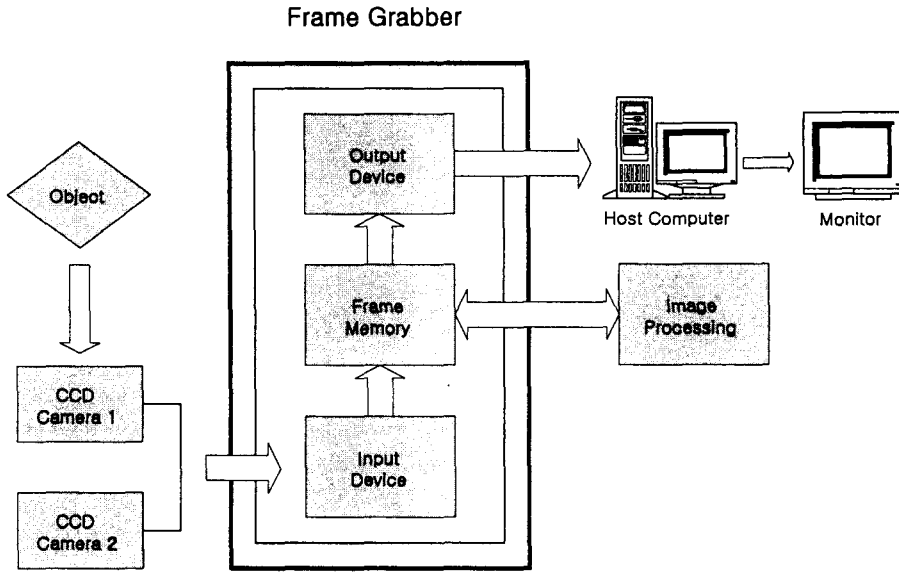


Fig. 1 Block diagram of image processing system

나. 영상 입력부

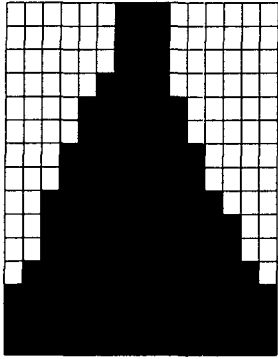
입력 센서부에 해당하는 영상 입력장치로는 4.8mm렌즈를 부착한 Ikegami사의 컬러 CCD 카메라(ICD-703) 2대를 사용한다. 본 연구에서 사용된 카메라의 제원은 다음과 같다.

Table 1 Specifications of CCD camera

Item	Specification	
CCD camera (Model: ICD-703)	T V	NTSC standard 525Lines 60 Field/sec 2:1
	Image sensor	1/3inch interline transfer CCD
	Pixel elements	771(H)×492(V)
	Resolution	460TV Lines
	S/N ratio	50dB(AGC OFF)

다. 형상인식

형상인식은 15×15의 마스크를 만들어 과병을 찾고자 하였다. Fig. 3은 샘플패턴을 보여준다. BP학습은 샘플패턴의 수 및 반복 학습수에 따라 과병의 인식률이 다르게 나타난다. 샘플 수는 Fig. 3과 같은 형태의 2~25개의 패턴 수에 따라 1000~10000번을 반복 학습하여 과병 인식률을 확인하였다.



0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fig. 2 Pixels of an threshold image Fig. 3 Binary codes for pattern recognition

Fig. 2는 실제 영상에서 오이 과병을 추출한 이치화 영상이다. 형상인식을 하기 위하여 15×15로 과병 부분을 추출하였다. Fig. 3은 Fig. 2의 이치화 영상을 BP알고리즘에 적용하기 위한 것이다. 배경과 오이를 판별하기 위하여 과병은 1로 하였으며, 배경은 0으로 하여 학습하였다.

라. 영상검출

오이 검출은 영상장치를 통하여 과병에 해당하는 화소를 학습요소로 하였다. 입력된 영상에서 줄기에 대한 과병의 각도와 픽셀 수를 계산하였다. 실험은 원예연구소에서 재배중인 백다다기 오이를 대상으로 하였다. 오이 과병은 실제 영상이 입력되면 1000~10000번 BP학습을 시킨 후 찾는 것이다.

학습은 샘플패턴 수에 의한 반복 회수에 따라 하였으며, 재배 중인 오이 100개에 대하여 인식률을 검사했다. 검증실험은 50개 대하여 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

BP알고리즘은 출력층 오차 신호를 이용하여 은닉층과 출력층간의 연결강도를 변경하고 출력층 오차신호를 은닉층에 되돌려서 은닉층의 연결강도를 변경하는 것이다.

Fig. 4은 Fig. 3의 학습패턴을 통하여 샘플패턴에 가중치를 곱하여 출력패턴의 인식율을 찾은 것이다. BP 학습은 입력패턴과 은닉층 및 출력층의 연결강도에 따라서 출력패턴의 결과가 다르게 나타났다.

Fig. 5은 과병을 찾기 위하여 오이의 아래 부분에서 받은 영상을 이용하여 꽃을 찾고자 하였다. 꽃의 RGB값은 112, 104, 112로 나타났으나, 빛의 영향에 의해 오검출이 되었다.

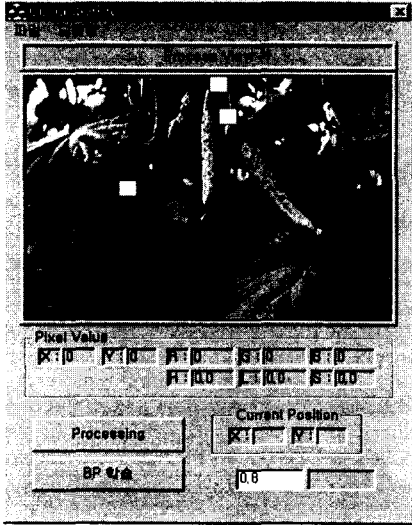


Fig. 4 Monitor screen for BP learning parameter

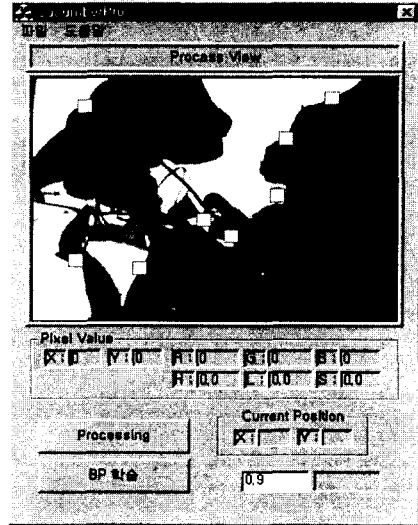


Fig. 5 An image looking for cucumber flower

Fig. 3과 같은 패턴의 마스크를 샘플링하여 실험한 결과 인식이 되지 않는 출력패턴을 추출하였다. 입력패턴은 25개를 사용하였다. 특징형상을 찾기 위하여 학습패턴은 오이의 실제 영상에서 15×15의 픽셀 크기로 저장하여 학습하였다. 학습패턴은 오이의 변형된 과병이나 비슷한 과병을 적용하여 패턴을 기억하였다. 실험을 통하여 학습패턴의 수가 많으면 오검출이 증가했다.

Table 2 Results of pattern recognition for 140 detected numbers

Total detects numbers	Learning pattern number	Recognition pattern		False detection pattern		
		Detected numbers	Recognition number	Number	False rate(%)	Removal rate(%)
10×14 (140)	2	2	2	-	-	100.00
	7	2	2	-	-	100.00
	8	3	2	1	0.01	99.99
	9	3	2	1	0.01	99.99
	10	3	2	1	0.01	99.99
	11	4	2	2	1.43	98.57
	12	4	2	2	1.43	98.57
	13	4	2	2	1.43	98.57
	21	8	2	6	4.29	95.71
	22	9	2	7	5.00	95.00
	23	9	2	7	5.00	95.00
	24	9	2	7	5.00	95.00
	25	11	2	9	6.43	93.57

Table 2는 15×15의 마스크를 이용하여 300×421크기의 영상에서 2~25개의 학습패턴을 적용한 검출결과를 나타낸 것이다. 학습패턴 수는 2~7개를 적용한 경우 오검출을 하지 않는 것으로 나타났다. 학습패턴이 8개 이상으로 증가한 경우에도 정확하게 오이를 검출하였다. 그러나 학습패턴이 증가하면서 유사한 패턴을 과병으로 인식하여 학습패턴이 25개인 경우는 오검출이 6.43%를 나타냈다.

Table 3 Results of hidden layer number

hidden layer	Image size	Total detects numbers	Recognition pattern		False detection pattern		
			Detected numbers	Recognition number	Number	False rate(%)	Removal rate(%)
10000	445×363	15×12 (180)	4	2	2	1.11	98.89
1000	297×421	10×14 (140)	2	2	-	-	100.00
2000	297×421	10×14 (140)	2	2	-	-	100.00
3000	297×421	10×14 (140)	2	2	-	-	100.00
4000	297×421	10×14 (140)	2	2	-	-	100.00
5000	297×421	10×14 (140)	2	2	-	-	100.00
6000	297×421	10×14 (140)	2	2	-	-	100.00
7000	297×421	10×14 (140)	3	2	1	0.01	99.99
8000	297×421	10×14 (140)	3	2	1	0.01	99.99
9000	297×421	10×14 (140)	3	2	1	0.01	99.99
10000	297×421	10×14 (140)	3	2	1	0.01	99.99

Table 3는 은닉층수에 따른 출력패턴의 검출결과를 나타낸 것이다. 은닉층수 1000~6000까지는 Fig. 2의 이치화 값을 적용한 학습패턴에 의해 오이를 검출하였고, 7000부터는 오차가 0.01~1.11까지 발생했다. 은닉층이 많을 경우 가중치에 의해 Fig. 2의 이치화 값과 비슷한 것도 오이로 오검출되었다.

Table 4 Comparison of pattern recognition for the 140 image pixel size

Total detects numbers	Learning pattern number	Recognition pattern		False detection pattern		
		Detected numbers	Recognition number	Number	Average of false rate(%)	Average of removal rate(%)
10×14 (140)	2	34	32	-8	-0.01	-99.99
	6	43	38	-2	-0.01	-99.99
	7	44	40	4	0.01	99.99
	8	43	40	3	0.01	99.99
	9	44	40	4	0.01	99.99
	10	53	40	13	0.01	99.99
	11	62	40	22	0.01	99.99
	23	477	40	437	7.80	92.20
	24	664	40	624	11.14	88.86
25	937	40	897	16.02	83.98	

Table 4은 Camera를 통하여 입력된 좌·우 영상 40개에 대하여 학습패턴을 2~25까지 적용하여 검출한 것이다. 학습패턴의 수가 7~9개인 경우 오이의 검출이 가장 좋은 것으로 나타났다. 학습패턴 수가 25개로 증가하면 40개의 영상에서 오검출율이 16.02%로 나타났다. 또한 학습패턴이 2개인 경우 40개의 영상에서 8개의 오이를 검출하지 못하였다.

4. 요약 및 결론

영상처리는 정확한 오이의 형상 및 위치를 인식하기 위하여 형상인식 알고리즘에 대한 연구를 수행하였다. 형상인식은 실제영상에서 오이의 형상과 위치를 판정할 수 있도록 알고리즘을 개발한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 오이의 특징형상 검출은 30×30간격으로 자동검출 되도록 처리하였다. 오이로 인식된 출력패턴 중에서 오검출된 출력패턴의 비율은 0.1~4.2%로 나타났다.
2. 오류역전과 알고리즘은 영상크기를 445×363, 501×391, 300×421, 450×271, 297×421의 크기에 따라 출력패턴을 얻은 결과 영상의 크기에 따른 검출 값의 변화는 없는 것으로 나타났다.
3. 오류역전과 알고리즘은 학습패턴 수가 25개로 증가하면 영상에서 다른 패턴을 검출하는 비율이 16.02%로 나타났다. 또한 학습패턴이 2개인 경우 40개의 영상에서 8개의 오이를 검출하지 못하였다.

5. 참고문헌

1. N.Kondo. Y.Nishitsuji. P.P.Ling. and. K.c.Ting. 1996. Visual Feedback Guided Robotic Cherry Tomato Harvesting. ASAM. 2331-2338
2. Gonzalez. Woods 디지털 영상 처리. 청문각
3. 황헌, 김시찬, 최동엽. 원격작업 지시를 이용한 생물산업 공정의 생력화(I) 2002. 26(1). 21~28. 한국농업기계학회지
4. 이대원. 성시흥. 1996. 오이의 등급 판정을 위한 영상처리 시스템 개발. 한국원예학회지 제 37권 제3호. p399-405. 한국원예학회