

연상메모리를 이용한 포도인식 이미지 프로세싱

An image processing for recognizing a grapes by using associative memory

이대원 · 김동우

성균관대학교

Dae-Weon Lee, Dong-Woo Kim

Sungkyunkwan University

1. 서 론

포도 수확기를 개발하기 위해서는 포도 형상과 위치를 정확하게 파악하는 것이 필요하다. 신경회로망(Neural network)의 연상메모리(Associative memory)를 이용하여 포도 형상 정보를 인식하고자 한다. 신경회로망을 이용한 연상메모리는 학습 패턴(Learning pattern)을 학습한 후에 입력 패턴(Input pattern)으로부터 출력패턴을 얻는다. 학습 패턴에 대한 입력 패턴의 연상능력과 검출조건을 분석한 후, 실제영상에서 포도 형상과 위치정보를 자동검출(Auto scanning)에 의한 출력 패턴을 인식하고자 한다.

본 연구는 연상메모리를 통하여 포도를 정확하게 측정할 수 있는 인식기술을 구명하여 포도 수확기 개발에 활용하고자 한다.

2. 실험장치 및 재료

영상처리 시스템은 Fig. 1과 같이 구성하였다. 영상은 칼라 CCD카메라로 부터 입력시키고, 영상신호는 아날로그 신호로서 프레임 그래버(Frame grabber)에 의해 컴퓨터에 변환되어 입력한다. 본 연구에서 사용된 컴퓨터 사양은 CPU Pentium Pro 200Mhz, RAM 64M, Video RAM 4M이며, 개발 환경은 GUI(Graphic User Interface) 기반의 C++로 개발하였다.

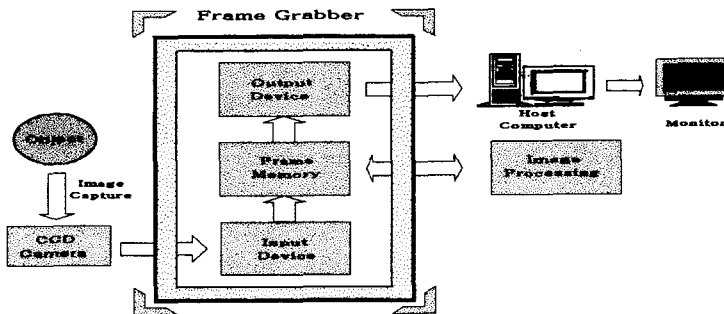


Fig. 1 영상 처리 시스템

입력 센서부에 해당하는 영상입력 장치로는 16mm렌즈를 부착한 CCD 카메라를 사용하였다.

신호 처리부는 프레임 그래버에 의해 12.28Mhz의 아날로그 신호값으로 변환되고, CCD 카메라에서 출력되는 영상 신호는 컴퓨터와의 인터페이스(Interface)를 위하여 영상처리보드에 의해 디지털(Digital)신호 값으로 변환시킨다. 컴퓨터 프로그램에 의해 수행된 영상처리 결과는 영상메모리 내부의 LUT(Look Up Table)에 의해 모니터(Monitor)에서 영상을 출력시킨다.

영상처리보드는 OCULUS TCI-SE PCI 프레임 그래버(Coreco Inc., St. Laurent, Canada)를 사용하였다.

실험재료는 충북 영동군 포도밭에서 획득한 영상을 이용하였다. 이는 수확 적기에 포도밭에서 찍은 영상이다. 아래 Fig. 2는 본 연구에 사용한 실제 영상을 나타낸다.



Fig. 2 실제 포도 영상

3. 영상인식 방법

연상 메모리에 의한 형상인식은 일반적으로 학습시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 그러므로 연상 메모리는 학습패턴 s 와 출력패턴 t 의 곱을 연결강도 w 로 사용하고, 학습패턴과 출력패턴의 연관성을 기억시켜 둔다. 여기서, 학습패턴과 출력패턴은 다음과 같이, s 는 $1 \times n$ 벡터, t 는 $1 \times m$ 벡터로 배열한다.

$$s = [s_1 \ s_2 \ s_3 \ \cdots \ s_n]$$

$$t = [t_1 \ t_2 \ t_3 \ \cdots \ t_m]$$

학습패턴과 출력패턴간의 벡터는 식과 같이 $s^T t$ 를 계산하므로 $n \times m$ 매트릭스(Matrix)가 된다. 그러므로 연결강도 w 는 식과 같이 나타난다.

$$\mathbf{s}^T \mathbf{t} = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ s_n \end{bmatrix} [t_1 \ t_2 \ t_3 \ \dots \ t_m]$$

$$= \begin{bmatrix} s_1 t_1 & s_1 t_2 & \dots & s_1 t_i & \dots & s_1 t_m \\ s_2 t_1 & s_2 t_2 & \dots & s_2 t_i & \dots & s_2 t_m \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ s_n t_1 & s_n t_2 & \dots & s_n t_i & \dots & s_n t_m \end{bmatrix}$$

신경망의 학습에 있어서 새로운 학습패턴 쌍 $[\mathbf{s}, \mathbf{t}]$ 에 의한 연결강도의 변화는 식과 같으며, P개의 학습패턴 쌍을 확장하여 연결강도 \mathbf{w} 를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \mathbf{w} &= \mathbf{w}_1 + \mathbf{w}_2 + \dots + \mathbf{w}_p \\ &= \mathbf{s}^T(1) \mathbf{t}(1) + \mathbf{s}^T(2) \mathbf{t}(2) + \dots + \mathbf{s}^T(p) \mathbf{t}(p) \\ &= \sum_{p=1}^P \mathbf{s}^T(p) \mathbf{t}(p) \end{aligned}$$

이와 같이, 연상메모리에서는 연상하고자 하는 패턴 쌍이 주어지면, 이들의 연관성을 계산할 수 있다. 동질연상 메모리는 식과 같이 학습패턴 \mathbf{s} 와 연상될 출력패턴 \mathbf{t} 가 동일한 형태이다. 그러므로 연결강도는 $\mathbf{s} = \mathbf{t}$ 인 연상메모리이다. 여기서 p 는 기억시킬 연상패턴 쌍의 개수이다.

$$\begin{aligned} \mathbf{w} &= \sum_{p=1}^P \mathbf{s}^T(p) \mathbf{t}(p) \\ &= \sum_{p=1}^P \mathbf{s}^T(p) \mathbf{s}(p) \end{aligned}$$

또한, 부분 입력이나 오류가 섞인 학습패턴은 원래의 학습패턴으로 복원하기 위해, 연결강도 \mathbf{w} 의 대각 요소를 제거할 필요가 있다. 대각요소 제거는 식과 같이 학습패턴 수만큼의 단위 매트릭스(Unit matrix) $p\mathbf{I}$ 를 이용한다. 이는 연상효과를 향상시킬 수 있다.

$$\mathbf{w} = \sum_{p=1}^P \mathbf{s}^T(p) \mathbf{s}(p) - p\mathbf{I}$$

즉, 동질연상 메모리에서는 학습패턴과 출력패턴의 직교치(Orthogonal value)가 0일 때, 학습패턴으로 출력되는 모델이다. 그러나, 저장된 학습패턴들이 직교하는 경우는 대부분 없으므로, 인접 패턴에 의한 혼선(Cross-talk)이 존재한다.

이러한 문제를 해결하기 위해, 양극성 계단 함수(1과 -1)를 활성화함수(Activation function)로 사용하여 어느 정도 학습패턴과 유사한 출력패턴을 연상해낼 수 있다.

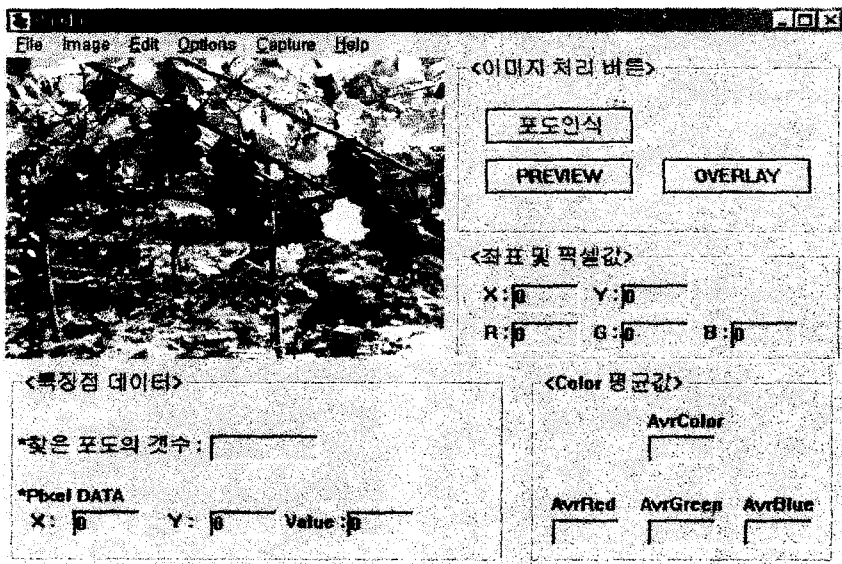
그러므로, 출력패턴 y 는 다음 식과 같이 연상될 샘플패턴 x 와 연결강도 w 를 곱하여 패턴의 결과를 나타낼 수 있다.

$$y = xw$$

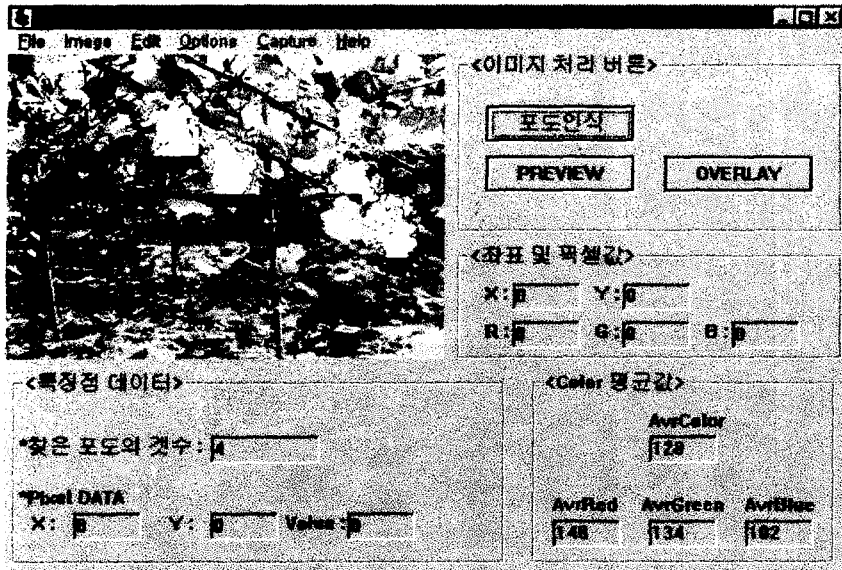
$$= x \left[\sum_{p=1}^P s^T(p) s(p) - p I \right]$$

4. 결과 및 고찰

수학적기의 포도밭에서 얻은 실제 영상을 신경회로망의 연상메모리에 적용하여 포도의 형상 및 위치를 인식하고자 하였다. Fig. 3은 실제 영상에 적용한 것을 보여주며, 이때 픽셀의 크기는 320 x 240으로 하였다. Fig. 3에서 학습 패턴을 2개로 정한 후 5개의 입력 패턴을 적용하여 5개의 출력 패턴을 얻었다. 이 중에서 4개는 학습패턴과 일치하였고, 1개는 일치하지 않았다. 일치하는 패턴은 실제로 포도송이가 있는 위치에서 검출되었으며, 반면에 포도의 잎과 덩굴이 있는 곳에서는 일치하지 않았다.



(a) 학습 패턴을 위한 실제영상



(b) 출력 패턴을 출력한 영상

Fig. 3 연상메모리를 이용한 영상처리 결과

이 때 한 개의 포도 크기가 차지하는 픽셀의 크기는 40 x 50으로 하였다. 이 때문에 연결강도 w 를 구하기 위해서는 데이터의 크기가 2000개나 되었다. 그래서 하나의 입력패턴을 출력 패턴으로 바꾸기 위해서는 2분 내의 소요되었다. 포도송이의 형상과 위치를 인식하기 위한 연상메모리 적용은 이미지 프로세싱 시간을 줄이기 위한 알고리즘 개발이 필요하다. 또한 학습 패턴의 가로 세로의 크기가 다른 경우에도 연상메모리 적용이 가능한 알고리즘이 필요하다.

5. 요약 및 결론

포도 수확기를 개발하기 위하여 포도의 과병을 인식하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 포도의 잎, 덩굴 등의 배경으로부터 다양한 포도송이의 위치 및 형상을 정확하게 인식하기 위한 기초 연구로 시도되었다. 영상처리 시스템을 사용한다면 포도의 색깔을 이용하여 포도를 쉽게 발견 할 수는 있지만 포도 열매의 과병을 추적하는 것은 쉽지 않다. 이 문제를 해결하기 위하여 신경회로망의 연상메모리를 이용하였다.

이 연구에서는 포도밭에서 얻은 영상을 이용하여 포도송이의 형태와 위치를 인식하고자 하였다. 연상메모리를 이용하여 포도송이는 발견할 수 있었지만 포도의 과병은 찾을 수는 없었다. 앞으로 좀더 많은 연구를 통하여 과병의 형상과 위치를 정확하게 인식하는 것이 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] Gopaldasamy Athithan., Chandan Dasgupta. 1997. On the Problem of Spurious Patterns in Neural Associative Memory Models. IEEE Trans. Neural Network. Vol.8(6);1483~1491.
- [2] Hagan., Demuth., Beale. 1996. Neural Network Design. PWS Press.
- [3] Kah Kay. Sung., Tomaso Poggio. 1998. Example-Based Learning for View-Based Human Face Detection. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol.20(1);39~50.
- [4] Lee, Dae-Weon. 1990. A robotic and vision system for locating and transferring container grown tobacco seedlings. Ph. D. Thesis Department of biological and agricultural engineering, North Carolina state university, Rleigh, NC.
- [5] Pla, F., F.Juste, F. 1993. Color Segmentation based on a Light Reflection Model to Locate Citrus Fruits for Robotic Harvesting. Comput. Electron. Agric. Vol.9(3):53~70.
- [6] Harrell, R. C., P. D. Adsit. 1990. The Florida Robotic Grove-Lab. Trans of the ASAE Vol.8(33);391~399.
- [7] 김상엽, 문종섭. 1996. 양방향 연상 메모리의 개선된 학습 방법. 정보과학회 논문지. Vol.23(3);280~286.
- [8] 양현승. 1992. 신경회로망과 컴퓨터 비전. 정보과학회지. Vol.10(2);39~48.