

실시간처리를 이용한 눈의 연속적인 개폐(開閉)상태의 인식

김성환 · 한영환 · 문철홍 · 홍승홍

= Abstract =

Recognition of Eye's Continuous Opening & Closing Stage based on the Realtime Processing

S.W. Kim, Y.H. Han, C.H. Moon, S.H. Hong

A new recognition algorithm which decides the opening & the closing states of subject's eye and isn't affected by the subject's background is proposed. And it is tested in circumstances in which subject's motions are not restricted using the developed system. AERS(Automatic Eye opening & closing Recognition System). The significant characteristic of the AERS is that it doesn't need any extra hardware except a formal CCD camera and an image grabber but it works so well and so fast. The AERS would be particularly well suited to a way of communications of patients in a hospital, who can not communicate otherwise.

1. 서 론

움직이는 물체에 관한 정보를 획득하여 처리하는 문제는 최근 산업, 군사, 로봇트 비전, 의료, 화상회의 시스템, 자동 감시장치 등에까지 그 응용범위가 확대되어지고 있으며 영상 처리기술의 발달과 더불어 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재까지 영상에 대한 연구들은 정지 영상을 대상으로 한 연구들이 주를 이루고 있으나, 실제 응용을 위해서는 동영상에 실시간으로 처리되어야 한다. 이렇게 되기 위해서는 처리시간을 효과적으로 줄일수 있는 방법의 발견도 중요하고, 인식 및 판단 알고리즘의 정확도를 높이는 것도 동시에 고려되어야 한다.

인간의 얼굴영상은 복잡하고 다차원적이며 보는 각도 및 조명 등에 따라 수시로 변하기때문에 처리가 매우 까다롭다. 이에 얼굴인식 시스템 구현을 위해서는 주어진 영상에서 얼굴영역을 추출한 후 이를 처리하는 방식을 주로 사용하고 있다. 일반적으로 많이 사용되어지는 방법으로는 Harmon[2], Kay & Kobayashi[3], Tusi[4] 등에 의한 것으로 얼굴모양에서 기하학적 특징을 추출한 후 이미 알고 있는 사전정보들과 비교하는 방법이다. Baron [1]은 우선 얼굴전체를 영상 자체를 특징과 비교한 후 필요에 따라 특정 영역만을 사용하는 계층적 템플릿(Hierarchical Templet)법을 사용하였다.

한 Shgackleton과 Welsh[5]는 얼굴영상에서 눈의 고정된 변형 템플릿을 사용하여 눈의 모양을 추출한 후 정규화 과정을 거쳐 이미 구한 비슷한 영상의 대표 집합값들과 비교 분류하였다. 그러나 이상의 방법들은 많은 처리시간을 필요로 하고 별도의 하드웨어적인 장치가 필요한 단점이 있다. 또

(접수 : 1993년 9월 7일)

인하대학교 전자공학과

Department of Electronics Engineering, Inha University

한 위의 방법들은 정지된 영상을 대상으로 처리하였다. 따라서 본 연구는 얼굴 영상에서의 눈의 연속적인 개폐 인식과 별도의 하드웨어 장치가 필요치 않는 인식 시스템의 구성을 목적으로 하였다. 이 목적을 위해 프로그램만을 사용하였으며 카메라에 입력되는 영상을 영상처리 알고리즘을 수정해 사용하였다.

2. 얼굴에서의 눈의 특징

2.1. 눈의 위치

눈의 위치를 눈에 대한 정량화 성분의 추출로 찾아내었다. 이를 위해 아래 그림에서 눈에 대한 그 주된 특징을 찾아보면 다음과 같다. 그림 1에서 각 수평선들은 윤곽선 추출시 얼굴에서의 가로방향의 주된 윤곽선들이고 이러한 가로방향의 윤곽선들은 화면 중심의 점선을 기준으로 좌우 대칭임을 쉽게 발견할 수 있다.

2.2. 눈의 개폐(開閉)의 차이점

눈의 개방과 폐쇄의 차이점은 아래 그림을 통하여 관찰되어진다.

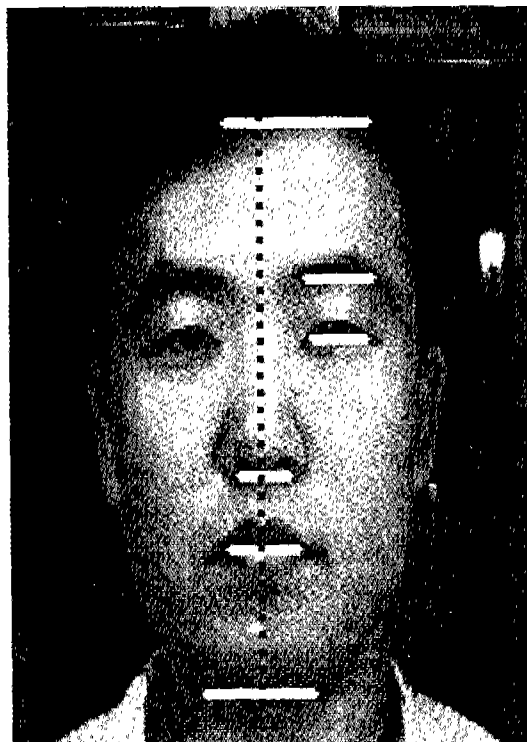


그림 1 눈위치의 특징
Fig. 1 Characteristic of Eye's Position

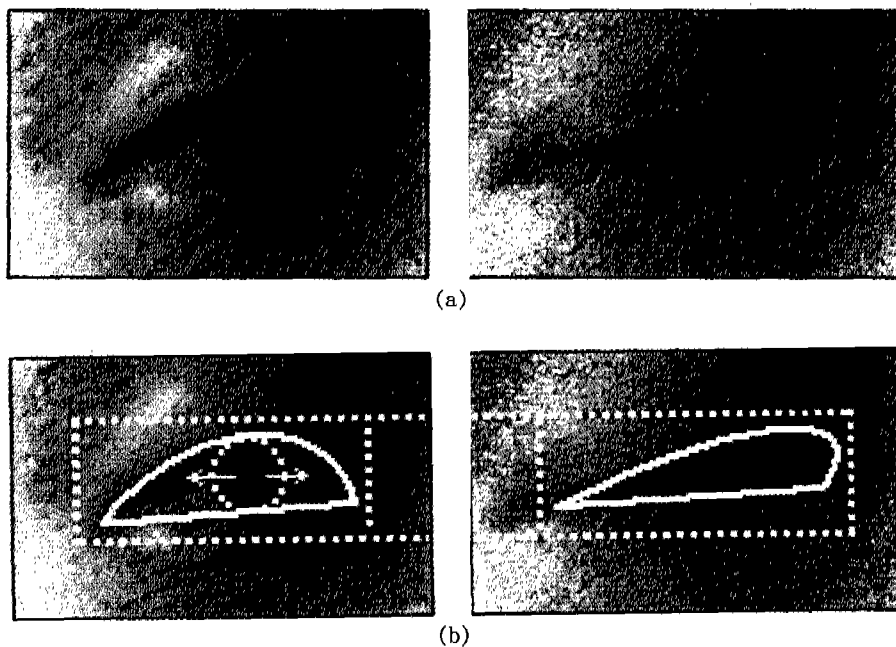


그림 2 눈의 개폐(開閉)상태에 따른 특징

(a) 눈의 개폐 모습 (b) 차이점

Fig. 2 Characteristic of Eye's Open & Close State

(a) Eye's Opening & Closing Features (b) Difference

그림 2-(a)는 눈부위에서 갭아과 폐쇄시의 모습을 확대해 본 모습이고 그림 2-(b)는 개폐시의 눈영역에 윤곽을 표시한 후 차이점을 비교하기 위해 각 영역에 블럭을 취한 모습이다. 추출된 눈의 점선부위 사각형의 크기는 그림 9의 검출정보창에서와 같이 픽셀수로 약 20×15가 된다. 개폐시의 수평방향의 길이의 차이는 없고, 수직방향 높이의 변화는 그 변화가 약 5픽셀이하로 좋은 특징이 되지 못함을 알 수 있다. 또한 개폐시 가장 큰 변화를 보여주는 눈동자 부분의 관찰시, 그림 2-(b)에서와 같이 눈동자의 시간에 따른 좌우로의 이동 및 이를 고려한 특징 추출 알고리즘의 복잡성으로 인해, 시간 지연을 초래하게 되어 실시간 처리의 커다란 문제점을 야기한다.

3. 인식 시스템의 각 기능

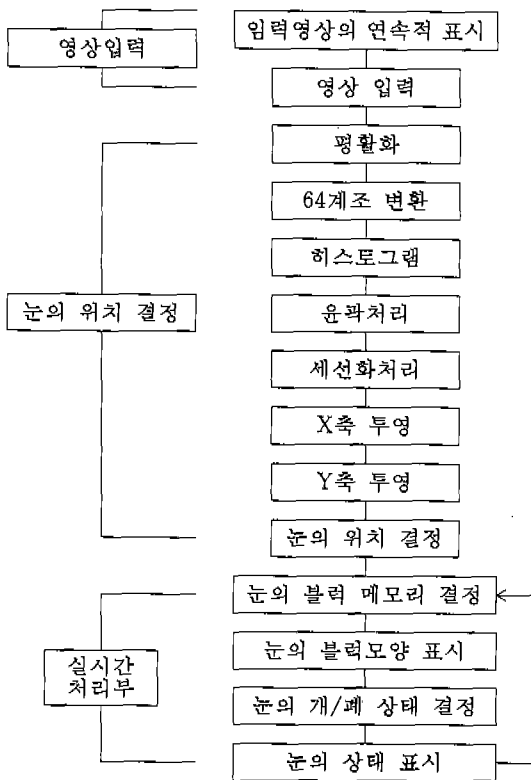


그림 3. 화상처리 블럭선도

Fig. 3 Image processing Blockdiagram

3.1. 영상 입력

피검자의 얼굴부위에서 카메라(Panasonic, WL-CL320)와 프레임 그래버(Conin System Image-

GrabberYs)를 사용, VGA모니터 상에 연속적인 표시를 하여 피검자의 위치 및 초점을 고정된 후 영상정보를 획득한다. 이때 얻어진 정보는 NTSC (National Television System Committee)신호로서 초당 30프레임의 영상이 입력되므로 실시간 처리를 하기 위해서 현재 영상에 대한 모든 계산을 약 0.125(8프레임/초)-0.1(10프레임/초)초 안에 완료하고 표시하여야 한다. 만약 처리수행시간이 길어져 프레임(frame) 간격이 길어지면, 프레임간의 연속성이 상실된다. 이 영상신호는 그래버를 통하여 256×256×256(Gray)의 디지털 신호로 변환된 후 PC의 메모리번지 D000:0000-D000:FFFF(64K)에 그림 4와 같은 형식으로 저장된다.

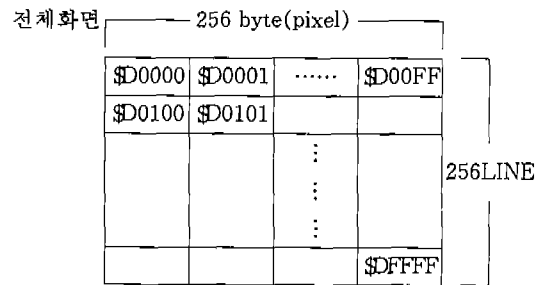


그림 4 영상메모리의 구성

Fig. 4 Construction of Video Memory

3.2. 눈의 위치의 결정

3.2.1. 평활화 및 64계조 변화

영상 처리량의 절감을 위해 눈부위는 입력영상에서 상하좌우 각 1/10지점에는 없다고 가정하고, 이 부분을 제외한 영역을 사용한다. 3×3 Mean Filter를 사용하여 입력잡음을 제거하고 일반 PC 모니터로 원화상을 표시하기 위해 각 Color 레지스터를 세트하고 그레이 레벨로 변환하였다.

3.2.2. 임계치 결정

임계치 결정을 위해 P-tile법을 적용하여 히스토그램을 분석한 후, 영상에서 배경과 대상(얼굴)이 차지하는 면적은 카메라에서 피검자의 거리가 크게 변화가 없는 한 거의 일정하므로, 기준 농도 이상의 비율이 S가 되는 값 t를 임계값으로 사용하였다.

3.2.3. 윤곽처리 및 세선화

그림 1에서 관찰한 바와 같이 눈의 윤곽성분에서 수평 성분이 우수한 점을 이용하기 위하여 아

래와 같은 수평 성분 강조 마스크(그림 6-a)와 알고리즘(그림 6-b)을 사용하여 배경에 대한 영향을 수평성분만으로 감소시켰다.

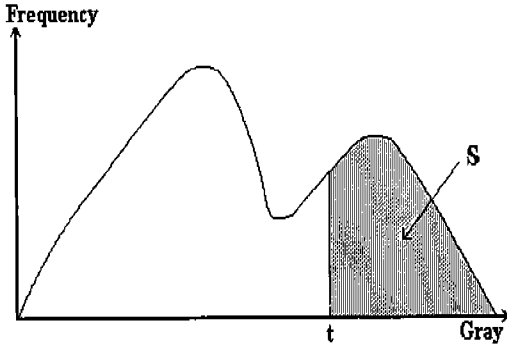


그림 5 P-타일법
Fig. 5 P-tile Method

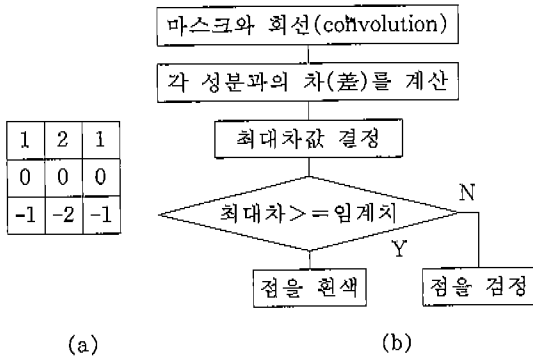


그림 6 수평성분 윤곽선 검출
(a) 3x3 마스크 (b) 변형 소벨 알고리즘
Fig. 6 Searching of Horizontal Component Edge
(a) 3x3 Mask (b) Deformal Sobel algorithm

영상처리량과 용이성을 위하여 Zhang & Suen (1984)이 개발한 고속 병렬 세선화 알고리즘을 적용하여 세선화를 수행하였다.

3.2.4. X·Y축 투영

이 데이터를 X축상에 투영한 후 그림 7과 같은 알고리즘에 의해 배경과 구분하여 X좌표 영역을 획득한다. 인식율과 처리량의 절감을 위해 Y축의 투영은 X축 투영에서 얻어진 영역에 대해서만 X축투영과 유사한 알고리즘을 적용하여 Y좌표를 구함으로써 최종적인 눈의 위치를 구한다.

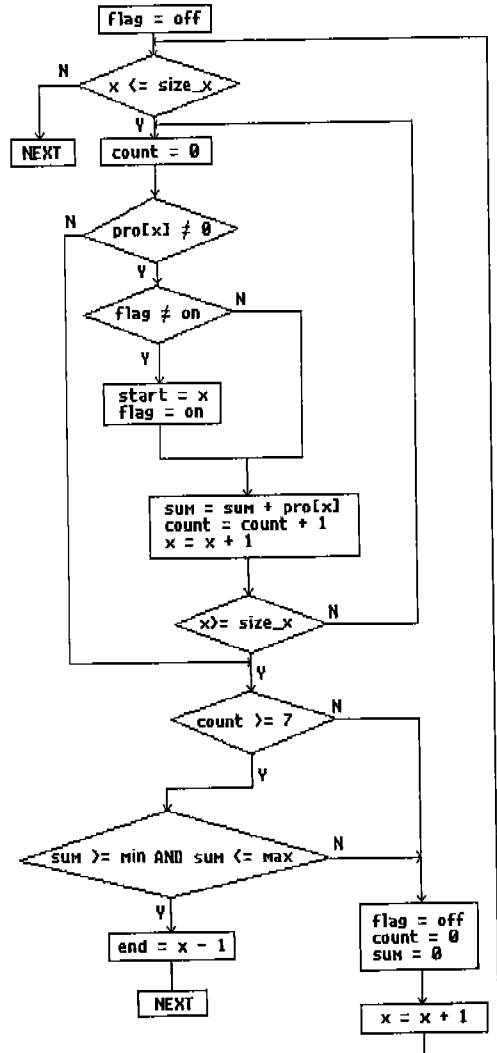


그림 7 수평 투영에서의 눈의 위치 판단 알고리즘
Fig. 7 The Decision Algorithm of Eye's Position at Horizontal Projection

3.3 실시간 처리부

투영에서 구한 위치정보를 영상에 대응하는 메모리번지로 변환한후, 새로운 눈의 영상 블록을 읽어 들여, 이와 직접 대응하는 영상 메모리(Video Memory)에 저장하여 화면에 표시하였다.

3.3.1. 눈의 개폐상태 결정

투영에서 구한 위치정보를 영상에 대응하는 메

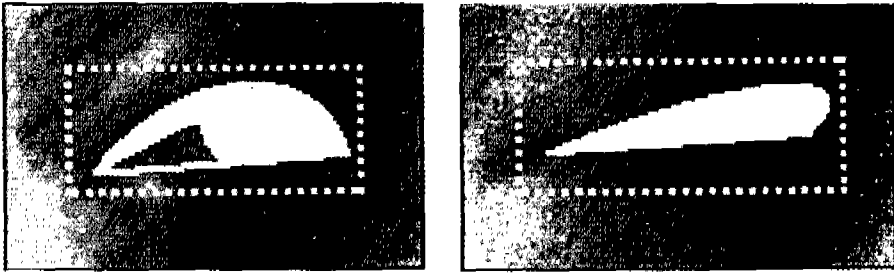


그림 8 눈의 2치화 영상
Fig. 8 Eye's Binary Image

모리번지로 변환한 후, 새로운 눈의 영상 불턱을 읽어 들여, 이와 직접 대응하는 영상 메모리(Video Memory)에 저장하여 화면에 표시하였다.

$$\text{Area_Ratio} = \text{Eye_Area} / \text{Square}$$

- Square : 점선영역인 사각형의 면적,
- Eye_Area : 흰색영역이 차지하는 면적,
- Area_Ratio : 면적비

위 식에 의해 면적비(AreaRatio)가 35%정도 이상이면 눈은 개방상태를 나타내고, 이하일때는 폐쇄상태를 나타내는 것으로 하였다. 이후 결과를 표시하므로써 한프레임(frame)에 대한 영상처리를 모두 수행한 후, 이를 반복함으로 연속적인 눈의 상태를 계속 모니터한다.

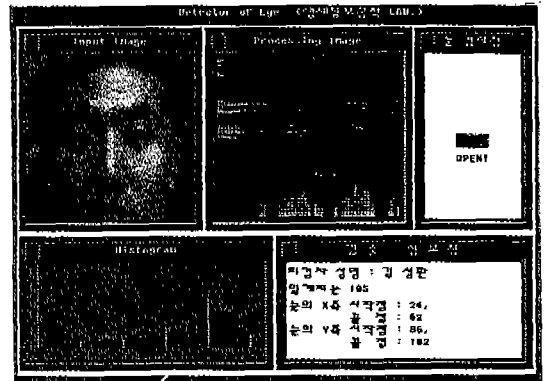
4. 경 과

그림 9-(a)과 그림 9-(b)은 눈의 개방과 폐쇄시 인식결과의 한 예이다.

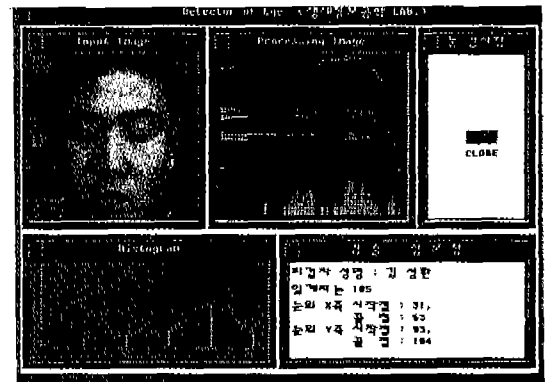
본 연구에서 피검자 6명에 대해 일인당 30회씩 180회의 실험을 수행하여 보았다. 눈의 위치판정에서는 11회 오류가 발생하여 약 94% 성공율을 보였고, 그림 10은 그 성공적인 대표적인 인식의 예이다.

위치 판정오류의 원인으로는 그림 10-(a)같이 좌우로 기울어진 경우와 10-(b)같이 눈의 크기가 너무 작은 경우, 10-(c)같이 배경 그림이 눈을 구분하기 힘든 경우가 주된 원인이었고, 그림 10-(d), 10-(e), 10-(f)은 성공한 대표적인 예들이다.

눈의 한번 깜박이는 소요시간은 약 200msec정도이다. 본 시스템의 개폐인식에서의 초당 처리량은 약 15프레임이므로 프레임당 처리시간은 약 67msec



(a)



(b)

그림 9 모니터에 표시된 실험 결과

(a) 개방 상태 (b) 폐쇄 상태

Fig. 9 Experimental Result displayed on Monitor
(a) the Opening State (b) the Closing State

이다. 따라서 깜박임에 의한 걱정없이 사용할 수 있다. 눈의 개폐인식에 있어서 피검자마다 약 20회 정도의 눈의 깜박임(개방→폐쇄→개방)을 수행하였을때 인식율은 약 80%정도로서 다소 인식율이 떨어졌다. 이는 시간에 따른 피검자의 위치 이동에 따른 눈영역의 미세한 그레이(Gray)값의 변화와



그림 10 실험에 사용된 예
Fig. 10 Example used for Experiment

실시간 처리를 위해 기계인식 알고리즘을 보다 엄격히 하지 못했기 때문이다. 이의 해결을 위해서는 피검자의 이동에 따른 자동 눈영역 추적 시스템의 개발과 눈의 개폐 인식 조건의 강화에 따른 처리 시간량 증가를 해결하기 위해 DSP칩을 사용한 H/W 시스템이 구성이 필요하다.

5. 결 론

본 연구의 결과는 실제적용을 위해 배경과 조명 및 대상화상의 크기 등에 영향을 거의 받지 않도록 했으며, 동영상의 실시간 처리를 위해 가장 중요한 속도 문제를 해결하기 위하여, 1 Line (256Pixel)씩 블록 단위로 화상을 입력하므로써 입력속도를 증가시켰으며, 영상표시 루틴의 속도 향상을 위해 어셈블리어로 작성하였다. 일반적인 동화상의 실시간 처리는 별도의 특별한 하드웨어를

사용하는 것이 대부분이나, 영상처리에 이미지그래비와 카메라만을 사용하여 처리하였고, 영상관찰을 위한 별도의 모니터를 사용하지 않고 PC모니터로서 모든 처리과정을 관찰할 수 있게 하였다. 한글을 사용하여 피검자에 대한 여러 정보를 표시할 수 있게 하였다. 추후 연구과제로서 조명에 따른 문제와 피검자가 위치를 이동할 때 이를 계속 추적할 수 있는 새로운 자동 추적 감시 알고리즘과 환자와의 의사소통을 위한 응용 시스템이 요구된다.

6. 참고문헌

- 1) R. Baron, "Mechanisms of human facial recognition", Int.J.Man-Machine Studies, 15, pp: 137-178m 1981
- 2) L.D. Harmon, "Machine identification of human face", Pattern Recognition, vol. 13, no. 2, pp. 97

- 110, 1981
- 3) Y. Kaya and K. Kobayashi, "A basic study on human face recognition", Int. Conf. on Frontiers of Pattern Recognition, pp. 265-289, 1971
 - 4) K.K. Tsui, "Computer recognition of human faces", PhD Thesis, University of Sydney, 1989
 - 5) M.A. Shackleton and W.J. Welsh, "Classification of Facial Features for Recognition", IEEE, pp. 573-579
 - 6) I. Craw, H. Elis and J. R. Lishman, "Automatic extaction of face-feature", Patten Recognition Letters 5, pp. 183-187, 1987
 - 7) 坂井 利之, "計算器による顔寫眞の解析", 電子情報通信學會 論文誌, Vol. 56-D, No.4, pp. 256-233, 1973
 - 8) 신성호, 이인순, 김상호, "얼굴영상의 특징 추출 및 계층화에 관한 연구(A)", 대한전자공학회 추계학술대회 논문집 제15권 2호, pp. 755-758, 1992
 - 9) Richard F. Ferrano, "Programmer's Guide to the EGA & VGA Card", ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, pp. 947-758, 1991