

論文2001-38SP-11-10

타원 모델링과 칼라정보를 이용한 효율적인 머리 추적 시스템 구현

(Implementation of an Effective Human Head Tracking System Using the Ellipse Modeling and Color Information)

朴東宣*, 尹淑*

(Dong-Sun Park and Sook Yoon)

요약

본 논문에서는 비디오 카메라를 통하여 획득한 연속적인 영상에서 사람의 머리를 인식하고 추적하는 시스템을 구현한다. 사람의 머리를 인식하기 위한 특징 벡터로서 얼굴 표면상의 특성인 사람의 피부색과 형태상의 특성인 타원 모델링을 이용한다. 또한 복잡한 배경으로부터 움직인 영역을 획득하기 위하여 시변 에지 검출 방법을 사용하고 획득된 영상에서 물체의 움직임을 판별하기 위하여 수직 투영 방법을 이용한다. 설정된 움직인 영역부분에 대하여 피부색을 갖고 있는 여러 개의 얼굴 후보영역을 설정하고 사람의 얼굴을 대표할 수 있는 타원 매핑을 적용하여 가장 최적으로 매핑되는 영역을 사람의 얼굴 부분으로 인식한다. 본 논문에서 제안한 방법은 사람 얼굴이 360도 회전하는 경우와 부분적으로 가려진 경우 그리고 좌우로 기울어진 경우에서도 우수한 성능을 보여주고 있다. 본 논문에서는 움직임 기반 추적 방법과 인식 기반 추적 방법을 이용하여 사람의 얼굴 부분이 빠르게 움직이는 경우에도 정확한 사람 얼굴 추적이 가능하도록 한다.

Abstract

In this paper, we design and implement a system which recognizes and tracks a human head on a sequence of images. In this paper, the color of the skin and ellipse modeling is used as feature vectors to recognize the human head. And the modified time-varying edge detection method and the vertical projection method is used to acquire regions of the motion from images with very complex backgrounds. To select the head from the acquired candidate regions, the process for thresholding on the basis of the I-component of YIQ color information and mapping with ellipse modeling is used. The designed system shows an excellent performance in the cases of the rotated heads, occluded heads, and tilted heads as well as in the case of the normal up-right heads. And in this paper, the combinational technique of motion-based tracking and recognition-based tracking is used to track the human head exactly even though the human head moves fast.

* 正會員, 全北大學校 電子情報工學部, 映像情報新技術
研究所

(Division of Electronics and Information Engineering,
Chonbuk National University, Research Institute of
Advanced Image and Information Technology)

接受日: 2001年2月4日, 수정완료일: 2001年10月19日

I. 서론

현대 사회는 컴퓨터를 사용한 정보처리가 일반화 되어가고 있다. 디지털 영상처리를 이용하여 목표물을 인식하고 추적하는 시스템은 군사용 정찰, 도로상의 교통량 측정, 보안 장치에서의 무인 감시 시스템, 화상 통신 시스템, 공항에서의 블랙 리스트 인식 그리고 컴퓨터

비전 시스템에서 사람의 형상을 인식하고 검출하는 방법을 이용하여 인간과 컴퓨터 사이의 인터페이스를 구현하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다^[1]. 인간의 시각이 아닌 카메라를 통해 영상을 입력받아서 사람의 머리, 눈, 코, 입, 손, 몸통등이 어디에 위치해 있는지 컴퓨터가 판단하고 인식한다는 것은 앞으로 여러 응용 분야에서 중요한 역할을 담당할 것이다.

사람의 얼굴을 대표할 수 있는 특징 벡터로 피부색을 이용하는 방법이 많이 연구되고 있다. 칼라 정보를 이용한 방법 중에서 가장 많이 사용되어지는 방법은 Swain에 의해 제안된 칼라 히스토그램이며, 유사한 영상들은 유사한 칼라 분포를 갖는다는 가설 하에 제안되어졌다^[2]. 이 방법은 계산이 쉽고 효율적이며 영상의 회전과 작은 이동에도 민감하지 않다는 장점이 있다. 그러나 단순히 칼라 정보에만 의존하기 때문에 영상 내 물체의 크기와 갑작스런 조명의 변화가 있을 경우에는 칼라 인덱싱은 실패한다. Brain이 제안한 칼라 고정 칼라색인화(color constant color indexing)에서는 인접한 영역으로부터 칼라 RGB의 비율을 이용하므로 조명의 갑작스런 변화에 덜 민감하다^[3].

사람의 머리는 형태상 타원의 형태를 표면상 피부색을 가지고 있으므로 타원 모델링과 칼라 정보를 이용하여 사람의 머리를 인식할 수 있다. 타원 모델링과 칼라 정보를 함께 적용함으로써 배경에 피부색을 갖는 다른 물체를 사람의 얼굴로 잘못 인식하는 경우를 타원 모델링을 적용하여 해결할 수 있다.

본 논문에서는 사람 머리에 대한 크기 정보를 오프라인으로 생성하여 데이터베이스에 저장한다. 움직임 기반 추적 방법을 이용하여 움직인 영역을 설정한다. 설정된 움직임 영역안에서 YIQ 칼라정보 중 I-성분을 이용하여 피부색을 가지는 영역만 얻을 수 있는 이진화 과정을 거친다. 이진화된 영상을 가지고 얼굴 후보 영역을 설정하기 위해서 성분 레이블링과 크기 필터를 이용하였다. 설정된 얼굴 후보 영역안에서 타원 매핑 알고리즘을 적용하여 최종적으로 사람 얼굴을 추적하는 시스템을 구현한다.

II장에서는 움직임 기반 추적 방식에 대해 간단히 설명하고, III장에서는 칼라 정보를 이용한 얼굴 후보 영역 설정에 대하여 설명한다. IV장에서는 타원 모델링 및 타원 매핑 알고리즘에 대하여 설명한다. 그리고 V장에서는 제안된 모델을 이용하여 시뮬레이션을 함으로서 성능평가에 대한 결과를 보이고 분석한다. 마지막

으로 VI장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 움직임 기반 추적

1. 머리 추적 시스템

움직이는 사람의 머리를 추적하기 위해, 움직임을 추적하는 기술과 사람의 얼굴을 인식할 수 있는 기술이 요구된다. 복잡한 배경으로부터 움직인 영역을 획득하기 위하여 변형된 시변 에지 검출 방법(time-varying edge detection)을 사용하고 획득된 영상에서 물체의 움직임을 판별하기 위하여 수직 투영 방법을 이용한다^[4]. 만일 물체의 움직임이 존재한다면 움직임 영역을 설정하고 움직임이 검출되지 않는 경우는 이전에 인식된 얼굴 영역을 그대로 유지하도록 한다. 사람의 머리를 인식하기 위한 특징 벡터로서 표면상의 특성인 사람의 피부색과 형태상의 특성인 타원 모델링을 이용한다. 설정된 움직임 영역부분에 대하여 YIQ 칼라 정보 중에서 I-성분을 이진화함으로써 피부색을 갖는 영역만을 추출할 수 있다. 피부색을 갖고 있는 여러 개의 얼굴 후보 영역을 설정하고 사람의 얼굴을 대표할 수 있는 타원 매핑을 적용하여 가장 최적으로 매핑되는 영역을 사람의 얼굴 부분으로 인식한다. 그림 1은 시스템을 위한 전체적인 블록도를 보여주고 있다.

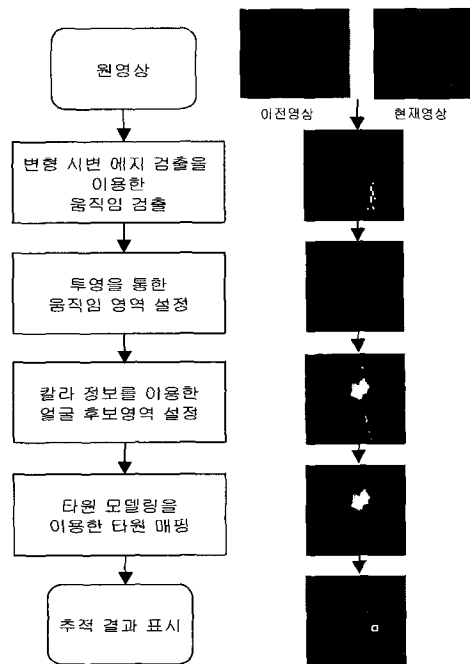


그림 1. 추적 시스템의 전체도
Fig. 1. overall diagram of tracking system.

2. 움직임 검출

움직임 검출과 추적은 비전 시스템에서 중요한 역할을 담당한다. 움직이는 로봇 플랫폼에서, 움직임은 충돌의 기회, 진로의 방향의 위험 등을 의미한다. 연속적인 영상에서 두 프레임 사이의 움직이는 물체만 추출하는 방법은 많은 응용분야에서 매우 중요한 역할을 담당한다. 움직임은 픽셀, 에지, 영역에 의해서 검출될 수 있다^[5,6]. 본 논문에서는 움직임을 검출하기 위하여 영상에 변형된 시변 에지 검출 방법을 적용한 후 수직 투영의 방법을 통하여 움직임을 판별한다.

(1) 변형된 시변 에지 검출

움직이는 물체의 에지만을 검출하는 방법으로 조명의 변화에 강하다는 장점을 가지고 있다. 움직이는 물체의 에지는 시간적 미분과 공간적 미분에 논리적인 AND 연산을 수행하여 얻어진다. 여기에서 AND 연산은 곱셈에 의해서 구할 수 있다^[6]. 수식 (1)은 시변 에지 검출을 얻는 방법이다. 여기에서 $dF(x,y,t)/ds$ 그리고 $dF(x,y,t)/dt$ 는 각각 점 (x,y,t) 에서 명암에 대한 공간적 그리고 시간적 미분의 값을 나타낸다.

$$E(x, y, t) = \frac{dF(x, y, t)}{ds} \frac{dF(x, y, t)}{dt} \quad (1)$$

$$= D(x, y)E(x, y, t)$$

수식 (2)는 변형된 시변 에지 검출을 얻는 방법이다. 여기에서 $B(x,y)$ 는 현재 영상을 이진화하여 얻은 값을 나타내며, $E(x,y,t)$ 는 시간적 미분 값을 나타낸다. 본 논문에서는, 시변 에지 검출 방법을 그대로 적용하지 않고 공간적 미분치를 사용하는 대신 현 영상의 이진화 영상을 사용하여, 보다 정확히 시간에 따라 변화된 영역에 관한 정보를 얻도록 하였다. 그림 2는 변형된 시변 에지 검출을 영상에 적용한 예제를 보여 주고 있다.

$$E(x, y, t) = E(x, y, t)B(x, y) \quad (2)$$

연속적인 두 프레임 사이의 영상에서 움직임 여부를 판별하기 위해 투영의 방법을 사용한다. 수직 방향의 투영 값 중 최대 값이 움직임 기준 값(두 프레임 사이의 영상에서 움직임 판별에 대한 기준 값)이하이면 움직임이 없고, 이상이면 움직임이 있다고 판별하는 알고리즘을 사용하기 때문에 두 프레임 사이의 영상에서 획득한 움직임 영역이 에지 성분보다는 이진화된 영상을 사용함으로써 수직 방향의 투영 최대 값을 보다 안

정적으로 얻을 수 있다. 또한 움직임 판별에 대한 기준을 보다 정확하게 얻을 수 있다.

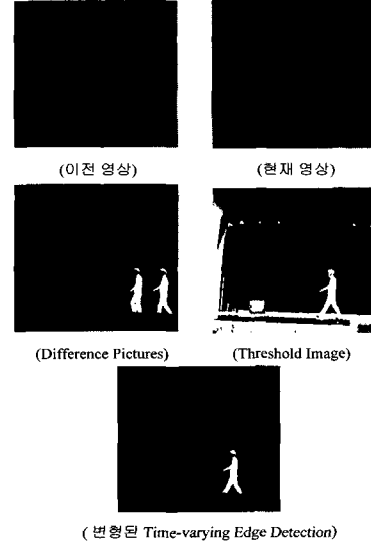


그림 2. 변형된 시변 에지 검출 방법 예
Fig. 2. the example of modified time-varying edge detection.

(2) 움직임 영역 설정 과정

연속적인 영상 프레임에서 움직이는 물체만을 세그멘테이션 함으로써 복잡한 배경으로부터 손쉽게 추적하고자 하는 물체를 얻을 수 있다. 움직임 영역 설정 방법을 이용하면 탐색창의 크기가 고정된 기존의 방법보다 추적하고자 하는 물체를 잃어버릴 확률이 비교적 낮아진다. 움직이는 물체의 속도가 빨라질수록 움직임 영역 설정 방법의 효용성이 커진다. 간단한 무게 중심 방법을 이용하여 움직임 영역을 설정할 수 있다. 수식 (3)을 이용하여 움직임 영역의 무게 중심을 구하고, 수식 (4), (5)를 통해 움직임 영역의 범위를 결정한다. 수식 (3)의 $V[j]$ 와 $H[i]$ 는 각각 수직 방향, 수평 방향으로의 투영값을 나타낸다. 그리고 수식 (4)와 (5)에서, σ 는 타원 단축의 크기를 나타내고 α , β , γ 는 x , y 축 방향의 영역 설정 여유 분을 의미한다.

$$A = \sum V[i] = \sum H[i]$$

$$y = \sum(i \cdot H[i]) / A \quad (3)$$

$$x = \sum(j \cdot V[j]) / A$$

$$X\text{축방향} : X1 = (x - \sigma * \alpha) \quad (4)$$

$$X2 = (x + \sigma * \alpha)$$

$$Y\text{축방향} : Y1 = (y - \sigma * \beta) \quad (5)$$

$$Y2 = (y + \sigma * \beta)$$

영역의 범위를 결정하기 위해 사용되는 인자인 α , β , γ 는 실험의 결과에 많은 영향을 미친다. 이 인자들이 너무 작게 설정되었을 경우 설정된 움직임 영역이 사람의 머리 부분을 포함하지 못하게 되어 머리를 인식하지 못하게 되는 결과를 가져오나 너무 크게 설정되면 처리 시간이 길어지게 된다. 본 논문에서는 실험적인 통계에 의해서 α , β , γ 값을 설정하였다. 그림 3은 α 와 β 에 따라 설정된 움직임 영역을 보여주고 있다.

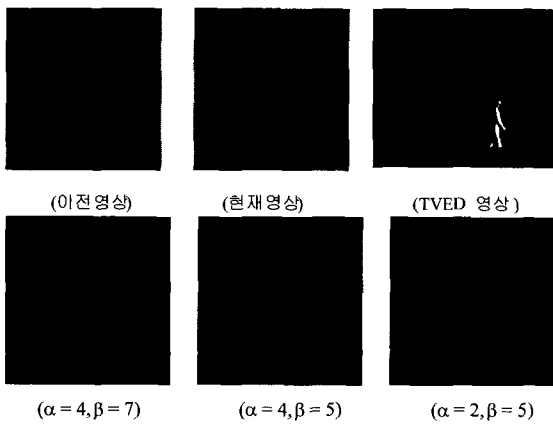


그림 3. α, β 에 따른 움직임영역 설정 모습($\gamma=0$)
Fig. 3. size of the region of the motion with regard to α, β ($\gamma=0$).

III. 칼라 정보를 이용한 얼굴 후보 영역 설정

움직임 영역 설정이 끝난 후 설정된 움직임 영역 안에서 얼굴 후보 영역을 설정한다. 얼굴 후보영역을 설정하는 것은 전체적인 머리 추적 시스템의 성능을 좌우하는 중요한 단계이다. 사람 얼굴은 표면상의 특징으로 살색의 피부색을 갖는다. 이러한 사람 얼굴의 칼라 분포의 특성을 이용하여 손쉽게 얼굴 후보 영역을 설정할 수 있다. 전체적인 얼굴 후보 영역 설정 방법이 그림 4에 나타나 있다.

1. YIQ 좌표계

YIQ 공간은 명도 정보를 표현하는 Y성분과 색상 정보를 표현하는 I와 Q성분으로 분리된다.

특히 YIQ 칼라 공간의 I 요소는 -150에서 +150까지의 값으로 정의되는 오렌지색부터 남색까지의 색상을 포함하며 살색에 강하게 반응한다. 이러한 특성은 피부

색깔을 갖는 영역을 구분하는데 효과적으로 이용될 수 있다^[6]. RGB에서 YIQ로의 변환은 식(6)을 이용한다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (6)$$

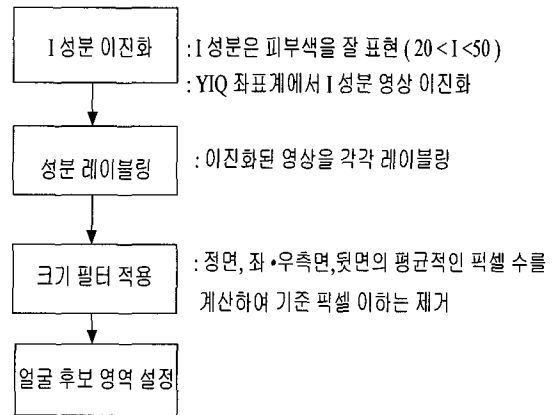


그림 4. 전체적인 얼굴 후보영역 설정 순서도
Fig. 4. flowchart for determination of candidate region of face.

그림 5는 원영상에 대해 Y, I, Q 각각의 성분 영상을 보여주고 있다. 그림에서 보여 주는 바와 같이 I 성분 영상에서 피부색을 가지는 부분과 그외 영역이 잘 구분될 수 있음을 알 수 있다. 일반적으로 I 성분 영상에서 피부색은 20에서 50사이의 범위에서 정의된다. 따라

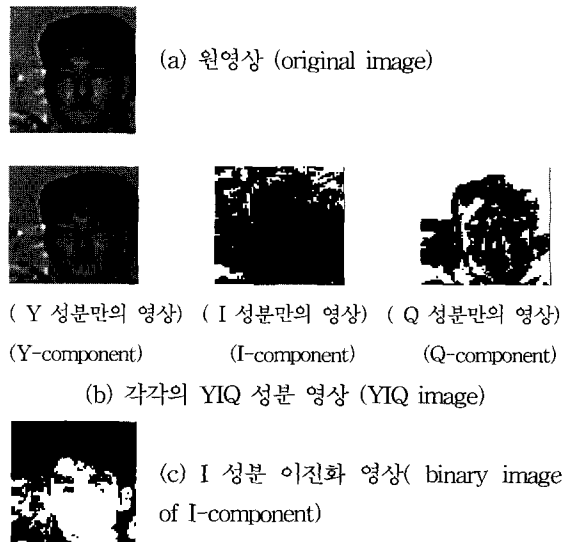


그림 5. 각각의 YIQ성분 영상과 I 성분 이진화 영상
Fig. 5. Y, I, Q- component images and binary image of I-component.

서 이를 이용하여 그림 5의 (c)와 같이 이진화 영상을 얻을 수 있다. 이를 얼굴 후보 영역을 설정하는데 이용할 수 있다.

2. 크기 필터(Size Filter)

많은 응용 분야에서, 관심 있는 물체의 크기가 기준 픽셀 수인 T보다 훨씬 크다는 정보를 알고 있다. 그리고 영상에서 작은 크기의 영역들은 대부분의 경우 잡음에 의해서 발생된다. 그러한 경우에 성분 레이블링을 거친 후에 잡음을 제거하기 위해서 크기 필터를 사용할 수 있다. 이 필터는 잡음뿐만 아니라 기준 픽셀 수인 T보다 작은 관심밖의 모든 영역들을 제거할 수도 있다. 이러한 간단한 필터링 메커니즘은 잡음을 제거하는데 매우 효율적으로 사용되고 있다⁶⁾.

본 논문에서는 사람 얼굴 크기(타원의 단축 길이)에 따라서 사람의 정면, 좌측면, 우측면, 뒷면 일때의 총 픽셀 수를 미리 계산해서 사람 머리 부분을 대표하는 기준 픽셀 수를 정한다. 기준 픽셀 수보다 작은 영역은 제거시키고 기준 픽셀 수보다 큰 영역은 남게 한다. 그러나 기준 픽셀 수를 잘못 정함으로써 추적하고자 하는 사람 머리 부분을 잃어버릴 수 있으므로 엄격한 기준이 필요하다. 사람의 정면, 좌측면, 우측면일 경우에는 기준 픽셀보다 훨씬 초과하기 때문에 사람 머리를 잃어버리는 경우는 발생하지 않았다. 그러나 뒷면일 경우 목덜미 부분의 노출정도에 따라서 총 픽셀 수가 결정되기 때문에 기준 픽셀 보다 작은 경우도 발생할 수가 있다. 본 논문에서는 목덜미 부분이 기준 픽셀 보다 높게 나올 수 있도록 설정하였다. 그림 6은 얼굴의 크기에 따른 정면, 좌측면, 우측면, 뒷면 일 때의 총 픽셀 수를 보여주고 있다.

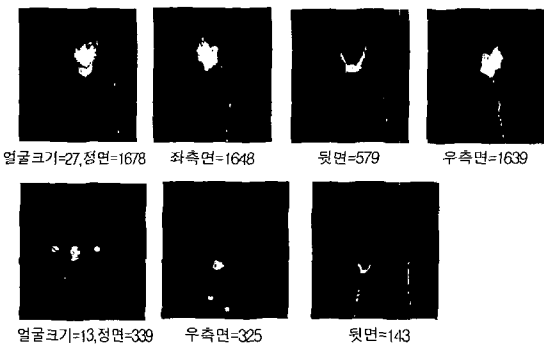


그림 6. 얼굴 크기에 따른 정면, 좌측면, 우측면, 뒷면 일 때의 총 픽셀 수

Fig. 6. Total number of pixel of each side of face with respect to the size of face.

그림 7은 기준 픽셀 수에 따른 얼굴 후보영역의 존재 여부를 보여주고 있다. 머리 부분의 총 픽셀 수는 339개, 양 주먹손의 총 픽셀 수는 91개, 92개이다. 기준 픽셀을 90으로 설정한 경우에는 얼굴 후보 영역이 3개 설정되었고, 150으로 설정한 경우에는 얼굴 후보영역이 1개 설정되었다. 그러나 350으로 설정한 경우에는 얼굴 후보영역이 사라져 버리는 결과를 보여 주고 있다.

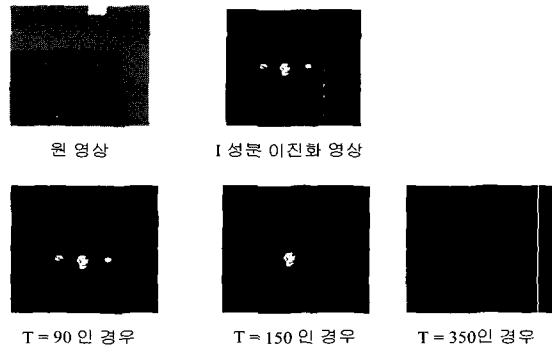


그림 7. 기준 픽셀 T 값에 의한 얼굴 후보영역 존재 유무

Fig. 7. candidate region of face according to criterion T.

3. 얼굴 후보영역 설정

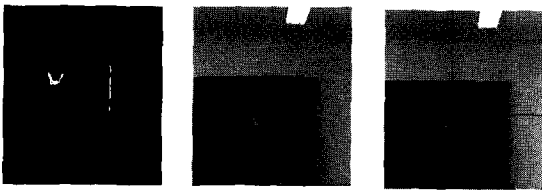
움직임 영역 설정과정과 마찬가지로 얼굴 후보영역 설정과정은 전체적인 머리 추적 시스템의 성능을 결정짓는 매우 중요한 처리 과정이다. 사람 머리에 대한 특징 벡터로 칼라 정보를 이용하여 얼굴 후보영역을 설정하게 되는데, 본 논문에서는 YIQ칼라 좌표계 중 I 성분만을 이용하여 획득한 영상 안에서의 피부색을 가지는 영역만 분리해낸다. 얼굴 후보영역 설정방법은 수식 (7)에 의해 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 X1 &= L_i^{xL} - \epsilon, X2 = L_i^{xR} + \epsilon \\
 Y1 &= [Y2 - (X2 - X1)*1.2], Y2 = L_i^{yD} \quad (7) \\
 L_i^{xL} &= i \text{ 영역 중 } x\text{축의 첫 번째 픽셀의 좌표값} \\
 L_i^{xR} &= i \text{ 영역 중 } x\text{축의 마지막 픽셀의 좌표값} \\
 L_i^{yD} &= i \text{ 영역 중 } y\text{축의 가장 아래 픽셀의 좌표값} \\
 \epsilon &= \text{얼굴 후보영역 설정 여유분}
 \end{aligned}$$

배경에 피부색을 가지는 물체가 많은 경우에는 얼굴 후보영역이 많이 나올 수 있다. 얼굴 후보영역이 많이 나오는 경우에는 처리 시간이 오래 걸리는 단점과 잘못된 인식할 경우가 높다. 본 논문에서는 설정된 얼굴 후

보영역 중에서 얼굴 후보영역이 될 수 없는 영역을 제거하는 방법으로 사람 얼굴 크기 정보를 이용하여 얼굴 후보영역을 제거한다. 또한 영상처리를 하기 전에 비정상적(예 : 세로축으로 긴 일직선 가까운 영역 혹은 가로축으로 긴 일직선 가까운 영역 등)인 얼굴 후보 영역을 제거함으로써 영상처리 시간과 잘못 인식할 경우의 수를 줄일 수가 있다. 이를 위해, 설정된 얼굴 후보영역의 x축 방향의 넓이와 설정된 얼굴 후보영역의 y축 방향의 높이 그리고 타원 단축의 현재 크기를 이용한다.

그림 8에서 사람 목덜미 부분의 총 픽셀 수는 143개이고, 잡음에 의한 일직선 부분의 총 픽셀 수는 116개이다. 기준 픽셀 수를 100으로 설정했기 때문에 두 영역이 얼굴 후보영역으로 설정되었지만 일직선 부분의 x축 방향의 넓이가 타원의 현재 단축의 크기를 만족하지 못하기 때문에 일직선 부분은 얼굴 후보영역 설정에서 제거된다. 따라서 얼굴 후보영역은 1개만 얻게 된다.



(a) 크기 필터된 영상 (b) 얼굴 후보영역 (c) 머리 인식
그림 8. 얼굴 후보영역 제거 과정(T= 100인 경우)
Fig. 8. removal process of disqualified candidate region of face (T= 100).

얼굴 후보영역 설정중 ϵ 값에 따른 얼굴 후보영역의 크기가 달라진다. ϵ 값을 작게 설정하면 사람 머리가 얼굴 후보영역 안에서 부분적으로 없어지는 경우가 발생되었고, ϵ 값을 너무 크게 설정하면 사람 머리가 얼굴 후보영역 속에 항상 존재하게 되지만 탐색할 영역이 넓어지기 때문에 영상 처리 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 본 논문에서는 실험적인 방법으로 ϵ 값을 10으로 설정하였다. 그림 9는 좌측면 영상에서 ϵ 값이 0, 5, 10으로 설정하였을 때의 얼굴후보영역의 크기와 에지 영상을 보여주고 있다.

IV. 타원 모델링 및 타원 매핑 알고리즘

사람의 머리는 타원의 형태를 갖기 때문에 타원에

대한 모델을 설정하고 타원의 형태를 갖는 목표물을 사람의 머리로 인식하고 위치를 검출할 수 있다. 사람 머리의 실제 모습을 특징점으로 하기 위해 얼굴 후보영역에서 에지 영상을 구한다. 그리고 사람의 머리 크기도 사전에 미리 알고 있어야 한다는 제약 조건을 갖고 있다. 실험적으로 조사한 결과, 사람의 머리를 가장 잘 대표할 수 있는 타원의 장축과 단축의 비인 aspect ratio는 1.2의 값이 사용된다^[7].

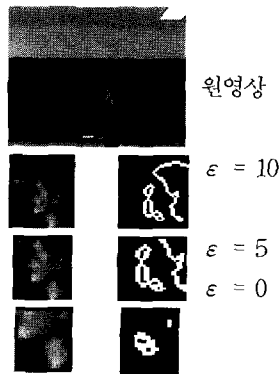


그림 9. 좌측면 영상에서 ϵ 값에 따른 얼굴 후보 영역 크기
Fig. 9. the relation between the size of the candidate region of face and ϵ .

사람의 머리는 수직적으로 고정된 타원으로 모델링하고 타원 매핑을 위해 식 (8)을 이용한다. 새로운 영상이 들어올 때마다, 타원의 상태 $S=(x, y, \sigma)$ [(x,y)는 영상안에서의 타원의 중심 좌표값이며, σ 값은 타원 단축의 크기를 나타낸다.]는 타원의 주변을 따라 계산되는 기울기 크기의 정규화 한 함수의 최대값을 얻기 위하여 국부 탐색을 수행함으로써 얻어진다^[7]. 선택된 얼굴 후보영역에 대해서 타원 매핑을 적용한다. 그래서 기울기의 정규화한 함수의 최대가 되는 점을 최종적으로 사람 머리의 위치로 판단한다.

$$S^* = \arg \max_{s \in S} \left\{ \frac{1}{N_o} \sum_{i=0}^{N_i} |g_i| \right\} \quad (8)$$

g_i = 타원 주변의 i 화소안에서의 기울기 값

N_o = 타원 주변에 있는 화소들의 숫자값

V. 추적 시스템 성능 평가

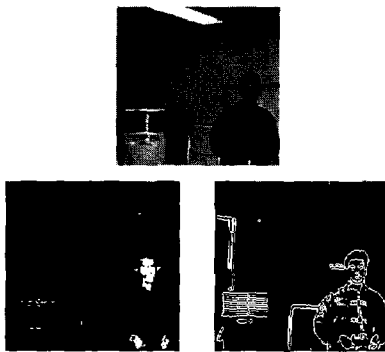
본 논문에서는 머리 추적 시스템을 시뮬레이션 하는

과정으로 비디오 블라스터 보드와 CCD카메라를 사용하였다. 실험 환경은 그림 10에서와 같이 크게 단순한 배경과 복잡한 배경으로 구분하였다. 단순한 배경은 영상 안에서의 약한 에지와 피부색을 갖지 않는 배경을 갖는 영상으로 정의하였으며 복잡한 배경은 영상 안에서의 강한 에지와 피부색을 갖는 영상으로 정의하였다.

또한 머리 움직임 형태에 따라서 Occlusion, Tilting, 360도 회전으로 구분하여 실험 하였다. Occlusion은 사람머리가 부분적으로 가리워진 경우를 의미하며 Tilting은 사람 머리가 좌, 우로 기울어지는 경우를 말한다. 또한 360도 회전은 사람 머리부분이 회전하는 경우를 말한다.

움직임을 검출하고 움직임 영역을 설정하는 방법을 실험하기 위해서 움직임 속도(영상 좌표 상에서의 속도)를 다음과 같이 정의하였다.

Speed 2 : 0 pixel/s ~ 10 pixel/s 이하. Speed 5 : 11 pixel/s ~ 20 pixel/s 이하. Speed 10 : 21 pixel/s ~ 40 pixel/s 이하. Speed 15 : 41 pixel/s 이상



I성분 이진화 영상 에지 영상
(a) 단순한 배경



I성분 이진화 영상 에지 영상
(b) 복잡한 배경

그림 10. 단순한 배경과 복잡한 배경 모습
Fig. 10. simple background and complex background.

표 1은 머리 추적 시스템의 성능을 보여주고 있다. 본 논문에서는 정확히 사람의 머리를 인식할 경우의 수를 인식율이라 정의하였다. 가리워진 경우는 사람의 손으로 가려지는 경우에 대해서 실험하였다.

$$\text{인식율} = (\text{성공한 프레임수} / \text{총 프레임수}) \quad (9)$$

표 2는 기존의 방법 가운데 인식 기반 추적 방법만을 사용하였을 때와 본 논문에서 제안한 움직임 기반 추적 방법과 인식 기반 추적 방법의 장점만을 조합했을 때 움직임 속도에 따른 머리 추적 인식율을 보여주고 있다^[7].

움직임 속도가 증가함에 따라 본 논문에서 구현한 머리 추적 시스템의 인식율이 높음을 알 수가 있다. 기존의 방법은 탐색범위를 설정하고 탐색범위 안에서 사람의 머리 부분이 있어야만 추적이 가능하다. 탐색범위를 넓게 설정하면 탐색을 위한 처리 시간이 증가하게 되는 단점이 있다. 또한 움직임 속도가 증가하면 다음 프레임의 영상에서 사람의 머리부분이 탐색범위를 넘어서 존재할 경우 추적을 하지 못하는 단점이 있다.

표 1. 움직임 형태에 따른 머리 추적 인식율
Table 1. Accuracy rate of head tracking according to type of movement.

| 움직임 형태 | 단순한 배경 | 복잡한 배경 |
|-----------|------------------------|------------------------|
| Occlusion | 99% (198/200)frames | 92% (184/200)frames |
| Rotation | 99% (198/200)frames | 90% (180/200)frames |
| Tilt | 99% (198/200)frames | 96% (192/200)frames |

표 2. 움직임 속도에 따른 머리 추적 인식율
Table 2. Accuracy rate of head tracking according to speed of movement.

| 속도 | 기존의 방법 | 제안한 방법 |
|----------|--------------------------|--------------------------|
| Speed 2 | 99% (198/200)frames | 99% (198/200)frames |
| Speed 5 | 92.5% (184/200)frames | 98.5% (197/200)frames |
| Speed 10 | 90.5% (181/200)frames | 97.5% (195/200)frames |
| Speed 15 | 60% (120/200)frames | 97.5% (195/200)frames |

본 논문에서 구현한 머리 추적 시스템은 움직임 기반 추적의 장점인 움직임 검출을 한 후 움직임 영역을

설정함으로써 움직임 속도가 증가하여도 사람의 머리 부분을 놓치지 않는다.

VI. 결 론

본 논문에서는 사람 머리에 대한 위치 정보를 파악하고 추적하는 시스템을 구현함으로써 휴먼-컴퓨터 인터페이스 구축을 용이하게 하였다. 또한 움직임 기반 추적과 인식 기반 추적의 장점만을 조합하여 효율적인 추적 시스템을 구현하였다.

연속적인 두 프레임의 영상을 획득하여 복잡한 배경으로부터 움직이는 영역만을 분리하기 위하여 변형된 시변 에지 검출 영상을 사용하였다. 수직 투영의 최대값을 이용하여 움직임을 판별하였고, 움직임이 있는 경우 무게 중심 방법을 이용하여 움직임 영역을 설정하였다. 설정된 움직임 영역 안에서 칼라 정보를 이용한 얼굴 후보영역 설정을 하였다. YIQ성분 중 I 성분을 이진화 하여 피부색을 갖는 영역을 분리하였고, 성분 레이블링과 크기필터를 적용하여 얼굴 후보영역을 설정하였다. 설정된 얼굴 후보영역 각각에 대하여 타원 매핑 알고리즘을 적용하여 최대값을 갖는 영역을 사람 머리로 인식하는 추적 시스템을 구현하였다.

추적 시스템은 사람 머리 부분의 움직임 형태 가운데 Occlusion, 360도 회전, Tilting한 경우에도 정확한 머리 추적을 하였다. 또한 빠르게 움직이는 물체에 대해서도 물체를 잃어버리지 않고 정확하게 사람 머리를 인식하였다.

참 고 문 헌

- [1] 백성현, 박동선, "효율적인 로봇 추적을 위한 신경회로망 구조", 대한 전자공학회 하계종합학술대회 논문집 Vol 20. No 1, pp875-878, 1997
- [2] M. Swain and D. Ballard, "Color indexing", *International Journal of Computer Vision*, 7(1) : 11-32, 1991.
- [3] Brain V. Funt and Graham D. Finlayon, "Color Constant Color Indexing", IEEE, 1995.
- [4] 최 형일, "컴퓨터 비전 입문", 홍릉과학출판사
- [5] H. J. Lee, L. F. Luang and Z. Cheng, "Multi-frame ship detection and Tracking in an Infrared Image Sequence", *Pattern Recognition*, Vol.23, pp.785-798, 1990.
- [6] Don Murray and Anup Basu, "Motion Tracking with an Active Camera", *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, Vol.16, No 5, May 1994.
- [7] Ramsh Jain, Rangachar Ksaturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision".
- [8] Stan Birchfield, "Elliptical Head Tracking Using Intensity Gradients and Color Histograms", *Computer Science Department Stanford University CVPR'98*.
- [9] 이명재, 박동선, 조재완, 이용범, "타원 모델링을 이용한 사람 머리 추적 시스템 구현", *대한전자공학회 하계학술발표논문집*, vol.21, No. 1, 1998

저 자 소 개



朴 東 宣(正會員)
1955년생. 1979년 고려대학교 전자공학과 공학사. 1985년 미국 미주리대 전기 및 컴퓨터공학과 공학석사. 1990년 미국 미주리대 전기 및 컴퓨터공학과 공학박사. 1991-현재 전북대학교 전자정보공학부 부교수. 주 관심분야는 멀티미디어 통신, 영상처리, 인공지능



尹 淑(正會員)
1993년 전북대학교 정보통신공학과 졸업. 1995년 전북대학교 정보통신공학과 석사. 현재 전북대학교 전자공학과 박사과정. 주 관심분야는 신경회로망, 인공지능, 영상 처리