

일반화 대칭 변환을 이용한 축소 영상에서의 얼굴특징추출

팽 영 혜[†] · 정 성 환^{††}

요 약

일반화 대칭 변환(Generalized Symmetry Transform : GST)은 대칭성을 이용하여 영상의 사전 정보 없이 얼굴 특징의 위치를 추출할 수 있는 방법이다. 그러나, 눈, 코, 입 등의 특징보다 마스크의 크기가 커야하므로 많은 처리시간이 필요하다. 그리고, 얼굴의 특징을 결정하기 위해 통계적 처리가 수반되는 중심선 계산으로 인해 처리 과정이 복잡하다. 이러한 단점을 개선하기 위해, 본 논문에서는 두 가지 방법을 제안하였다. 첫째, 처리 시간을 단축하기 위해 원 영상 대신 영상의 정보를 충분히 가지는 축소 영상을 사용하였다. 둘째, 중심선 계산을 위해 복잡한 통계적 처리 대신 추출된 첨두치의 위치를 이용하였다. 제안된 방법의 성능을 살펴보기 위해, 정면, 회전, 안경, 수염이 있는 영상 등 200개의 영상에 대해 실험하였다. 그 결과, 제안된 방법은 85%의 특징 탐지율과 기존의 방법에 비해 약 53배 이상 감소된 처리시간을 나타내었다.

Facial Feature Extraction in Reduced Image using Generalized Symmetry Transform

Young-Hye Paeng[†] · Sung-Hwan Jung^{††}

ABSTRACT

The GST can extract the position of facial features without a prior information in an image. However, this method requires a plenty of the processing time because the mask size to process GST must be larger than the size of object such as eye, mouth and nose in an image. In addition, it has the complexity for the computation of middle line to decide facial features. In this paper, we proposed two methods to overcome these disadvantage of the conventional method. First, we used the reduced image having enough information instead of an original image to decrease the processing time. Second, we used the extracted peak positions instead of the complex statistical processing to get the middle lines. To analyze the performance of the proposed method, we tested 200 images including the front, rotated, spectacled, and mustached facial images. In result, the proposed method shows 85% in the performance of feature extraction and can reduce the processing time over 53 times, compared with the existing method.

1. 서 론

컴퓨터의 보급이 보편화되고, 그래픽스 기술이 급격히 발달함에 따라 보다 현실감 있는 사용자 인터페이스의

개발에 대한 요구가 늘어나면서 친숙한 인터페이스의 한 방안으로 얼굴 영상 정보의 이용이 점차 증가하고 있는 추세이다. 그리고 각종 신분증에서의 사진 인식, 범죄자 관리, 출입 통제 시스템, 은행의 보안 시스템 등 매우 광범위한 분야에서도 얼굴 정보가 응용되고 있다 [1, 2].

얼굴 정보 중에서 눈, 코, 입 등과 같은 특징 추출

[†] 정 회 원 : 창원대학교 대학원 전자계산학과

^{††} 종신회원 : 창원대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수 : 1998년 7월 28일, 심사완료 : 1999년 12월 29일

과정은 얼굴 검색 및 인식 시스템의 전처리 과정으로 필수적이며, 또한 얼굴의 특징을 기반으로 하는 검색 및 인식 시스템의 효율적인 운용을 위해 중요하다.

얼굴 특징 추출 방법은 크게 에지 기반의 방법(edge-based method)과 대칭성 기반의 방법(symmetry-based method)으로 나눌 수 있다[4-11].

에지 기반 방법은 Laplacian, Sobel 등의 에지 연산자를 사용하여 에지를 추출하고, 추출된 에지를 이용하여 얼굴 특징의 위치 및 영역을 검출하는 방법이다. T. Sakai 등[4]은 얼굴 특징의 위치를 찾기 위해 Laplacian 연산자를 적용한 후 문턱치를 이용하여 에지 성분을 추출한 후, 그 결과를 분석함으로써 얼굴 특징을 추출하였다. 이러한 방법들은 에지 연산자를 사용함으로써 수행 방법이 간단한 장점이 있다. 그러나, 얼굴 특징의 다양한 크기와 조형성(plasticity) 때문에 에지의 크기는 영상의 명암이나 얼굴 특징의 크기에 영향을 받는다. 그리고, 에지 여부를 결정하기 위해 문턱치를 설정해야 하므로 모든 영상에 대한 조정을 요구하는 단점이 있다.

대칭성 기반의 방법은 얼굴의 특징인 눈, 코, 입 등은 대칭성이 강하다는 점을 이용하여 대칭도(symmetry magnitude)를 계산하여 특징의 위치를 추출하는 방법으로 Reisfeld 등이 제안한 GST가 대표적인 예이다[9-12]. 이는 각 화소의 명도 변화의 크기와 방향을 이용하여 일정 영역 안에서 화소들의 대칭 기여도(symmetry contribution)를 계산한다. 이러한 대칭 기여도를 누적하여 영상 내의 대칭성이 강한 부분을 추출함으로써 특징 위치를 검출하는 방법이다. 일반적으로 얼굴의 눈, 코, 입 등은 대칭성이 강하므로 GST를 적용하면 얼굴 내의 눈, 코, 입 등의 위치에서 큰 대칭도가 나타나게 되므로 영상의 명암에 덜 민감하며, 영상에 대한 사전 정보 없이도 얼굴 특징의 위치를 검출할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나, GST는 영상에 적용되는 마스크 내에서 대칭성을 찾기 때문에 얼굴 내의 눈, 코, 입 등 특징의 크기보다 마스크의 크기가 커야 하므로 그 크기에 따라 많은 계산 시간이 요구된다. 또한 추출된 대칭도로부터 특징의 위치를 결정하기 위하여 평균, 분산 및 공분산과 같은 통계적 처리를 이용한 얼굴의 중심선 계산을 추가적으로 요구한다.

본 논문에서는 영상의 대부분이 얼굴인 영상에 대하여 사전 정보 없이, 적은 계산량으로 특징의 위치 추출이 가능하도록 GST를 이용한 축소 영상에서의 얼굴

특징 추출을 제안하였다. 또한, 통계적 처리 대신 대칭도에서 추출된 점두치의 위치를 이용한 얼굴의 중심선 계산을 제안하였다.

본 논문의 구성은 서론에 이어, 2장에서는 GST의 기본 구성과 수행 과정을 설명하였다. 3장에서는 축소 영상에서의 GST의 적용 및 얼굴 특징 추출을 위한 방법을 기술하였다. 그리고 4장에서는 실험 및 결과를 통하여 본 논문의 제안된 방법의 성능을 살펴보고, 5장에서 결론 및 향후 연구 과제에 대하여 기술하였다.

2. 일반화 대칭 변환(GST)의 개요

GST는 먼저 각 화소의 명도 변화의 크기와 방향을 이용하여 일정 영역 안에서 화소들의 대칭 기여도를 계산한 후, 이를 누적하여 영상 내의 대칭성이 강한 부분을 추출함으로써 특징 위치를 추출한다. 이를 위하여 먼저 영상에 대한 Edge Map을 구한다.

영상 내의 임의의 화소 p_k 에 대한 명도변화의 크기 γ_k 와 그 방향 θ_k 로 구성된 벡터 ν_k 는 식 (1), (2), (3)과 같다.

$$\nu_k = (\gamma_k, \theta_k) \quad (1)$$

$$\gamma_k = \log(1 + \|\nabla p_k\|) \quad (2)$$

$$\theta_k = \arctan\left(\frac{\frac{\delta}{\delta y} p(x)}{\frac{\delta}{\delta x} p(x)}\right) \quad (3)$$

대칭 화소 집합, $\Gamma(p)$ 를 식 (4)로 정의할 때, 명도변화의 방향으로부터 거리 가중 함수(distance weight function) $D(i, j)$ 는 식 (5)와 같이 정의되고, 위상 가중 함수(phase weight function) $F(i, j)$ 는 식 (6)과 같이 정의된다.

$$\Gamma(p) = \{ (i, j) \mid \frac{p_i + p_j}{2} = p \} \quad (4)$$

$$D(i, j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\|p_i - p_j\|}{2\sigma^2}\right) \quad (5)$$

$$F(i, j) = [1 - \cos(\theta_i + \theta_j - 2\alpha_{ij})] \cdot [1 - \cos(\theta_i - \theta_j)] \quad (6)$$

식 (5)에 나타난 거리 가중 함수는 두 화소 p_i, p_j 간 거리가 가까울수록 큰 값을 가지게 되고, σ^2 는 대칭 마스크의 크기를 나타낸다. 식 (6)에 나타난 위상 가중

함수는 두 화소의 명도변화의 방향의 합 또는 차가 180°에 가까울수록, 즉 대칭일수록 큰 값을 가지게 되고, α_{ij} 는 두 화소의 연결선과 수평선이 이루는 각이다.

두 화소의 대칭 정도를 의미하는 대칭 기여도, $C(i, j)$ 는 식 (7)과 같이 구해진다. 대칭 화소 집합에서 정의되는 중심위치의 화소 p 의 대칭 정도를 의미하는 대칭도, $M_o(p)$ 는 식 (8)과 같이 구할 수 있다.

$$C(i, j) = D(i, j)F(i, j)\gamma_i\gamma_j \quad (7)$$

$$M_o(p) = \sum_{(i, j) \in T(p)} C(i, j) \quad (8)$$

식 (8)을 영상에 적용하여 각 화소의 대칭도를 나타내는 대칭도 맵에서 첨두치를 구함으로써 영상에 대한 사전정보 없이도 특징의 위치를 추출할 수 있다. 그러나 눈, 코, 입과 같은 특징 이외의 요소인 귀, 머리 등도 대칭성을 가지므로 얼굴의 기하학적 특성을 이용하여 특징을 결정하기 위해 중심선을 구한다.

Reisfeld는 얼굴 특징의 탐색 영역 내의 좌/우측 영역 R, L 에 대한 교차 상관성(cross-correlation) $\hat{\rho}(R, L)$ 를 이용하였으며, 이는 식 (9)과 같다.

$$\rho(R, L) = \frac{Cov(R, L)}{\sigma_R \sigma_L} \quad (9)$$

$$\hat{\rho}(R, L) = \begin{cases} \rho(R, L) & \text{if } Var(R)Var(L) > 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

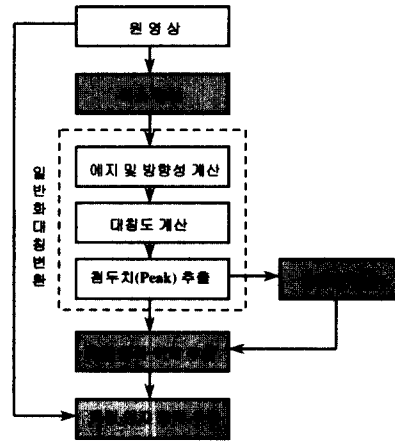
그러나, 식 (9)에서 중심선을 찾기 위한 얼굴 특징의 탐색 영역의 평균, 분산을 계산하는 과정 등은 GST 이외의 많은 처리 시간을 요구한다.

3. 축소 영상에서의 얼굴 특징 추출

(그림 1)은 본 논문에서 얼굴의 특징 위치 추출 및 중심선 계산을 위하여 수행한 과정이다.

원 영상의 각 $N \times N$ 블록 단위의 일정 크기 영상에서 구한 대표값으로 구성된 축소 영상에 대하여 GST를 수행하여 첨두치의 위치를 추출한다. 그리고, 이를 이용하여 중심선을 계산하고, 눈과 입 등의 얼굴 특징들의 위치를 결정한다.

본 논문에서는 GST의 적용시 부담되었던 계산량의 감소를 위해 256×256 크기인 원 영상에 대하여 영상의 특징 정보를 유지하는 최소 크기인 32×32 크기의 축



(그림 1) 얼굴 특징 추출을 위한 블록도

소 영상을 입력 영상으로 적용하였다[13].

일반적으로 영상의 축소시 사용되는 방법은 $N \times N$ 블록 크기의 축소 영역의 각 화소값을 평균하여 대표값으로 적용하는 방법이다. 그러나, 본 논문에서는 축소영역 중 최소값을 대표값으로 설정하여 축소 영상을 구성하였다. 이는 얼굴 영상의 대칭성을 명암 특성으로 유지하기 위함이며, 이에 대한 식은 (10)과 같다.

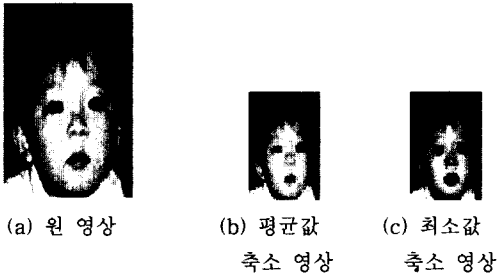
$$I_B(x', y') = \min\{I(x, y), \dots, I(x+N-1, y+N-1)\} \quad (10)$$

여기서, $I(x, y)$ 는 원 영상의 각 화소를 말하며, $I_B(x', y')$ 는 블록 영역 중 대표값의 화소를 말한다.

본 논문에서 제안한 축소 영상의 적용성 여부를 두 가지로 살펴보았다. 첫째, 일반적인 축소 방법과 제안된 방법을 적용한 후, 축소된 영상의 통계적 특성, 즉 평균과 분산을 살펴보았다. 이로써 얼굴 영상의 특징 부위의 명암 특성을 유지하는지를 알 수 있었다. 둘째, 원 영상과 축소 영상에 GST의 마스크 크기에 따른 대칭도의 분포를 살펴보았다.

먼저, 제안한 축소 영상의 통계적 특성을 비교하기 위하여 200개 실험 영상 중 50개의 영상에 대하여 256×256 영상을 32×32 크기로 축소하였다. (그림 2)는 50개의 영상 중 대표적인 것을 나타낸 것으로, (a)는 원 영상이며, (b)는 평균을 취하는 일반적인 방법으로 축소한 경우의 영상이다. 그리고, (c)는 본 논문에서 제안한 최소값을 대표값으로 취한 축소 영상이다. (그림 2)의 (b)와 (c)를 비교해보면 얼굴의 눈, 코, 입과 같은 특징은 얼굴에 비해 밝기가 낮은 값을 가지는데, 이러

한 특성을 일반적인 축소 방법보다 제안된 방법이 잘 표현하고 있음을 알 수 있다.



(그림 2) 원 영상과 축소 영상들의 비교

<표 1>은 실험한 50개의 영상에 대한 각각의 평균, 분산값을 구한 후, 이를 다시 평균을 취한 값을 나타낸 것이다.

<표 1> 원 영상과 축소 영상의 통계적 특성 비교

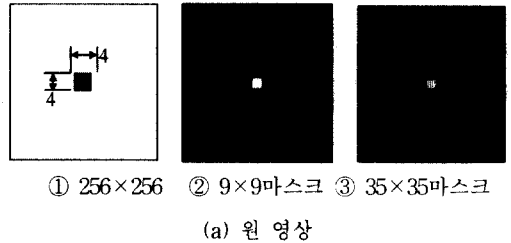
구분	평균	분산
원 영상	118.3	2481.1
평균값 축소 영상	117.8	2266.9
최소값 축소 영상	98.9	2524.9

결과를 살펴보면 평균값 축소 영상의 경우, 평균값은 원 영상과 거의 일치하나, 영상의 명암 분포 특성을 표현하는 분산값이 오히려 더 작아짐을 볼 수 있다. 그리고, 제안된 방법인 최소값 축소 영상은 최소값을 대표값으로 하기 때문에 평균값은 낮아지지만 분산값은 원 영상의 특성에 가깝게 나타남을 볼 수 있다.

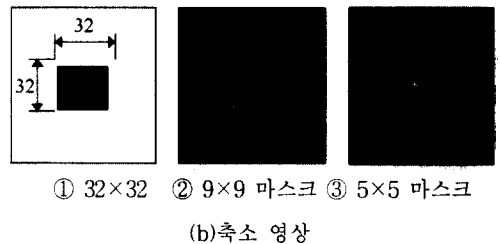
두 번째로, 작은 마스크의 적용성 여부를 살펴보기 위해 32×32 크기의 사각형을 포함한 256×256 크기의 원 영상과 원 영상을 32×32 크기로 축소시킨 축소 영상을 GST에 각각 적용하여 나타난 대칭도의 크기 분포를 (그림 3)의 (a), (b)에 각각 나타내었다.

(그림 3)의 (a)에서 보는 바와 같이, 원 영상의 경우는 9×9와 같은 작은 마스크로는 특징 전체에 대한 대칭성은 발견할 수 없다. 그러나, 35×35와 같이 특징을 충분히 포함하는 크기가 큰 마스크로는 대칭성을 발견할 수 있음을 알 수 있다. 그러나, (그림 3)의 (b)에서의 축소 영상의 경우 5×5와 같은 작은 크기의 마스크로도 대칭점을 발견할 수 있음을 알 수 있다. 그러므로, 영상의 정보를 포함하는 축소 영상을 GST에 대한

입력 영상으로 적용할 경우, 작은 마스크로도 특징의 대칭점 추출이 가능하다. 그리고, 처리 시간이 감소되어 기존의 방법보다 효율적임을 알 수 있다.



(a) 원 영상



(b) 축소 영상

(그림 3) 원 영상과 축소 영상에서의 GST 결과

얼굴 특징 추출을 위한 얼굴의 특징의 탐색 영역을 설정하기 위해, 기존의 방법에서는 통계적 처리를 수행하여 중심선을 계산하였으나, 본 논문에서는 침두치의 분포 특성을 이용하여 얼굴 특징의 탐색 영역과 수직, 수평중심선을 추출하였다.

먼저, 얼굴 특징의 탐색 영역은 식 (11)과 같이 추출된 n 개의 침두치 위치 집합 $S(x, y)$ 로부터 수직/수평 방향으로 위치가 최대/최소가 되는 위치 $V_{max}, V_{min}, H_{max}, H_{min}$ 를 계산하여, 그 영역을 얼굴 특징의 탐색 영역으로 설정하였다.

$$\begin{aligned}
 S(x, y) &= \{s(x_1, y_1), s(x_2, y_2), \dots, s(x_n, y_n)\} \\
 S(x) &= \{s(x_1, \cdot), \dots, s(x_{n-1}, \cdot), s(x_n, \cdot)\} \\
 S(y) &= \{s(\cdot, y_1), \dots, s(\cdot, y_{n-1}), s(\cdot, y_n)\} \quad (11) \\
 V_{max} &= \max\{S(x)\}, \quad V_{min} = \min\{S(y)\} \\
 H_{max} &= \max\{S(x)\}, \quad H_{min} = \min\{S(y)\}
 \end{aligned}$$

식 (11)에서 $S(x), S(y)$ 는 추출된 침두치의 위치값으로부터 수직/수평 위치값만을 취한 것이다.

얼굴의 수직/수평 방향의 중심위치를 구하기 위한 수직, 수평 중심선은 식 (11)에서 설정된 탐색 영역에

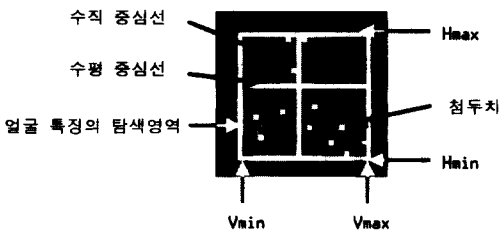
서 각각 수직/수평 방향으로 침두치가 존재하는 수를 계산하여, 그 값이 최대가 되는 지점으로 설정하였다.

수직중심선 계산은 얼굴에서 수직으로 살펴보면, 얼굴의 중심이 되는 코가 존재하는 부분에서 침두치가 많이 존재하는 특성을 이용하였다. 수직최소위치 V_{min} 로부터 수직최대위치 V_{max} 로 한 화소씩 움직이면서, 수평최소위치 H_{min} 에서 수평최대위치 H_{max} 사이에 존재하는 침두치의 수를 계산하였다. 그리고 그 값이 최대가 되는 위치를 수직중심선으로 하였다. 수평중심선 계산은 수직중심선 계산 방법의 반대인 H_{min} 부터 H_{max} 로 움직이면서 침두치의 수를 계산하여 그 수가 최대인 위치로 설정하였다. 이는 수평으로 살펴 볼 때 눈이 존재하는 부분에서 많은 침두치가 존재하는 점을 이용한 것이다. 수직, 수평중심선 계산식은 식 (12)와 같다.

$$V_{ML} = \max \{ num(s(x, y_i)) \mid H_{min} \leq y_i \leq H_{max} \}$$

$$H_{ML} = \max \{ num(s(x_i, y)) \mid V_{min} \leq x_i \leq V_{max} \}$$

식 (12)에서 x_i, y_i 는 각각 H_{min} 부터 H_{max} 사이, V_{min} 로부터 V_{max} 사이의 i 번째 화소 위치를 말한다. 식 (11), (12)로부터 계산된 얼굴 특징의 탐색 영역과 수평/수직 중심선의 결과를 (그림 4)에 나타내었다.

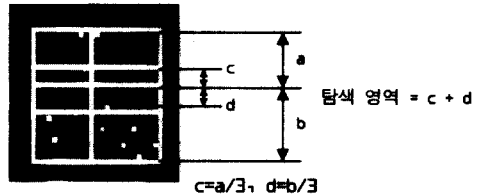


(그림 4) 침두치, 수직, 수평중심선, 얼굴특징의 탐색영역

설정된 얼굴 특징의 탐색 영역으로부터 각 특징의 위치 및 영역 설정 방법에 대한 세부 과정은 다음과 같다. 이 과정은 정면, 회전, 안경, 수염이 있는 영상에 대하여 동일하게 적용되었다. 회전 영상은 얼굴이 수평 방향으로 약 $30^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 정도 회전된 영상이다.

먼저 눈은, 존재하는 위치가 수직중심선에서 대칭이고 수평중심선에 가장 가까우며 대칭도가 큰 특징을 가지고 있으므로, 이를 이용하여 눈의 탐색 영역은 (그림 5)와 같이 설정하였다. 이와 같이 탐색 영역을 설정한 이유는 다음과 같다. 즉, 얼굴이 숙이거나, 든

은 기울어졌을 경우 수평 중심선으로부터 수직 방향으로 조금 이동되어 나타날 수 있다. 그리고, 안경을 쓴 경우에는 수평 중심선이 안경을 중심으로 이동되어 나타날 수 있기 때문이다.



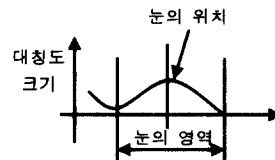
(그림 5) 눈의 탐색 영역

눈의 위치로는 수직중심선을 기준으로 좌/우영역에서 탐지된 침두치가 서로 대칭인지를 판단하기 위하여 침두치 위치로부터 수직중심선까지의 거리를 구한 다음, 식 (12)와 같이 서로의 거리 차가 최소인 위치를 추출하였다.

$$Eye(x, y) = \min \{ (PE_L(x, y) - V_{ML}) - (PE_R(x, y) - V_{ML}) \}$$

식 (13)에서 $PE_L(x, y), PE_R(x, y)$ 는 눈의 탐색 영역 중 좌, 우에서 추출된 침두치의 위치를 나타낸 것이다. 식 (13)을 만족하는 위치가 2개 이상 존재할 경우, 수평 중심선에 가까운 위치를 눈의 위치로 설정하였다.

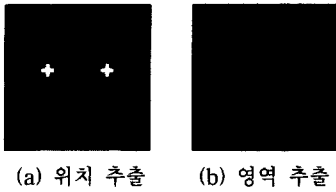
눈 영역 추출은 추출된 눈의 위치로부터 대칭도가 0(Zero)이 되거나, 기울기가 바뀌는 부분까지로 지정하였으며, 이는 (그림 6)에 나타내었다.



(그림 6) 눈의 영역 그래프

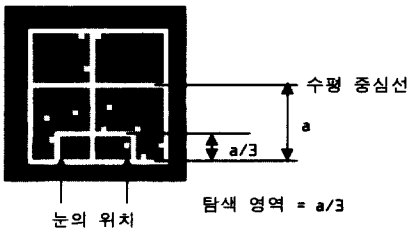
눈의 추출된 위치가 수직축의 최대, 최소 위치에 각각 존재할 경우, 회전한 얼굴로 판단하여 수직중심선까지 눈의 영역으로 설정하였다. (그림 7)은 추출된 눈의 위치 및 영역을 나타낸 예이다.

다음으로, 입은 존재하고 있는 위치가 얼굴 특징의 탐색 영역 중 하단에 위치한다. 그리고, 수직중심선을



(그림 7) 추출된 눈의 위치/영역의 예

중심으로 위치하며, 눈의 위치 사이에 존재한다. 그리고, 큰 대칭도를 가지는 특징을 가지고 있으므로 이를 이용하여 입의 탐색 영역을 설정하였다.



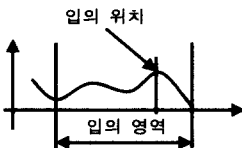
(그림 8) 입의 탐색 영역

입의 위치는 설정된 입의 탐색 영역 내에서 대칭도가 가장 크고 수직중심선에 가장 가까운 지점으로 지정하였다. 식은 (14)와 같다. 여기서, $PM(x_i, y_i)$ 는 입의 탐색 영역 내에서 탐지된 점두치의 위치를 말한다.

$$Mouth(x, y) = \min\{PM(x_i, y_i) - V_{ML}\} \quad (14)$$

이상과 같이, 추출된 입의 탐색 영역과 위치를 이용하여 입의 영역 추출 방법은 눈의 영역 추출 방법과 동일하게 수행하였다.

단, 입은 눈보다 길기 때문에 (그림 9)와 같이 추출된 위치의 수평선상에 입의 위치 이외에 다른 점두치가 존재하면 입의 영역으로 포함시켰다.

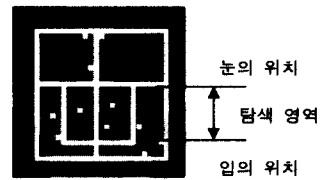


(그림 9) 입의 영역 그래프

또한, 코는 존재하는 위치의 특징이 얼굴 특징의 탐색 영역 내에서 눈과 입의 위치 사이에 존재하고, 수

직 중심선에 가까운 특징을 가진다. 코는 특히, 눈, 입처럼 하나의 위치로 지정되는 것이 아니라 몇 개의 점두치를 포함하고 있으며, 얼굴의 회전에 따라 점두치 위치의 분포가 넓게 나타나는 특징을 가지고 있다.

따라서, 이러한 특징을 이용하여 (그림 10)과 같이 추출된 눈의 위치와 입의 위치 사이에 존재하는 점두치의 위치를 찾아 수직, 수평방향으로 최대, 최소 지점을 코의 탐색 영역을 설정하였다.



(그림 10) 코의 탐색 영역

위치 선정 방법은 코의 탐색 영역 내에서 탐지된 점두치의 위치에 대하여 식 (15)와 같이 평균을 취하여 지정하였다. 여기서, $PN(x_i, y_i)$ 는 코의 탐색내에서 탐지된 점두치들의 위치를 말한다.

$$Nose(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} PN(x_i, y_i) \quad (15)$$

코의 영역 추출은 점두치가 여러 개 존재한다는 점을 이용하여 탐색 영역을 모두 코의 영역으로 하였다.

4. 실험 및 결과

실험은 펜티엄 PC-150과 C 언어를 사용하여 수행하였다. 그리고 원 영상은 256×256 크기를, 축소 영상은 32×32 크기를 사용하였다. 이때, 얼굴의 눈, 코, 입 등은 일반적으로 얼굴에 비해 밝기가 낮은 값을 가지므로 축소 영상을 구할때 8×8 단위 블록에서 최소값을 대표값으로 하여 축소하였다. 실험에 사용된 영상은 200개이며, 정면, 회전, 안경, 수염이 있는 영상들이 포함되어 있다.

4.1 처리 시간 비교

GST 수행을 위해 원 영상에는 35×35 크기의 마스크를, 제안된 축소 영상에는 5×5 크기의 마스크를 적용하였다. 이에 대한 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 처리 시간 비교

(단위: 초)

구분	예지 및 방향성	대칭도 계산
기존의 방법	21(52.5)	1730(4325)
제안된 방법	0.4(1)	0.4(1)

<표 2>를 살펴보면, 처리 시간은 마스크의 크기와 영상의 화소 수에 많은 영향을 받으므로, 본 논문에서 제안한 방법이 예지 및 방향성 계산에서 약 53배, 대칭도 계산에서는 약 4300배 정도 처리시간 감소를 얻었다.

4.2 특징의 위치 및 영역 추출

기존의 방법과 제안된 방법의 특징 탐지율을 비교하기 위하여 200개의 실험 영상에 대한 특징의 위치 및 영역 추출 결과는 각각 <표 3>, <표 4>에 나타내었다.

<표 3> 기존 방법의 실험 결과

구분	정면 영상	회전 영상	안경 쓴 영상	수염이 있는 영상	합계
실험영상 수	47	60	54	39	200
탐지	44	48	43	31	166
미탐지	3	12	11	8	34
탐지율(%)	94	80	80	80	83

<표 4> 제안된 방법의 실험 결과

구분	정면 영상	회전 영상	안경 쓴 영상	수염이 있는 영상	합계
실험영상 수	47	60	54	39	200
탐지	43	50	45	32	170
미탐지	4	10	9	7	30
탐지율(%)	91	83	83	82	85

본 실험에서 사용된 정면 영상들은 얼굴을 들거나, 숙인 그리고 기울어진 영상을 포함하고 있다. 정면 영상의 경우는 기존의 방법이 1개 더 탐지하는 결과를 보이지만, 회전, 안경, 수염이 있는 영상에서는 제안한 방법이 약 2개 정도 더 탐지하는 결과를 보여, 결과적으로 200개의 전체 영상에 대하여 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 평균 탐지율이 85%로서 약간 더 높은 탐지율을 보였다.

5. 결 론

본 논문에서는 얼굴의 특징의 위치 및 영역을 검출하기 위하여 영상의 사전 정보 없이 특징의 위치를 추

출 가능한 GST를 축소 영상에 적용하여 작은 마스크로도 특징의 위치를 검출할 수 있도록 하여 계산량을 감소하였다. 또한, 특징의 위치를 추출하기 위하여 필요한 얼굴의 중심선 계산은 통계적 처리 대신 대칭도에서 추출된 첨두치의 위치를 이용하였다.

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 살펴보기 위하여 200개의 영상에 대하여 실험하였다. 그 결과를 살펴보면, 영상의 화소 수와 적용 마스크의 크기에 영향을 받는 처리 시간이 예지 및 방향성 계산에서 약 53배, 대칭도 계산에서는 약 4300배 정도 감소되었음을 알 수 있었다. 그리고, 200개의 영상에 대하여 기존의 방법과 제안된 방법에 대한 탐지율은 각각 83%, 85%를 나타내었다.

향후 연구 과제로는 얼굴의 특징 크기에 따른 마스크 크기의 자동 설정에 관한 연구와 추출된 첨두치의 위치정보를 이용하여 표정 변화의 예측에 대한 연구를 하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] D. Valentin, H. Abdi, A. J. Toole and W. Cottrell, "Connectionist Models of Face Processing," a survey, *Patterns Recognition Vol.27*, pp.1209-1230, 1994.
- [2] R. Chellappa, S. Sirohey, C. L. Wilson and C. S. Barnes, "Human and Machine Recognition of Faces : A Survey," *DACA76-92-C-0009*, 1994.
- [3] 이미숙, 김남진, 이호, 임희석, 이성환, "얼굴 영상의 이해를 위한 얼굴 특징의 자동분석", *한국정보 과학회 HCI'96 학술대회 발표논문집*, 부산, pp.205-219, 1996년 2월.
- [4] T. Sakai, M. Nagao, and T. Kanade. Computer analysis and classification of photographs of human faces. In *Processings of the first USA-Japan computer conference*, pp.55-62, 1972.
- [5] T. Kanade. Picture processing system by computer complex and recognition of human faces. PhD thesis, Dept. of Information Science, Kyoto University, November 1973.
- [6] R. J. Baron. Mechanisms of human facial recognition. *International Journal of Man-Machine studies*, 15:137-178, 1981.

- [7] 이상영, 함국영, 박래홍, "뉴로-퍼지 알고리즘을 이용한 얼굴 인식", 전자공학회논문지, 제32권, B편, 제1호, pp.50-63, 1994년 1월.
- [8] 윤호섭, 소정, 왕민, 민병우, "고립 영역 분석에 의한 얼굴 요소 추출", 한국정보과학회 논문지 (B), 제23권, 제7호, pp.752-765, 1996.
- [9] D. Reisfeld, and H. Wolfson and Y. Yeshurun, "Context-free attentional operators : The generalized symmetry transform," International Journal of Computer Vision, vol.14, pp.119-130, 1995.
- [10] D. Reisfeld, and H. Wolfson and Y. Yeshurun, "Context-free attentional operators : The generalized symmetry transform," International Journal of Computer Vision, Vol.14, pp.119-130, 1995.
- [11] 허연주, "다중 물체 검출을 위한 일반화 대칭 변환의 RBF 망에 의한 구현", 경북대학교 석사 학위 논문, 1996년.
- [12] D. Reisfeld, "Generalized Symmetry Transforms : Attentional Mechanism and Face Recognition," Ph.D.Tel-Aviv University, January, 1994.
- [13] A. Samal and P. A. Iyengar, "Automatic recognition and analysis of human facial expressions : a survey," Pattern Recognition, Vol.25, No.1, pp.65-77, 1992.



팽 영 혜

e-mail : pyh@sarim.changwon.ac.kr
 1990년 창원대학교 전자계산학과 (이학사)
 1998년 창원대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)
 관심분야 : 멀티미디어, 영상처리, 인공지능



정 성 환

e-mail : sjung@sarim.changwon.ac.kr
 1979년 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1983년 경북대학교 대학원 (공학석사)
 1988년 경북대학교 대학원 (공학박사)

1986년 전자계산기 기술사
 1992년 정보처리 기술사
 1992년~1994년 Univ. of California at Santa Barbara Post-Doc.
 1988년~현재 창원대학교 컴퓨터공학과 부교수
 1999년~현재 미국 CSM 교환교수
 관심분야 : 영상정보처리, 멀티미디어, 내용기반 영상DB, 신경망 응용, 초고속 정보통신망 응용