

# 스테레오 영상에서의 굴곡 특징을 이용한 얼굴 특징 추출에 관한 연구

김상명\*, 박장한\*, 남궁재찬\*  
\*광운대학교 컴퓨터공학과  
e-mail:parkch@kw.ac.kr

## A Study on Face feature extraction using Curvature Characteristic in Stereo Image

Sang-Myung Kim\*, Chang-Han Park\*, Jae-Chan Namkung\*  
\*Dept of Computer Engineering, Kwangwoon University

### 요 약

본 논문에서는 스테레오 영상의 정합을 통한 얼굴의 굴곡 특징과 좌표 정보로서 정지 영상에서 생기는 제약 조건의 약화와 굴곡 특징을 이용하여 보다 강건한 얼굴 특징 추출 알고리즘을 제안한다. 얼굴 인식 기술은 정지 영상을 통한 얼굴 영역의 특징들로 얼굴을 구별하고, 얼굴을 검색하기 위하여 다양한 특징을 추출하는데, 정지 영상에서는 추출할 수 없는 좌표 정보를 이용한 눈, 코, 입의 정보들과 굴곡 정보를 이용함으로써 얼굴 인식의 효율성을 높이는데 있다. 제안된 알고리즘의 단계는 색상으로부터의 얼굴 영역 검출 단계, 얼굴 특징의 추출을 위한 전처리 단계, 눈, 코, 입에 대한 특징 정보로서 사람의 판별 유무와 찾아진 얼굴 영역에 눈 템플릿을 적용하고, 눈 사이의 거리와 기울어짐, 코와 입에 대한 거리 정보들로서 스테레오 영상의 굴곡 특징 정보를 추출하는 단계로 이루어져 있다. 또한, 기존의 특징 정보뿐만 아니라 스테레오 영상의 정합을 통한 굴곡 특징 정보를 사용 각각 영상의 종류에 대해서 100%, 93%, 76%의 인식률을 얻었으며 평균 90%로서 정지 영상과의 비교를 통해 8%의 인식률의 향상으로 본 연구의 유효성을 입증하였다.

### 1. 서론

최근 몇 년간 인터넷을 통한 정보 공유가 급속화 되면서, 공유할 수 없는 개인 정보에 대한 가치가 상승하고 있다. 또한 개인 정보 보호 문제가 대두되면서, 생체 정보를 이용한 보안 기술이 주목받고 있으며, 개인의 생리적인 특징이 행동적 특징을 말한다. 이는 타인에 의해 쉽게 복제될 수 없는 개인의 고유한 특징을 나타낼 수 있다. 따라서 생체 정보를 이용해 개인을 인식하는 기술에는 지문 인식, 홍채 인식, 서명 검증, 정맥 인식, 음성 인식, 얼굴 인식 등이 있다.[10][1]

얼굴 인식은 보안 분야 뿐 아니라 그 응용 분야도

다음과 같이 매우 다양하며, 보안 분야, 감시 분야, HCI(Human Computer Interface) 분야로 나눌 수 있고, <표1>에 정리하였다.

<표1> 얼굴 인식의 응용

얼굴 인식 응용 분야	
보안 시스템	회원 관리, 주택, 금고 관리, 출입근 관리, 자동차 키, PC보안
무인감시 시스템	아파트, ATM, 신용카드, 공항, 도서우편지역
HCI	은행 대어금고, 인터넷 설계 가전제품, 계기판 조작, 예약용 로보트

본 논문에서는 얼굴 인식 기술 중 스테레오 영상을 이용한 얼굴 영상 인식 및 추출 기법을 제안하며, 이용자의 눈과 입의 특징 검출과 스테레오 이미지에서 다양한 얼굴 정보의 추출 기법을 제안한다.

논문의 구성은 2장에서 얼굴 영역 검출 및 특징추출, 인식 기술을 소개하고, 3장에서는 얼굴 특징 정보 추출 시스템에 대한 설계를 하며, 4장에서는 모

\*이 논문은 2001년도 광운대학교 인터미디어 연구센터 연구비에 의하여 연구되었음.

의실험 결과와 문제점으로서 연구 진행 방향을 언급하여, 5장에서는 결론을 맺었다.

## 2. 얼굴 인식 기술 및 스테레오 영상 기술

### 2.1 얼굴 영역의 검출 기술

얼굴 검출은 얼굴을 포함하는 최소 영역을 찾아내는 것을 말하며, 응용에 따라 얼굴의 정확한 경계영역을 찾는 것을 포함할 수 있다. 따라서, 인종, 성별, 나이별, 얼굴 움직임, 표정 변화 등의 얼굴이 가지는 변화 요인뿐 아니라, 주변 환경 즉, 복잡한 배경, 조명 변화, 장신구 착용 등에 의한 환경 요인에 무관하게 검출할 수 있는 기법 개발을 목표로 한다[10]. 다음은 입력 영상이 가진 정보량, 또는 제약 조건에 따른 구분이다.

- ◎ 잘 제어된 배경을 가진 영상인 경우
- ◎ 칼라 정보를 사용할 수 있는 경우
- ◎ 모션 정보를 사용할 수 있는 경우

### 2.2 얼굴 특징 추출 기술

얼굴 특징의 추출은 얼굴 영상 및 얼굴을 포함한 영상내의 분리된 얼굴 영역에서 얼굴 특징들, 즉 눈, 코, 입 등을 추출하는 것으로 다양한 방법에 의해 연구되어 왔으며, Sirovich와 Kiby는 수염이 없는 얼굴 영상에 대해 KL변환을 적용하여 얼굴을 표현하는 방법을 소개하였다[5]. Nixon은 얼굴 특징 추출을 위해 Hough 변환을 사용하였다[7]. Yuille 등은 가변 템플릿을 사용하여 얼굴의 특징을 추출하였다[1]. Hallinan도 영상에서 눈을 검출하기 위해 템플릿을 사용하였다[8]. Manjunath 등은 Gabor 웨이블릿 분해와 지역적 크기 변환의 상호 작용(local scale interaction)을 사용하여 곡률이 최대인 점에서 얼굴특징을 추출하는 방법을 제시하였다.

### 2.3 얼굴 인식 기술

얼굴을 인식하는데 다양한 방법이 제안되어 있으며, 얼굴 영역의 칼라 정보를 기반으로 하는 방법, 모양을 기반으로 하는 방법, 특징을 기반으로 하는 방법, 유형을 기반으로 하는 방법 등을 들 수 있다.

- ◎ 칼라 정보를 기반으로 하는 방법은 영상 처리 분야에서 사용되는 몇 가지 칼라 모델의 색상 정보를 이용하는데, RGB, HSI, YIQ 등의 칼라 모델이 주로 이용되어 왔다.
- ◎ 모양을 기반으로 하는 방법은 얼굴의 윤곽, 코의 모양, 입의 모양, 눈과 눈썹의 모양 등을 이용해서 얼굴 영역을 검출하는 방법이다.
- ◎ 특징을 기반으로 하는 방법은 모든 사람의 얼굴에서 눈의 홍채, 눈의 끝, 눈 자체, 코의 끝, 콧구멍, 입 등의 특징들의 기하학적인 관계가 항상 일정하다는 사실을 이용하는 방법이다.

- ◎ 유형을 기반으로 하는 방법의 대표적인 예로는 얼굴과 얼굴이 아닌 부분의 영상을 신경망을 이용하여 구분하는 방법이다.

### 2.4 스테레오 영상 기술

스테레오 영상 기술은 2차원 영상으로부터 3차원 정보를 추출하는 과정으로 두 개의 카메라를 이용하는 방법이다[9]. 3차원 정보는 사물에 대한 원근감, 위치, 속도, 깊이 등의 정보를 지니고 있기 때문에, 원격 작업에 이용하면 마치 현장에 직접 투입되어 작업을 수행하는 것과 같은 현장감을 얻게 되어 원격 작업을 쉽게 수행할 수 있다. 영국AEA[2] 및 미국 ORNL[4] 등에서 수행한 원격 조작성 실험에 관한 연구 보고서에서 입체 영상은 평면 영상에 비해 30%이상 능률을 향상시키는 것으로 보고하고 있으며, 움직임 추적, 물체 검출, 시각 장치의 원격 조정 등에서 광범위하게 이용된다. 또한, 자연스럽게 선명한 양질의 입체 영상을 획득하기 위해서는 인간의 시각 기능 중 최소한 세 가지 기능을 가지고 있어야 한다. 즉 양안시차(binocular parallax)기능, 초점 제어기능, 주시각 제어 기능을 갖추어야 한다.

### 3. 제안된 전체 시스템 구조

본 연구에서 제안된 전체 시스템의 구조는 그림1과 같이 구성된다.

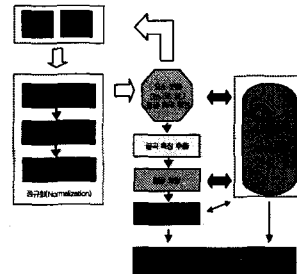


그림 1. 얼굴인식 시스템 구성도

### 3.1 스테레오 이미지 시차 정보 보상

본 논문에서는 고정된 크기의 블록정합 알고리즘을 사용한다. 블록 정합에 사용되는 기저 함수는 MAD(mean absolute difference)와 MSD(mean square difference)를 주로 사용하는데, 계산량을 줄이기 위해 SAD(Sum of Absolute Difference)를 기저함수로 사용하였다. 공간상의 한 점이 좌우 두 영상에 투영되었을 때, 두 점을 연결하는 가상의 선을 에피플라선이라 한다[6]. 우측영상의 대응 블록은 좌측영상과 동일한 Y축의 좌표를 가지는 에피플라선 상에서 정합 된다. 식(1)은 스테레오 영상의 시차추출을 위해 사용된 SAD를 나타낸다.

$$SAD = \sum_j \sum_i |I_L(i, j) - I_R(i + k, j)| \quad (1)$$

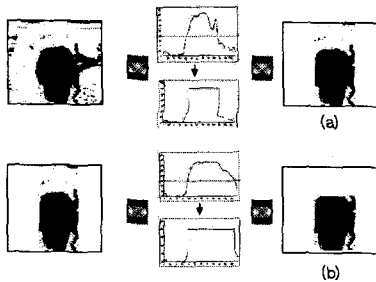
여기서  $N_x, N_y$ 는 블록의 크기를 나타낸다.  $I_L$ 은 좌측 영상의 블록을 나타내고,  $I_R$ 은  $I_L$ 에 대응되는 우측영상의 블록을 나타낸다.

### 3.2 얼굴 영역 검출

카메라로부터 획득된 좌, 우 입력영상은  $320 \times 240$  크기로 얼굴을 포함하는 RGB칼라영상이다. 먼저 획득된 영상에서 색상 정보만을 이용, 조명에 대한 영향을 줄이기 위하여 주어진 영상을 RGB 색상계로부터 YCbCr 색상계로 변환하게 된다[3]. 입력 영상의 YCbCr 정보 중에서, Cb, Cr성분에 대해 색상 영역분할과정을 거쳐 살색 값을 갖는 영역만을 추출해 내는데 이때 Cb, Cr 각각의 선택범위는 다음 식(1)과 같다.

$$f(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } (137 < Cb < 152) \cap (123 < Cr < 137) \\ 255 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

그림2는 식(1)을 이용한 얼굴 영역 추출 과정으로 (a)는 수직 방향, (b)은 수평 방향에 대한 것이다.



(a) 수직 방향 화소 값 조정 영상 (b) 수평 방향 화소 값 조정 영상  
그림 2. 얼굴 영역 추출 과정

### 3.3 얼굴 특징의 검출

본 논문에서는 얼굴 영역에서 눈의 검출을 위해 최적의 형판을 설계하여 적용하였다. 입력 영상의 크기가  $320 \times 240$ 이기 때문에 얼굴 전체가 영상 내에 존재한다는 가정 하에 입력 영상에서의 평균적 눈의 크기를 고려하여 크기가  $20 \times 16$ 인 형판을 그림3과 같이 설계하였다. 여기서 검은 부분의 화소는 -5, 하얀 부분의 화소는 +5의 값을 갖게 하였다. 이 값들은 실제 모의실험의 결과 최적 값을 선택한 것이다.



그림 3. 제안된 눈 템플릿

Matching value에 의해 결정된 두 눈의 값에 대한 신뢰도를 높이기 위해 두 개의 매개 변수를 제안

하였다. 두 개의 매개 변수는 눈 사이의 거리를 나타내는 Distance와 기울어짐을 나타내는 Angle로 정의하였으며, 그림4와 같다.

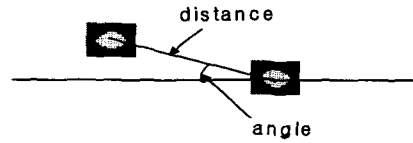


그림 4. 거리와 각도

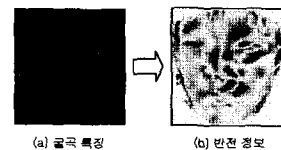
<표2>은 매칭 값, 거리, 각도를 사용한 얼굴 판단 조건을 나타내고 있다.

<표2> 얼굴 판단 조건

얼굴 유무 조건	
MV	$90 \leq MV$
Distance (pixel)	$10 \leq \text{Distance} \leq 20$
Angle (degree)	$-10 \leq \text{Angle} \leq 10$

### 3.4 얼굴 특징정보 추출

눈, 코, 입 등의 정보를 특징으로서 사용하기 위해서 다음과 같이 눈 정보는 = (오른쪽 이미지 눈 좌표+왼쪽 이미지 눈 좌표)/2로 얻게 되며, 입 정보와 코 정보 역시 계산된 좌표 값에 1/2로서 얻게 된다. 이렇게 얻어낸 눈, 코, 입의 정보로서 오른쪽과 왼쪽영상에 대해서 빼기 연산을 통한 굴곡 정보를 얻게 되는데 굴곡 정합과정에서 픽셀 단위의 명암 값을 낮추는 역할을 하는 빼기 연산 수행은 이미지 전체의 밝기 값을 낮춰주는 역할을 하기 때문에 이미지만 빼기 연산을 수행한다. 만약 뺀 값이 음수 값이면 이미지의 반전이 일어나기도 하지만, 전처리 과정을 거친 경우에는 원하는 정보를 얻었다. 이렇게 얻어진 정보를 반전시키면, 얼굴 영역 이미지가 굴곡 정보로서 표현되게 된다. 그림 5(a)의 굴곡 특징을 반전시키면 그림 5(b)와 같다.



(a) 굴곡 특징 (b) 반전 정보

그림 5. 정합 이미지 반전

<표3>은 매개변수들과 입력된 영상 굴곡 정보와 데이터베이스의 굴곡 정보와의 비교를 통해 얼굴을 인식하는데 사용하게 된다.

<표3> 얼굴 조건

	얼굴 조건
눈 거리	10 ≤ 눈 ≤ 16
눈 기울기	0 ≤ 기울기 ≤ 10
눈 좌표 정보	10 ≤ 눈 좌표 정보 ≤ 20
코 좌표 정보	0 ≤ 코 좌표 정보 ≤ 10
입 좌표 정보	8 ≤ 입 좌표 정보 ≤ 12

4. 실험 및 결과

본 논문에서 사용된 스테레오 영상에서 부분적인 특징이 강한 굴곡 정보를 블록마다의 명암 값을 고려하여 20%미만의 임계 값을 설정해서 이진화 값을 계산하게 된다. 그림 6에서 굴곡 영상과 이진화 값을 보였다.

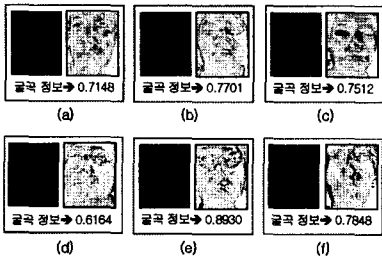


그림 6. 굴곡 특징 정보

<표4>는 각 표본 영상으로 계산된 결과로서 정지 영상 인식률과 스테레오 영상에서의 좌표 정보와 굴곡 정보를 함께 사용한 인식률의 비교표이다.

<표4> 각 표본 영상으로 계산된 파라미터와 결과 값

	input image (1)				output(1)	input (2)	output(1)+input(2)	
	eye Distance (pixel)	eye Angle (degree)	eye feature	mouth feature				
(a)	15.23	0.33	15.07	6.76	10.40	0.4779	0.7148	1.1927
(b)	14.52	X	15.34	7.09	10.57	0.4752	0.7701	1.2453
(c)	12.96	X	12.47	6.41	9.77	0.4161	0.7512	1.1673
(d)	16.00	X	14.99	9.81	5.97	0.4677	0.6164	1.0841
(e)	16.19	0.05	15.36	6.36	10.20	0.4816	0.8830	1.3746
(f)	16.16	X	16.57	6.71	10.04	0.4948	0.7848	1.2796

<표5> 표 인식률 비교

정지 영상 종류	영상수	인식	합의의	인식률(%)
중형사진 크기	20	18	2	90%
상반신 크기	30	25	6	83%
전신 크기	30	22	8	73%
스테레오 영상 종류	영상수	인식	합의의	인식률(%)
중형사진 크기	20	20	X	100%
상반신 크기	30	28	2	93%
전신 크기	30	23	10	76%

<표5>는 총 80개의 실험 데이터 중에서 얼굴 영역과 눈 영역을 확실히 찾을 수 있는 영상의 경우 인식률이 높는데 반해서 거리가 너무 멀거나 얼굴 영역이 너무 작아서 눈을 찾을 확률이 적거나 템플릿의 고정 크기와 틀린 경우는 인식률이 낮았다.

5. 결론

본 논문에서는 얼굴 인식의 기술로서 스테레오 영

상을 이용한 얼굴 특징 추출 기술을 구현하였으며, 사용자의 얼굴 영상을 인식, 눈과 입의 검출 가능성 여부를 판별하여 얼굴 유무확인에 따른 얼굴 굴곡 특징을 이용함으로써 2차원 정보에서의 제약조건의 약화와 굴곡 특징을 이용 보다 강건한 얼굴 정보를 추출할 수 있었다. 결과적으로 얼굴의 유무 판단에서 섀클라스, 마스크 등으로 가려진 비정상적인 얼굴을 제외하고는 얼굴특징이 구별된 얼굴에서 3차원 정보인 굴곡 정보를 이용 효과적으로 얼굴특징을 찾을 수 있었다. 또한, 스테레오 영상에서 카메라와 얼굴과의 거리를 계산해서 보정하는 방법과 얼굴의 포즈에 대한 문제를 해결하면 더 높은 인식률을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] A. Yuille, D. Cohen and P. Hallinan, "Feature extraction from faces using deformable templates", Proc. IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 104-109, 1989

[2] A. Dumbreck, C. Smith, and S. Murphy, "The development and evaluation of a stereoscopic television system for remote handling", Image Technology Journal of BKSTS, pp. 8-12, Jan. 1990.

[3] Chun-Hung Lin and Ja-Ling Wn. "Automatic Facial Feature Extraction by Generic Algorithms", IEEE Trans. Image Processing, Vol. 8, No. 6, pp. 834-845, June 1999

[4] J. Draper, Y. Fujita, and J. Merndon, "Evaluation of High Definition TV for Remote Task Performance", Peropt no. ORNL/TM-10301, Oak Ridge National Laboratory, Apr. 1987.

[5] L. Sirovich and M. Kirby, "Low-dimensional procedure for the characterization of human face", j. Opt. Society Amer., Vol. 4, pp. 519-524. 1987

[6] Liang-hua Chen, Wei-Chung Lin, "Visual surface segmentation from stereo", Image and Vission Computing, vol. 15, pp. 95-106, 1997.

[7] M. Nixon, "Eye spacing measurement for facial recognition", in SPIE Proc., Vol. 575, pp. 279-285, 1985

[8] P. Halliana, "Recognizing human eyes", in SPIE Proc. : Geometric Methods in Computer Vision, Vol. 1570, pp. 214-226, 1991.

[9] U.R. Dhond and J.K. Aggrawal, "Structure from stereo-A review", IEEE trans, System. Man and Cybern., vol. 19, pp. 1489-1510, 1989.

[10] 고재필, 변해란 "Survey on Face Recognition", 전자공학회 지 제 29권 7호. 2002.7