

논문 2009-3-25

확장된 계곡에너지를 이용한 얼굴특징점 검출

Defecfion of Face Feafures using Extended Valley Energy

박인규*, 안보혁**, 최규석***

In-Kyu Park, Bo-Huck Ahn, Gyoo-Seok Choi

요 약 본 논문은 좀 더 세밀한 얼굴의 특징점을 검출하기 위하여 계곡에너지[1]를 확장한 확장형 계곡에너지 알고리즘을 제안하였다. 제안된 계곡에너지는 먼저 화소간의 밝기의 차이를 측정하는 계곡 마스크의 크기를 고정시키지 않고 가변의 형태로 구성하였다. 다음으로 여러 마스크에 따라 발생된 서로 다른 값들을 누적시킴으로써 계곡에너지의 특징점의 정보를 다양화시켰다. 결국 환경변화에 보다 유연한 계곡에너지를 구할 수 있었다. 제안한 알고리즘을 검증하기 위하여 많은 영상에 적용하여 실험한 결과 98%이상의 얼굴특징 영역을 추출할 수 있었다.

Abstract In this paper the extended algorithm of valley energy was proposed In order to detect the robust features of the face The proposed energy had the variable type without the constant size of valley mask for measuring the gray value among pixels By accumulating the results generated by the various masks the information of valley energy was so diversified. Then the robust energy which is independent of the environments was maded. The various experiments proved that The proposed method showed the detection rate of 98 percentage in the features of the face region.

Key Words : valley energy, feature detection

I. 서 론

21세기의 멀티미디어 정보사회에서는 개인에 대한 정보관리, 보호가 무엇보다도 중요한 문제로 부각되고 있다. 최근에 컴퓨터를 이용한 개인의 정보보호 및 신분 확인을 위해 인체 특징을 이용하는 생체측정(biometric) 기술이 많이 연구되고 있다.

이 중에서 얼굴인식 기술은 사용자의 특별한 기계와의 접촉 행위에 대한 요구없이 비접촉식으로 개인의 신원을 확인할 수 있다는 장점 때문에 편리성 있는 생체측정 기술로 평가 받고 있다.

얼굴 정보와 관련한 연구는 크게 3가지 분야로 분류

할 수 있다. 입력된 영상으로부터 얼굴에 관한 특징 추출에 관한 연구, 얼굴 영상을 해석하여 영상 속의 사람을 식별하는 연구^[2,3], 얼굴의 특정 부분을 분석하여 그 사람의 표정을 알아내는 연구^[4]로 나누어 볼 수 있다.

그중 얼굴의 특징 추출에 관한 연구는 다시 전체의 영역 추출 및 윤곽선 추출에 관한 연구^[9,10]와 눈, 입 등의 얼굴 주요소의 영역 추출 및 특징점 또는 윤곽선 추출에 관한 연구로 다시 나누어 생각 할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 연구들 중에서 중요한 얼굴 주요소의 영역 추출에서의 요인 즉 눈, 눈썹, 입의 검출을 행하였다. 얼굴요소의 특징점 추출에 기본이 되는 것은 확장된 계곡 에너지를 사용하였다. 계곡 에너지란 얼굴 특징점이 주위 피부보다 어둡다는 성질을 이용하였다. 주위보다 어두운 영역을 찾기 위해서 형태학 연산에

***정회원, 중부대학교

***중신회원, 청운대학교(교신저자)

접수일자 2009.05.10, 수정완료.2009.06.12

기반한 확장계곡 검지기를 사용하였다. 이후 확장계곡검지를 사용하여 얼굴 영역인 눈과 눈썹 그리고 입을 부각시킨 후 원영상과의 차를 구함으로서 눈과 눈썹 입의 특징점 추출을 하는 연구를 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 계곡 에너지 사용하기전 방해 요소가되는 머리카락과 턱 아래부분을 히스토그램을 이용하여 제거하는 방법과 3장에서는 확장계곡 검지기를 이용한 계곡에너지 검출에 대한 설명 그리고 4장에서는 정확한 이목구비 검출을 위한 평형 사변형 필터 사용 그리고 5장에서는 실험 및 결과 6장에서는 결론을 기술하였다.

II. 얼굴 후보영역 검출

계곡 영상을 사용하여 이목구비를 추출할 때 가장 문제가 되는 부분은 머리카락과 턱선이다 그래서 이러한 부분들을 제외한 얼굴 후보영역을 구하기 위하여 비교적 간단한 히스토그램[18]을 사용하였다.

2.1 히스토그램

히스토그램을 이용하여 눈의 중심선과 눈의 높이, 입의 중심선과 입의 높이를 구하여 눈썹 위 부분과 입술 아래 부분을 제거하여 대략적인 얼굴 후보영역을 구하여 머리카락 부분과 턱선 부분을 제거하였다. 히스토그램을 이용할 때에는 이진화된 영상과 수평 수직 성분의 경계 영상을 사용하였다 눈의 경우에는 눈동자에 의한 수직 성분의 강한 경계가 검출되고, 입은 수평 성분의 경계가 강하게 검출됨을 이용하여 각 요소별로 분리된 연산자로 경계를 추출하였다.

2.2 눈의 중심선과 높이

눈의 중심선을 구할 때에는 강한 수직 성분의 경계를 이용하였다. 먼저 수직 성분의 경계 영상을 얻고 이 경계 영상에 대하여 식(1)에서의 수평 투시(horizontal integral projection)을 이용하여 눈 부분에서 봉우리가 나타나는데, 이것을 이용하여 눈의 중심선을 구하였다. 눈의 높이는 이진화 영상을 만든 후 눈의 중심선부터 위, 아래방향으로 각각 수평 투시를 이용하여 눈동자의 위 끝 부분과 아래 끝 부분을 구하여 높이를 구할 수 있었다

$$H(y) = \sum_{x=x_1}^{x_2} I(x,y) \tag{1}$$



(a) 원영상 (a) the original (b) 수직성분 (b) the vertical



(c) 수평성분 (c) the horizontal

그림 1. 원영상의 수직과 수평성분
Fig. 1 The vertical and horizontal of the original

2.3 입의 중심선과 높이

입의 중심선은 눈을 찾았던 자료를 이용하여 후보영역을 결정하였다. 두 눈의 아래 부분에서 시작하여 두 눈의 중심점간의 거리를 너비로 하고 높이는 1.4배로 하여 입의 후보영역을 정하고, 다음으로 수평 성분의 경계가 강하게 검출된 점을 이용하여 추출된 수평성분의 경계 영상에 대하여 코와 입의 후보영역 내에서 수평 투시를 수행하였다. 이에 의해 입 부분에서 봉우리가 나타나는데 이것을 이용하여 입의 중심선을 구하고 높이는 눈과 같은 방법으로 구하면 된다. 이렇게 구한 눈의 중심선과 높이 그리고 입의 중심선과 높이를 이용하여 눈썹 위부터 입술 아래부분까지 검출해서 얼굴 후보영역을 사용하였다.



그림 2. 특징점의 후보 영역
Fig. 2 The candidate for the features

III. 확장된 계곡 에너지

3.1 계곡에너지

계곡 에너지란 눈, 눈썹, 입술이 모두 세로 방향보다 가로 방향이 길다는 점을 이용하는 것으로서 위와 아래는 밝고 가운데는 어두운 정도를 측정하는 에너지를 말한다[1]. 그림 1에 계곡에너지 측정을 위한 패턴을 나타내었다.

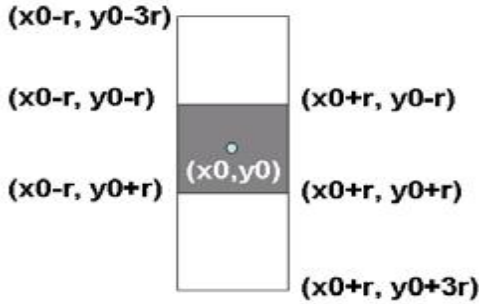


그림 3 계곡 에너지 측정을 위한 패턴
Fig. 3 The measure pattern for valley energy

픽셀 (x_0, y_0) 에 대한 계곡 에너지를 구하기 위해서는 먼저 식 (1)과 같이 가운데 사각형이 위와 아래의 사각형보다 어두운 정도를 나타내는 값 $V(x_0, y_0)$ 를 구한다. 여기에서 $p(x, y)$ 는 픽셀 (x, y) 의 명도값을 나타낸다. 기존의 계곡에너지에서는 식(2)같이 변수 r 의 값이 1부터 k 까지 변화할 때 괄호안의 값들중 가장 큰 값을 사용하였지만, 본 논문에서는 계곡에너지가 좀 더 다양한 정보를 가지도록 하기위하여 하나의 대푯값에 해당하는 최대값을 지양하고 각각의 화소 값들에 대한 인접정보를 나타낼 수 있도록 모두 누적하여 나타내었다.

$$V(x_0, y_0) = \sum_{r=1}^k \left(\sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0-3r}^{y_0-r} P(x, y) - \sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0-r}^{y_0+r} P(x, y) \right) + \left(\sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0+r}^{y_0+3r} P(x, y) - \sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0-r}^{y_0+r} P(x, y) \right) - \left| \sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0-3r}^{y_0-r} P(x, y) - \sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0+r}^{y_0+3r} P(x, y) \right| \quad (2)$$

전체 픽셀에 대해 $V(x_0, y_0)$ 를 구한 다음에는 계곡 에너지 $E_v(x_0, y_0)$ 를 식 (3)와 같이 구한다. 여기에서 식 (3)에 의하여 계곡에너지의 값을 0에서 255사이의 값으

로 정규화 하였다. Max_val은 전체 픽셀에 대한 $V(x_0, y_0)$ 중에서의 최대값을 나타낸다. 전체 픽셀에 대해 $V(x_0, y_0)$ 를 구한 다음에는 계곡 에너지 $E_v(x_0, y_0)$ 를 식 (2)와 같이 구한다. 여기에서 Max_val은 전체 픽셀에 대한 $V(x_0, y_0)$ 중에서의 최대값을 나타낸다. 식 (2)에서 $V(x_0, y_0)$ 값에 255를 곱하고 Max_val로 나눈 이유는 계곡 에너지의 값을 0에서 255사이의 값을 갖도록 정규화 하기 위한 것이다.

$$E_v(x_0, y_0) = \begin{cases} 0 & V(x_0, y_0) \leq 0 \\ \frac{V(x_0, y_0) \times 255}{Max_val} & V(x_0, y_0) \end{cases} \quad (3)$$

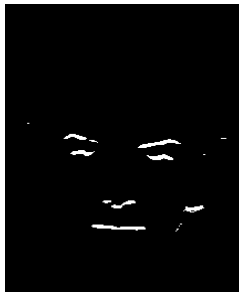
3.2 확장된 계곡에너지

지금까지 과정에서 문제가 되는 것은 1과 k 의 인 계곡 마스크값이 작을 경우 작은 선들은 검출하고 두꺼운 선들은 검출하지 못하고 계곡 마스크값이 클 경우 두꺼운 선들은 검출하고 작은 선들을 검출하지 못하는 것이 문제였다 이 문제 점을 보완하기 위하여 계곡 마스크값들을 크기별로 다양하게 만들어 영상들을 중첩하는 식(3) 방법을 사용하여 확장된 계곡에너지 영상을 구하였다.

$$V(x_0, y_0) = \sum_{R=R+2}^k \left(\sum_{r=1}^R \left(\sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0-3r}^{y_0-r} P(x, y) - \sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0-r}^{y_0+r} P(x, y) \right) + \left(\sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0+r}^{y_0+3r} P(x, y) - \sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0-r}^{y_0+r} P(x, y) \right) - \left| \sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0-3r}^{y_0-r} P(x, y) - \sum_{x=x_0-r}^{x_0+r} \sum_{y=y_0+r}^{y_0+3r} P(x, y) \right| \right) \quad (4)$$



(a) 원영상 (a) the original
(b) 계곡마스크 3-5 (b) valley mask3-5



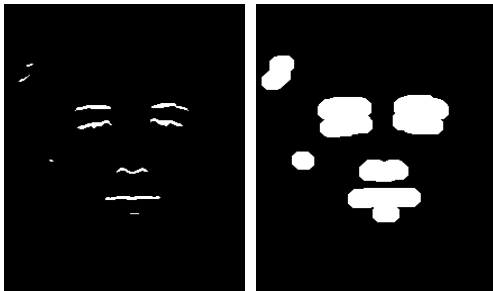
(c) 계곡마스크 3-7
(c) valley mask3-7



(d) 계곡마스크 3-9
(d) valley mask3-9
(e) 제안된 방법
(e) the proposed method

그림 4. 계곡 마스크에 의한 확장된 계곡 영상
Fig. 4 The extended valley images by valley masks

이렇게 구한 확장된 계곡에 에너지를 팽창연산을 사용하여 얼굴영역의 자리를 검출 하였다



(a) 확장된 계곡영상
(a) the extended valley image
(b) 형태학적 팽창 영상
(b) the morphological dilation image

그림 5. 계곡 영상의 팽창연산
Fig. 5 The dilation of valley image

IV. 평행 사변형 필터

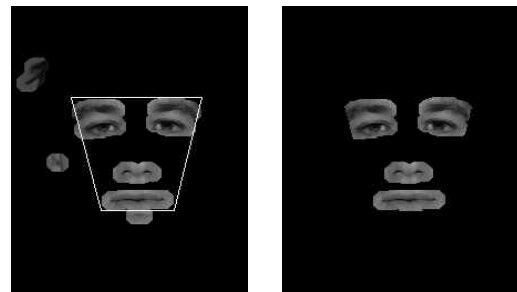
확장된 계곡 영상을 이목구비 추출로 사용하기에는 필요없는 주변 잡음이 너무 많아 주변 잡음을 제거하기 위하여 평행 사변형 필터를 사용하였다. 평행 사변형 필터는 위쪽 눈썹 양끝 두점과 입 주변의 양끝 두점을 연결

하면 평행사변형 모양이 되는데 평행사변형 안쪽의 계곡 영상은 살리고 이외의 계곡 영상을 잡음으로 간주하여 제거 하는 것을 평행 사변형 필터라고 한다.

4.1 평행 사변형 4개 꼭지점

첫 번째로 평행 사변형 위 두점을 구하기 위해서 눈의 중심점을 사용한다 먼저 위점의 Y좌표는 영상의 윗부분에서 시작하여 내려오면서 처음 계곡영상을 만나는 부분으로 양 두점을 구한후 그 두점중 가장 수치가 낮은 값을 찾아 평행 사변형 위 두점의 Y좌표로 구한다. 다음으로 위의 두점의 각각의 X좌표는 다시 눈 중심점의 Y좌표를 이용하여 계곡영상의 양 끝점의 X좌표로 구한다 이렇게 구한 Y좌표 하나와 X좌표 양쪽 두 값을 이용하여 위 두점을 구한다.

다음으로 아래 두점은 입의 중심선을 이용하여 구할 수 있는데 입 중심선에 있는 계곡 영상의 양 끝 점으로 X좌표를 구하고 Y좌표는 입 중심선에 위치한 계곡 영상의 끝나는 부분을 찾아서 Y좌표로 설정한다. 이렇게 구한 X,Y좌표로 평행 사변형의 4개의 점들을 구한후 평행 사변형필터를 이용하여 얼굴특징후보영역을 제외한 잡음을 제거하게 된다.



(a) 특징점과 잡음
(a) the features and noises
(b) 특징점 검출
(b) the detection of the features

그림 6. 평행사변형 필터에 의한 잡음제거
Fig. 6 The noise reduction by trapezoidal filter

IV. 실험 및 결과

얼굴의 특징점인 눈썹, 눈, 코 와 입을 추출하는 실험을 하였다. 실험 환경은 Visual C++.NET를 이용하여 구현하였다. 본 논문에서는 30장의 각기 다른 사람의 증명사진을 이용하여 실험하였으며 그림7은 본 논문에서 제안한 방법의 흐름도를 나타낸 것이다. 그림 8에는 본 논

문에서 제안한 방법의 실험 결과를 나타내었다.

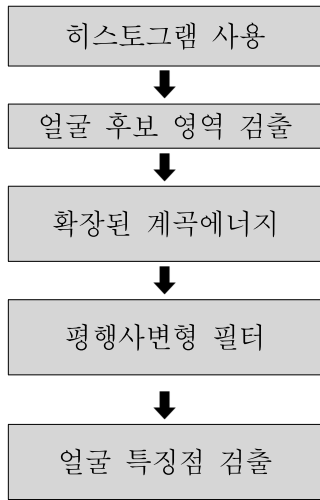


그림 7. 제안된 방법의 흐름도
Fig. 7 The flowchart of the proposed method

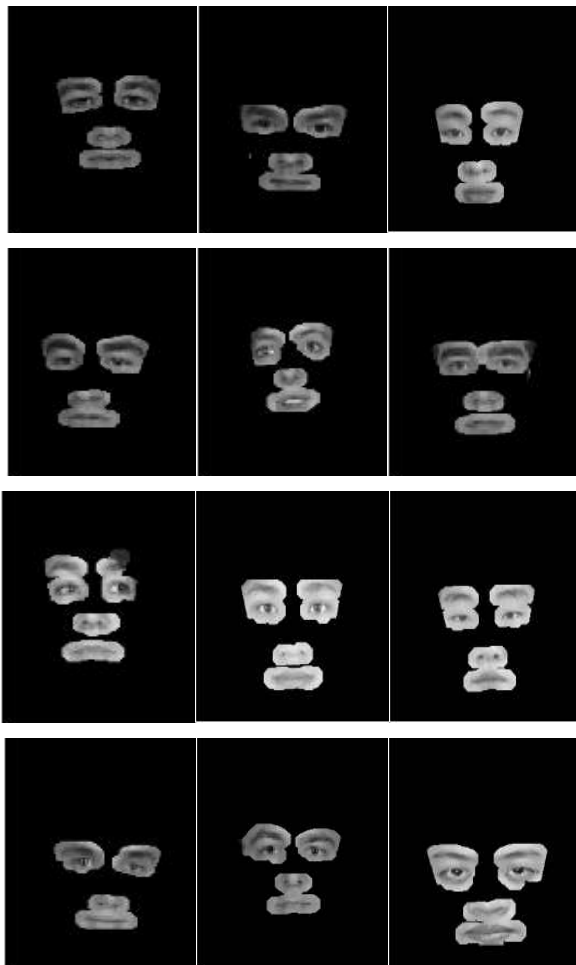


그림 8. 추출된 특징점의 결과
Fig. 8 The results of the detected features

그림 8의 결과 영상을 보면 얼굴특징점이 양호하게 검출되었다는 것을 확인할 수 있다. 그림 10은 본 논문에서 제안한 확장된 계곡에너지를 이용하여 검출된 특징점의 검출률을 나타낸 것으로서 30장의 각기 다른 사람의 증명사진을 이용하여 실험하였으며, 2장의 사진을 제외한 나머지 사진에서 정확한 얼굴 특징점 검출을 추출하는 것을 볼 수 있었다.

표 1. 후보영역의 특징점 검출률
Table 1. The detection rate of the candidate

눈썹	눈	코	입
93.3%	96.6%	96.6%	100%

V. 결 론

본 논문에서 제안한 확장된 계곡에너지를 이용하여 얼굴특징점을 추출해 본 결과, 계곡에너지의 일반화를 토대로 조명에도 강인할 뿐 아니라 머리카락이나 기타 요소로 인한 영향에 덜 민감하다는 것을 확인할 수 있다. 이는 확장계곡에너지를 이용하여 눈썹이나 입술 눈 등의 선이 가늘어서 끊어지거나 EH는 선이 두꺼워서 흐려 지는 부분을 보완하여 얼굴특징영역 검출 성공률을 높일 수 있었기 때문이라고 사료된다.

또한 얼굴특징후보 영역 검출에서 히스토그램에 의한 검출률을 개선하기 위한 방법으로 눈의 위치에 대한 각도 보정의 해결책이 수반 되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 정성태, "조명 변화에 견고한 얼굴 특징 추출" 한국컴퓨터정보학회논문지, 제10권 6호
- [2] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Templates," IEEE Trans. PAMI., Vol. 15, pp.1042-1052, 1993
- [3] Ching-Liang Su and Chidchanok Lursinsap, "FaceRecognition by Feature Orientation and FeatureGeometry Matching," IEEE
- [4] Guangzheng Yang and Thomas S. Huang, "HumanFace Detection in a Complex Background,"

- PatternRecognition, Vol.27, No.1, pp.53-63, 1994
- [5] 윤호섭,소정,왕민,민병우,“고립영역분석에의한얼굴 요소추출”, 정보과학논문지, 23권, 7호4, pp.752-765, 1996
- [6] Kin-Man Lam and Hong Yan, "Locating and Extracting the Eye in Human Face Images," Pattern Recognition, Vol.29, No.5, pp.771-779, 1996[17] Gloria Chow and Xiaobo Li, "Towards a System for Automatic Facial Feature Detection," Pattern Recognition, Vol. 26, No. 12, pp.1739-1755, 1993
- [7] 이경희, “얼굴 요소의 영역 추출 및 Snakes를 이용한 윤곽선 추출” 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 27 권 제 7호 (2000,7)
- [8] J. Bala, K. DeJong, J. Huang, H. Vafaie, and H.Wechsler, "Visual Routine for Eye Detection UsingHybrid GeneticArchitectures," IEEE Proceedings of ICPR'96, pp.606-610, 1996
- [9] J. Bala, K. DeJong, J. Huang, H. Vafaie, and H.Wechsler, "Visual Routine for Eye Detection UsingHybrid GeneticArchitectures," IEEE Proceedings of ICPR'96, pp.606-610, 1996

저자 소개

안 보 혁(준회원)



- 2008년 중부대학교 컴퓨터학과 공학사
 - 2009년 중부대학교 일반대학원 정보과학과 재학중
- <주관심분야 : 영상처리, 인공지능>

박 인 규(정회원)



- 1985년 원광대학교 전기공학과 공학사
- 1987년 연세대학교 일반대학원 전기 공학과 공학석사
- 1997년 원광대학교 일반대학원 전자공학과 공학박사
- 2009년 현재중부대학교 컴퓨터학과 부교수.

<주관심분야 : 영상처리, 인공지능>

최 규 석(중신회원)

- 제9권 2호 참조
- 현 청운대학교 컴퓨터학과 교수

<주관심분야 : 인공지능, 이동통신, ITS, 이동컴퓨팅>