

가보필터기반 얼굴인식에서의 유동적 Jet Point Setting

신 하 송 , *김 병 우 , 이 정 안 , 김 민 기
고려대학 전자 및 정보공학과 , *다임텍(주)
전화 : (02) 3290-3977 / 팩스 : (02) 3290-3977
H.P 번호 : 017-253-3768

Flexible Jet Point Setting In Gabor Filter Based Face Recognition

Ha Song Shin , Kim Byung Woo , Lee Jeong Ahn , Kim Min Gi
Electronics and Information Engineering Korea University
E-mail : Knox88@hanmail.net

Abstract

This paper focused on the possibility of face recognition using Flexible Jet Point Setting method in Gabor Filter Based Face Recognition.

Gabor Filter is very sensible to the Texture variation. Therefore, any little change in the face expression or rotation of posture make recognition rate down significantly. A suggested solution for this problem is the Flexible Jet Point Setting.

A significant effect of this method is that the number of Jet Point has been reduced from over 150 to under 30 even though the change of recognition rate between two methods is neglectable, Furthermore a set of feature values which results from a set of Gabor filtering became insensible to face variation such as expression, rotation, and light effect. Retinex Algorithm which has been developed by NASA are used as pre-processing.

서론

얼굴 인식은 신분증명, 보안 시스템, 인사자료, 치안 등에서 아주 유용한 방법의 하나로 활발한 연구가 진행 중이다. 특히 프로세서의 성능향상과 더불어 멀티미디어기반 사용자 인터페이스가 보편화되는 추세에 비례하여 그 중요성과 응용가능성이 점차 커지고 있다.

여러 가지 알고리즘과 기술이 연구 개발되고 있고, 그중 Gabor Filter 를 이용한 방법은 Gabor Filter 의 우수한 Texture 추출 성능에도 불구하고, 구현이 어렵고 얼굴영상의 특징인 심한 회전성과 표정변화에 너무 민감한 반응을 보이는 단점 때문에 그렇게 많이 응용되지는 못하고 있다. Feature Value 에 따라 변하는 이러한 민감성은 Jet Point의 위치선정에 크게 의존하게 된다. 이런 Jet Point의 위치설정을 Flexible하게하여 가능한 목표위치에 가까운 곳으로 정의하여 Feature Value 의 오차를 최대한 줄이고자 한다.

본론

1.Gabor 함수

Gabor함수는 본질적으로 Gaussian Function에 의해 변조된 사인곡선의 wave이며, 이때의 Gaussian 함수는 Wave Vector에 의해 제어된다. 즉 창문함수를 Gaussian 함수로 설정한 국소 Fourier Transform 이라고 할 수 있다. Gabor Filter는 Multi Scale과 Multi Orientation을 가지는 Filter로서 특정 주파수 성분과 방향성을 가지는 영상 구조가 어디에 있는지의 지역적인 정보를 효과적으로 표현할 수 있다.

2차원 Gabor Filter를 제작하기 위한 Gabor함수는 다음과 같다.

$$f(x,y,\theta,\lambda) = \exp\left[\frac{1}{2}\left(\frac{(x\cos\theta_k + y\sin\theta_k)^2}{\sigma_x^2} + \frac{(-x\sin\theta_k + y\cos\theta_k)^2}{\sigma_y^2}\right)\right] \cdot \exp\left[\frac{2\pi(x\cos\theta_k + y\sin\theta_k)}{\lambda}\right]$$

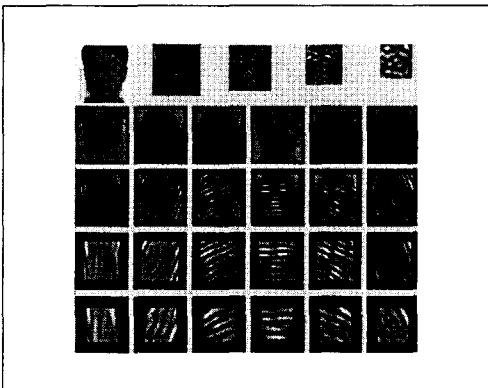
Filter의 Orientation은 θ_k 변수로 나타내어지고, k 변수는 원하는 Orientation의 수이다.

이렇게 제작된 Filter는 m 개의 스케일을 가지고, n 개의 오리엔테이션을 가진 총 n X m X 2(even, odd) 개의 Filter이며, 각 Filter는 하나의 feature point에 각각 적용 될 것이다.

이번 연구에서는 총 6개의 오리엔테이션과 3개의 스케일을 가진 총 36개의 Filter를 사용했다.(그림.1.)

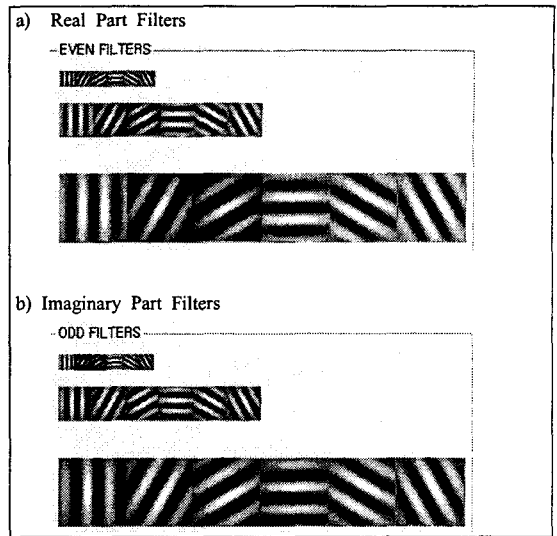
[그림.1] Gabor Filters

<제작된 필터의 Texture 추출 능력 검증>



1-1.Gabor Jet Point Setting

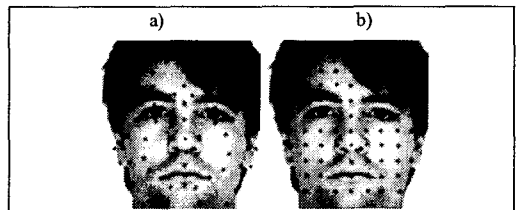
현재까지는 얼굴 영상 특징 점 추출이 아직 정확히



구현할 수 없는 상황이기 때문에 얼굴 영상이 잘 보정된 이미지만을 사용하고, Jet Point Setting 을 일괄적으로 하였었다. (그림2. b)

본 연구는 그림2. a)처럼 얼굴 각 영역의 특징부분에만 Jet Point Setting 함으로써 Feature Value 의 오차를 줄여 인식률을 향상 시키는 것이다.

[그림.2] a) 특징점 기반 Jet Point Setting
b) 일괄적 Jet Point Setting



2. Retinex (선 처리)

이 방법은 이미지 즉 얼굴 영상의 조명의 효과를 없애고 어떠한 조명 상황아래서도 적당히 표준화된 이미지를 추출해내어 Texture를 좀더 선명하게 하여 각 이미지 즉 얼굴이 가지는 윤곽을 좀더 두드러지게 하기 위하여 선처리 과정으로 사용 하였다.

Retinex 알고리즘은 기본적으로, 어떤 사물 혹은 그 사물의 영상에서 보여지는 색은 그 표면에서 방출되는 Wavelength에 기인하지만, 조명의 상태에 따라 다른 Wavelength를 반사하기 때문에 같은 색이라도 다르게 보이게 되는데 이때의, illuminant를 Discount 함으로서 조명의 영향을 없애고 원래 색을 찾아낼 수 있다는 것이다. 하나의 Pixel x1에서 시작하여 무작위로 선택한 주변 Pixel과의 Path를 구하고, 각 Pixel에서의

Accumulator $A(x)$ 를 갱신한다.

$$A(x_i) < -A(x_i) + \log(\rho^{x_i}) - \log(\rho^{x_1})$$

또한, 각 Pixel의 Counter $N(x)$ 를 구하고, $A(x)$ 를 $N(x)$ 에 의해 Normalize 함으로써 View Condition에 Independent한 Lightness 값을 구할 수 있다.



3. Three Point Algorithm

3-1. 데이터베이스

기본적으로 데이터베이스는 메인시스템이 작동되기 전에 완성되어야 하기 때문에 대상이 되는 얼굴들에서 양쪽 눈동자와 코의 중심으로 이루어지는 Three Point 는 수동으로 지정해줄 수 있다. (그림. 3. a)

3-2. Matching Point

새로운 인식 대상 얼굴이 입력되었을 때 먼저 Three Point를 정확하게 찾아내는 것이 중요한데, 이때 에러와 연산 시간을 단축하기 위해 약간의 선처리가 필요했다.

3-2-1 Search Area

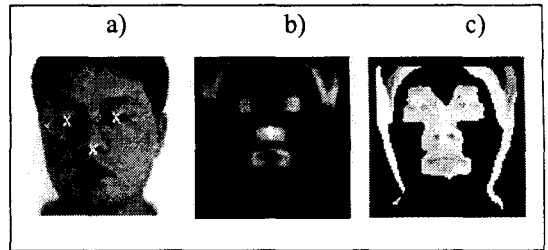
데이터베이스 얼굴에서 지정했던 Three Point는 양쪽 눈과 코이다. 이 부분은 얼굴에서 헤어부분을 제외하고 가장 외곽선 정보가 풍부하기에 Frequency 변화율이 높은 부분이라는 점에 착안, 각 점의 Frequency 정보만으로 이루어진 영상 (그림. 3. b)를 구해내고 적당한 임계 값을 취해줌으로써 양쪽 눈과 코를 제외한 영역은 제거가 가능하고, 이로써 좀더 정확하고 빠른 Matching Point Detection 이 가능해졌다. (그림. 3. c)

3-2-2 Detection

Search Area가 정의 되면 그 안에서 Matching Point를 찾게 되는데, 이때 여러 가지 방법이 가능하나 일반적인 Block Matching 보다는 이미 데이터베이스에서 지정된 점을 중심으로 Gabor Feature 값이 추출되어 있기 때문에 이를 다시 활용한다면 시스템 resource를 최대한 활용할 수 있다.

[그림.3]

- a) Hand setting Three points in Data Base
- b) Computer detected Three points
- c) Three points Search area



4. Flexible Jet Point Setting

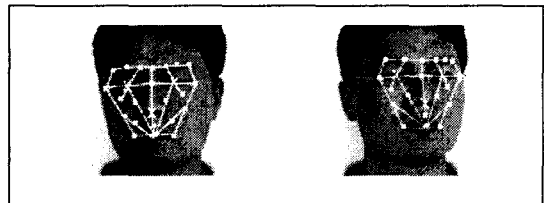
데이터베이스의 Three Point 와 가장 근접한 새로 입력된 인식 대상 얼굴에서의 Three Point는 같은 얼굴이라면 더욱 정확해질 것이고, 어느 정도의 rotation에는 거의 영향을 받지 않았으나 입을 크게 벌린다거나 눈을 감아버리는 변화에서는 큰 에러를 보였다. 눈을 감아버리면 가장 중요한 정보의 손실이기 때문에 당연한 결과로 볼 수 있고, 입을 크게 벌릴 때는 필터의 크기가 입 영역을 cover 하고 있기 때문이다.

4-1 Related Point Setting

Matching 된 Three Point를 기준으로 나머지 jet point를 setting 해주게 되는데, 이때 절대적 경로가 아닌 상대적 경로로 지정함으로써 flexible 하고 근접한 위치에 setting 가 가능하였다.

[그림.4]

- a) Jet Point Setting on handed Three points
- b) Jet Point Setting on detected Three points



5. 실험 결과 및 검토

5-1.결과

실험에서는 2가지 data set 에 대해 실험을 하였으며 data set1 은 일상적 생활에서 보여지는 표정변화와 조명의 변화로 이루어져 있고 data set2 는 좀더 심한 다양한 표정과 조명변화를 포함한 data set 이다.

첫 번째 실험에서는 그림.2. b)처럼 일괄적인 jet

point setting 으로 2개의 data set 으로 인식률 실험을 행했고, 이때 사용된 Jet Point 의 수는 총 100x100 영상에서 7 pixel 간격으로 이미지의 양쪽 margin 10pixel 을 제외하고 적용, 총 169개의 feature value를 비교, 가장 가까운 얼굴을 찾아냈는데 data set 1에서는 총 308 개의 이미지에 대해 90.25% , data set 2에서는 405개의 이미지에 대해 82%의 인식률을 보였다.

두 번째 실험에서는 제안된 알고리즘으로 matching 되는 Three point를 찾아 총 24개의 jet point로 그림.2. a)처럼 point setting을 하여 같은 방법으로 실험을 하였다. (table 1)

Data set1: 일상생활에서 표현 가능한 이미지 (308)
Data set2: 특수 상황에서 표현 가능한 변화를 포함한 이미지(405)
(table 1)

	Data set 1	Data set 2
실험 1	90.25% (30/308)	82% (73/405)
실험 2	87.6% (38/308)	81.2% (78/405)

5-2.검토

기본적 알고리즘이라고 할 수 있는 그림.2. b)처럼 일괄적인 jet point setting 으로 구성된 시스템에서보다 그림.2. a)처럼 point setting 한 제안된 알고리즘에 의한 시스템은 비록 인식률 자체를 향상시키는 데는 실패하였으나 결과적으로 jet point 는 30%줄이고도 1~2% 의 인식률 저하만을 가져왔다. 특히 data set 2를 이용한 실험에서 더 낮은 0.8% 인식률 저하를 보였는데 이는 제안된 알고리즘이 얼굴 영상 variation 에 대한 민감성을 제거 하는데 성공했다고 볼 수 있다.

4-2-1 문제점

인식에 실패한 영상을 분석해본결과 matching point 에 대한 detection 실패가 가장 많은 원인이었다. 앞에서 언급한대로 가보 필터의 크기가 적절하지 못하고 여전히 다른 영역을 cover 하기 때문에 그러한 예러로 인해 matching point detection 에 실패한 것이다. 반면에 matching point detection에 성공한 이미지들로만 인식률을 계산해보면 (table 2) 의 결과를 얻을 수 있었다.

(table 2)

	Data set 1	Data set 2
실험 2	95.6% (12/272)	93.9% (21/348)

결론

1. 결론

Gabor Filter 기반 얼굴 인식에서 가장 중요한 것은 Jet Point 라고 알려진 필터링 위치이며, 아직 이러한 위치 즉, 얼굴 특징점 추출에 대한 확실한 알고리즘이 없었으나 본 연구에서 제안된 알고리즘으로 어느 정도 해결이 되었다고 본다. 다만 아직 matching point를 찾는 것이 100%의 성공률을 보이지 못하기에 여전히 인식률의 괄목할 만한 향상은 힘들었다.

2. 앞으로의 과제

Three Point Detection 의 성공률 향상을 위해 기타 선처리나 배경을 제거하는 알고리즘이 실험단계에 있고, 혹은 template를 이용한 jet point setting 방법도 고려해볼만 하다. 이러한 point matching 만 해결된다면 gabor filter based face recognition system에서 가장 큰 문제였던 feature registration problem 이 해소될 것이라고 본다.

참고문헌

[1] 신 하 송, 김 병 우, 김 민 기 유 용 현 “가보필터기 반 얼굴인식시스템의 전처리 과정에 의한 인식율의 변화” 대한전자공학회 추계학술 논문집(컴퓨터/반도체), 2002.
[2] L.C Jain, U.Halici, I.Hayashi, S.B.Lee, S.Tsutsui, Intelligent Biometric Techniques in Finger Print and Face Recognition CRC Press, 1999.
[3] Mike Jahr Retinex Theory Psych221 Final Project 3.2000.

*이 실험에서 사용되었던 RETINEX 알고리즘의 특허 권은 다음과 같습니다. **Patent #5,991,456**

Inventors:) Rahman; Zia-ur (Newport News, VA); Jobson; Daniel J. (Newport News, VA); Woodell; Glenn A. (Newport News, VA)
Assignee:	Science and Technology Corporation(Hampton, VA); The United States of America as represented by the Administrator of the (Washington, DC
Appl. No.:	654840
Filed:	May 29, 1996