

R, G, B Domain 상에서의 Adaboost Fusion

Adaboost Fusion in R, G, B Domain

안성제¹, 홍성준², 이희성³, Imran⁴, 김은태⁵, 박민용⁶

^{1,2,3,4,5,6} 서울시 서대문구 연세대학교 전기전자공학부

E-mail: {haga0801¹, imjune², 4u2u³, etkim⁵, mignpark⁶}@yonsei.ac.kr

imran2k2⁴@gmail.com

요 약

본 논문은 얼굴 인식의 특징점을 기존의 Gray-Level 이미지를 이용하는 대신, RGB 도메인의 이미지를 이용하는 것이다. 이 이미지를 바탕으로 Adaboost 학습 알고리즘으로 학습 시켜 강분류기의 인식률을 높이고, 실시간으로 얼굴의 위치를 찾아내는 것이 이 논문의 목적이다. 사람의 피부색 정보를 처리하는 것은 얼굴의 다른 특징들에 대한 정보를 처리하는 속도에 비해 월등히 빠르다. 따라서 본 논문은 R, G, B 세 Domain 상에서의 각각 얼굴을 찾아내 그 결과를 종합하여 최종 결과를 도출하는 시스템을 구현하고자 한다.

Key Words : Face detection, adaboost, face, RGB color space, fusion

1. 서 론

복잡하고 다양한 환경에서의 강인한 얼굴 인식 연구는 과거로부터 지금까지 활발하게 진행되고 있다. 얼굴 인식 기술이란 정지영상이나 동영상에 존재하는 한 사람 이상의 얼굴에 대하여 주어진 얼굴 정보를 취득하고, 주어진 얼굴 데이터 베이스를 이용하여 그 신원을 확인하는 기술을 일컫는다. 이러한 얼굴 인식 기술은 크게 얼굴 검출 기술과 얼굴 인식 기술로 나누어진다[1].

임의의 주어진 영상에서 얼굴 부분만 찾아내는 얼굴 검출 기술은 그동안 많은 연구가 진행되어 왔지만 지금까지도 제대로 풀리지 않는 기술 중에 하나이다. 이 기술의 구현이 어려운 이유는 인간의 얼굴은 다양한 표정의 변화와 포즈의 변화, 외적인 조명에 의해 발생하는 환경적인 변화 등에 따라 무수히 많은 변형을 갖는다. 이러한 무수히 많은 변화에서 강인하고, 어떠한 배경 영상에서든지 적절한 시간내에 얼굴을 검출해 낼 수 있는 것이 성능 좋은 얼굴 검출기의 조건이다.

임의의 영상에서 얼굴이 놓인 위치를 빠른 시간안에 검색하는 문제가 있다. 즉, 실시간으로 들어오는 동영상에서 얼굴을 즉시 찾아야 한다면 매우 빠른 시간 안에 주어진 영상에서 얼굴이 놓인 위치를 알아내야 한다. 만약 영상이 컬러 정보를 가지고 있다면 문제는 비교적

쉬워진다. 그것은 얼굴이 가지는 색상 정보는 대개 비슷하기 때문에 그 정보를 이용하면 얼굴이 있는 위치를 대략 추측할 수 있다.

본 논문은 얼굴 검출 기술에서 Adaboost[2] 학습 알고리즘으로 학습을 시켜 강분류기의 인식률을 높이고, 실시간으로 얼굴을 추적하여 얼굴을 인식하는 것이다. 여러 사각 특징점들의 약분류기(Weak Classifier)를 이용하여 학습을 시켜 강분류기(Strong Classifier)의 인식률을 높이는 Adaboost 방법은 학습시간이 매우 오래 걸린다는 단점이 있지만, 실행속도가 다른 방법에 비해서 빠르고, 인식률도 다른 방법에 비해 높은 편이기 때문에 실시간으로 얼굴 인식을 하는 방법으로 적합하다[3].

2. 컬러 공간

대부분의 영상처리 기본 알고리즘은 명암도 영상(Gray-Level Image) 중심으로 구현되어 있다. 하지만 실제 영상 처리 응용에서는 컬러를 응용한 영상처리 혹은 컴퓨터 비전 기술 개발이 활발하다.

영상에서 각 물체(객체)들을 구분하기 위하여 컬러 공간을 이용해 전체 영상의 컬러 영역을 분할 할 수도 있다. 대부분의 영상처리에서

사용하는 컬러 공간은 RGB를 이용한다.

RGB 컬러 공간을 기본적으로 사용하는 이유는 컬러의 빛을 물리적으로 검출하고 만드는데 사용되기 때문이다. 이에 따라 컬러 영상을 획득하여 표시하는 공간이 바로 RGB 컬러 공간이다. 빛의 삼원색은 빨강(R), 초록(G), 파랑(B)이며, 모니터에서 이 삼원색의 빛을 조합하여 다양한 색깔의 화려한 화면을 보여주는 것이다. 따라서 영상 파일을 모니터에 보이고자 할 때는 '빛의 삼원색' 원리에 바탕을 둔 RGB 컬러 공간을 기준으로 하여 영상을 처리한다 [4].

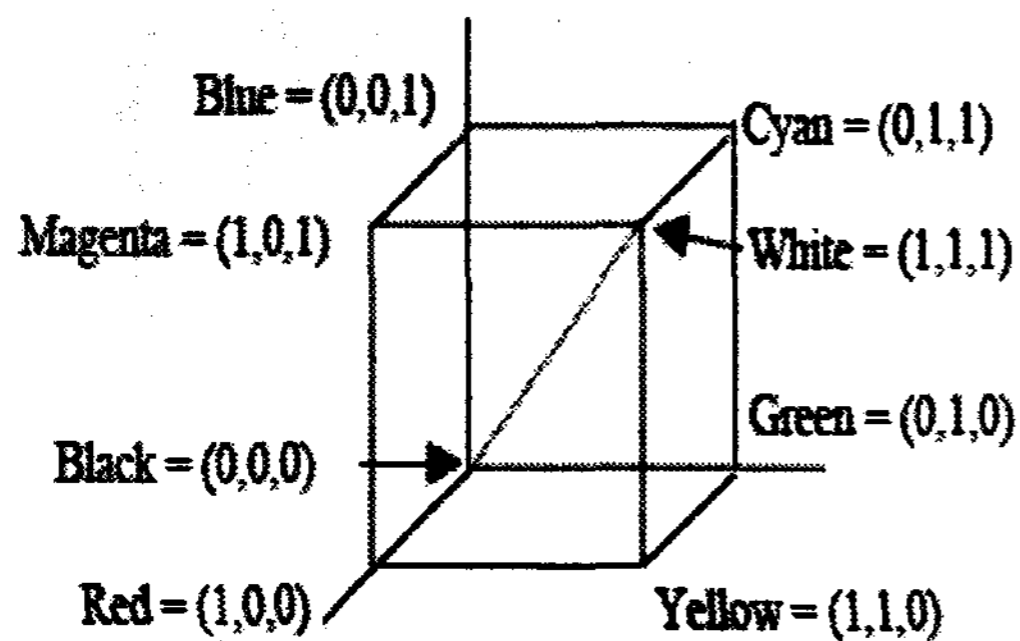


그림 1. RGB 컬러 공간[5]

RGB 컬러 공간은 정육면체로 이루어져 있는데, 모든 색을 빨강, 녹색, 파랑의 삼원색에 의해 조합해 나타낸다. 영상을 분석하면 각 RGB 컬러 공간에 기반하여 균등하게 나누어져 약 1,600만 컬러(28 * 28 * 28) 이므로 빨강, 녹색, 파랑이 각각 8비트를 갖는다. 28 = 256 이므로, 각 빨강, 녹색, 파랑이 256 레벨(단계)를 가진다.

3. Adaboost 알고리즘

3.1 사각 특징점

카메라로부터 들어오는 입력 이미지에서 사람의 얼굴을 정확하게 검출하기 위해서 제안하는 얼굴 검출 시스템에서는 간단한 형태를 가지는 특징점들의 값을 바탕으로 얼굴 유무를 판단한다. 이미지의 픽셀 값을 직접 이용하는 픽셀 기반의 시스템보다 특징점 기반의 시스템이 알고리즘의 수행속도 면에서 훨씬 빠르다는 장점이 있다.

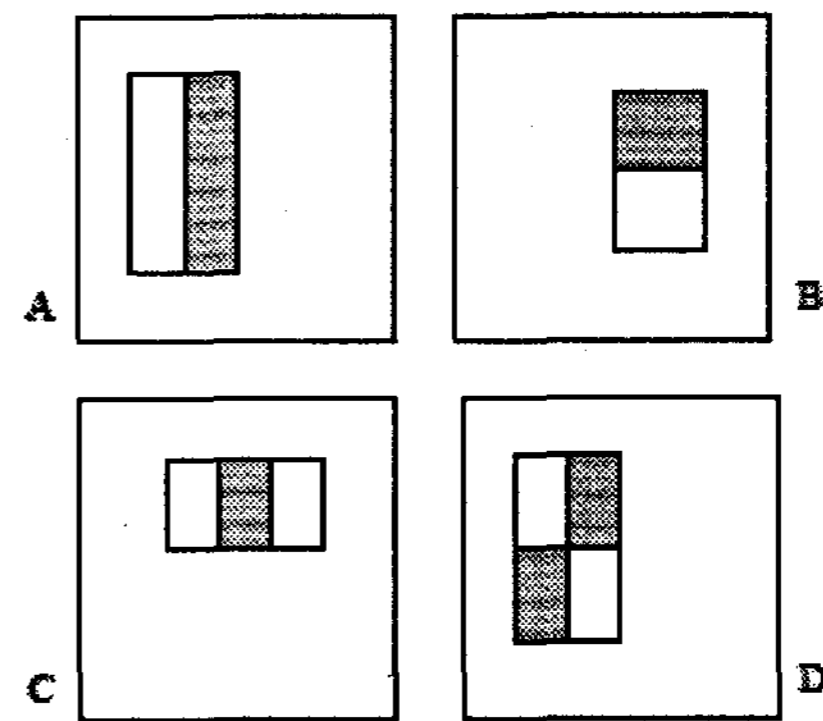


그림 2. 사각 특징점들

본 논문에서는 다음과 같은 종류의 특징점을 사용한다. 두개의 사각형으로 구성된 특징점의 값은 두개의 사각형 영역내의 밝기 값들의 합의 차이이다. 각각의 영역은 동일한 크기와 모양을 가진다. 세 개의 사각형으로 구성된 특징점의 값은 바깥쪽 두 개의 사각형 영역내의 밝기 값들의 합에서 가운데 사각형 영역의 합을 뺀 값이다. 끝으로 네 개의 사각형으로 구성된 특징점의 값은 대각선 방향의 두 쌍의 사각형 영역의 밝기 값의 합의 차이이다. 각각의 특징점의 값은 흰색 영역의 밝기 값의 합에서 회색 영역의 밝기 값의 합을 뺀 값을 의미한다.

3.2 Integral Image

위에서 제시한 특징점 값을 integral image[2] 방식을 이용하여 쉽고 빠르게 계산할 수 있다. 이미지 상의 위치 (x,y) 에서의 integral image 의 값은 식(1)과 같이 좌표 (x,y) 의 왼쪽과 위쪽에 위치한 픽셀들의 밝기 값의 합을 나타낸다.

$$ii(x,y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x',y') \quad (1)$$

여기서 $ii(x,y)$ 는 integral image를 나타낸다. 그리고 $i(x,y)$ 는 원래의 입력 이미지를 나타낸다. 그리고 식 (1)의 integral image는 식 (2), (3) 의 순환식을 이용하여 쉽게 구할 수 있다.

$$s(x,y) = s(x,y-1) + i(x,y) \quad (2)$$

$$ii(x,y) = ii(x-1,y) + s(x,y) \quad (3)$$

여기서 $s(x,y)$ 는 열 방향의 픽셀 값들의 1합 이고 $s(x,-1) = 0, ii(-1,y) = 0$ 이다.

Integral image를 이용하면 어떠한 사각형 영역내의 픽셀 값들의 합도 integral image 상의 네 점을 참조함으로써 빠르게 구할 수 있다.

3.3 Adaboost 학습 알고리즘

• 학습에 필요한 얼굴 이미지들과 얼굴이 아닌 이미지 $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 를 준비한다. 여기서 얼굴이 아닌 이미지와 얼굴 이미지 각각에 대해서 $y_i = 0, 1$ 이다.

• $y_i = 0, 1$ 각각에 대해서 가중치 $w_{1,i} = \frac{1}{2m}, \frac{1}{2l}$ 를 초기화 한다. 여기서 m, l 은 얼굴이 아닌 이미지와 얼굴 이미지 각각의 개수이다.

• $t = 1, \dots, T$:

① 가중치를 정규화 한다.

$$w_{t,i} \leftarrow \frac{w_{t,i}}{\sum_{j=1}^n w_{t,i}}$$

② 최저의 에러값 ϵ_t 를 가지는 최적의 분류기를 선택한다.

$$\epsilon_t = \min \sum_t w_t |h_j(x_t) - y_t|$$

③ 가중치를 갱신한다.

$$w_{t+1,i} = w_{t,i} \beta_t^{1-\epsilon_i}$$

만약 이미지 x_i 가 정확하게

분류되었다면 $\epsilon_i = 0$

그렇지 않으면 $\epsilon_i = 1$ 이다.

그리고 $\beta_t = \frac{\epsilon_t}{1-\epsilon_t}$ 이다.

• 최종적으로 결정되어지는 강분류기는 다음과 같다.

$$C(x) = \begin{cases} 1 & \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서 $\alpha_t = \log \frac{1}{\beta_t}$ 이다.

4. 시뮬레이션 및 결과 고찰

4.1 기존 알고리즘 결과

P.Viola, M.J.Jones[2]이 제안한 기존의 Gray-Level 이미지를 기반으로 시뮬레이션 한 결과이다.



그림 3. Gray-Level 이미지 기반의 결과

6/0/0

그림 3에서 볼 수 있듯이 기존의 알고리즘으로도 배경과 얼굴의 구분이 확실하고, 얼굴의 특징점들이 잘 표현된 경우에는 만족할만한 결과를 얻을 수 있다.



그림 4. Gray-Level 이미지 기반의 결과

11/3/1

하지만 그림4의 결과에서처럼 얼굴들이 밀집되어 붙어있거나, 옷이나 주변 배경으로 인해 특징점들이 제대로 표현되지 못한 경우, 얼굴을 찾아내지 못하거나, 잘못된 영역을 찾아내는 결과를 얻는다.

4.2 제안한 알고리즘 결과

본 논문에서는 4.1절의 결과에서 볼 수 있듯이 많은 사람들이 밀집되어 있는 영상에서도 정확한 결과를 얻기 위해 빨강(R), 초록(G), 파랑(B) 도메인에 대하여 각각 Adaboost 알고리즘을 실행하여 그 결과를 종합하였다.



그림 5. 빨강(R) 도메인 결과 13/1/0



그림 6. 초록(G) 도메인 결과 12/2/0



그림 7. 파랑(B) 도메인 결과 13/1/2



그림 8. R, G, B 도메인 Fusion 결과
13/1/0

RGB 컬러 공간을 이용하여 각각의 R, G, B

을 8비트 256레벨로 표현하여 시뮬레이션을 하고, 3개의 도메인에서 2개의 도메인 이상에서만 공통적으로 나타나는 부분만을 종합하여 최종 결과값을 도출한다.

그림 8의 결과를 보면 기존의 알고리즘에서 찾지 못했던 얼굴들까지 찾아내 성능이 향상된 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 사각 특징점을 이용하여 얼굴을 인식하는 Adaboost 알고리즘을 기존의 Gray-Level 이미지에서 RGB 컬러 공간으로 확장하여 적용하는 시스템을 제안하였다.

얼굴이 밀집되어 있고, 구분이 쉽지 않은 영상에서도 세 R, G, B 도메인에 대하여 각각 Adaboost를 실행하고, 그 결과를 종합함으로써 얼굴이 아닌 부분의 오인식을 줄이고, 기존의 시스템보다 좋은 성능을 보여주었다.

참 고 문 헌

- [1] Kim, Jai-Hie, "Biometric Study," Security ABC pp.44-49, May 2001.
- [2] P. Viola and M J. Jones, "Robust Real-Time Face Detection," International Journal of Computer Vision, Vol. 57, pp. 137-154, 2004.
- [3] Jung, Sung Uk "Efficient Rectangle Feature Extraction for Real-time Facial Expression Recognition based on Adaboost," Master's Thesis, Kaist, 2005.
- [4] 정성환, 이문호, "컴퓨터비전 실무 프로그래밍," 홍릉출판사, 2007.
- [5] Sanjay Kr.Singh, D.S. Chauhan, Mayank Vatsa, Richa Singh "A Robust Skin Color Based Face Detection Algorithm," Tamkang Journal of Science and Engineering, Vol. 6, pp. 227-234, 2003

Acknowledgement : This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) through the Biometrics Engineering Research Center (BERC) at Yonsei University.