

Optimum 비선형 합성필터를 이용한 얼굴인증

이주민, 염석원, *홍승현

대구대학교 정보통신공학부, *코네티컷 대학교 컴퓨터공학과

e-mail : ys83ys83@daegu.ac.kr, yeom@daegu.ac.kr, shhong@engr.uconn.edu

Face Verification Using Optimum Nonlinear Composite Filter

Jumin Lee, Seokwon Yeom, *Seung-hyun Hong

School of Information and Communication Engineering,

Daegu University

*Department of Computer Science, University of Connecticut

Abstract

In this paper, we discuss face verification using the optimum nonlinear composite filter. The optimum nonlinear composite filter is derived by minimizing the output energy due to the additive noise and the input scene. We construct the nonlinear composite filter with 3 training images. The performance is analyzed in terms of the detection probability and the false alarm probability showing the robustness to distortion and noise.

I. 서론

얼굴인식(face recognition)과 인증(verification)은 패턴인식, 영상처리, 컴퓨터 비전의 여러 기법들을 활용하여 연구되고 있다[1]. 얼굴영상의 자동인식은 보안 시스템, 전자여권과 같은 개인 확인 시스템 등에 유용하게 활용된다[2].

본 논문에서는 최적화된 비선형 합성필터를 이용하여 얼굴인식을 수행한다. 최적화된 비선형 합성필터는 상관(correlation)에 기반 한 방법으로 Automatic Target Recognition(ATR)에 적용되었다[3]. 이와 같은 상관에 기반 한 방법은 인식을 위한 전처리 과정이 필요 없고 검출과 인식이 동시에 이루어지며 판정시간이 빠르다는 장점을 가지고 있다[4][5]. 최적화된 필터는

기존의 방법과는 달리 입력영상과 잡음에 의한 필터 출력에너지를 최소화함으로 왜곡과 잡음 모두에 강인하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 최적화된 비선형 합성필터를 소개하고, 3장에서는 얼굴인식 실험을 수행하고, 4장에서는 결론을 맺는다.

II. 본론

영상의 상관에 기반 한 비선형 합성필터는 얼굴의 검출과 인식을 동시에 할 수 있고 특히 1:1 얼굴인증에 대해 효과적이다. 최적화된 비선형 합성필터는 입력영상과 잡음의 필터 출력에너지를 최소화함으로써 얻어지며 다음과 같이 유도할 수 있다[3].

입력영상 $s(t)$ 는

$$s(t) = \sum_{i=1}^T v_i r_i(t - \tau_i) + n(t) \quad (1)$$

로 표현된다. 여기서, 하나의 참조 표적을 $r_i(t)$ 라 하고, $i = 1, 2, \dots, T$. T 는 참조 표적의 수이다. $n(t)$ 는 평균이 0이고 분산이 σ^2 인 가우시안 잡음이라고 가정한다. 그리고 τ_i 는 i 번째 참조 표적의 랜덤 위치이다. v_i 는 표적의 유무를 지시하는 0 또는 1의 이진 랜덤변수이다. 각 참조 표적 $r_i(t)$ 와 필터 $h(t)$ 의 출력결과는 다음과 같다.

$$o_i(0) = \sum_{t=0}^{M-1} h(t) * r_i(t) = C_i, \quad i = 1, 2, \dots, T. \quad (2)$$

여기서, $h(t)$ 는 비선형 합성필터, *기호는 공액복소수이다. M 은 영상 안의 픽셀의 수, C_i 는 양의 실수이다. 식 (2)을 푸리에 도메인에서 표현하면 다음 식과 같다.

$$\sum_{k=0}^{M-1} H(k) * R_i(k) = MC_i, \quad i = 1, 2, \dots, T. \quad (3)$$

식 (3)에서 $H(k)$ 와 $R_i(k)$ 는 $h(t)$ 와 $r_i(t)$ 의 푸리에 변환이다. 잡음과 왜곡에 강인한 필터는 식 (3)을 제한 조건으로 식 (4)을 최소화함으로 얻어진다.

$$\frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} |H(k)|^2 E|N(k)|^2 + \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} |H(k)|^2 |S(k)|^2, \quad (4)$$

그러므로 최적화된 비선형 합성필터 $H(k)$ 는

$$H(k) = \frac{R(k)}{E|N(k)|^2 + |S(k)|^2} \quad (5)$$

로 유도되고 $E|N(k)|^2 = M\sigma^2$ 이고, $S(k)$ 는 $s(t)$ 의 푸리에 변환이다.

III. 구현

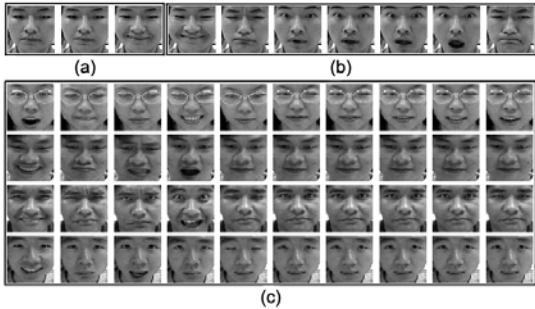


그림 1. (a) true-class의 학습된 영상, (b) true-class의 비학습된 영상, (c) false-class 영상

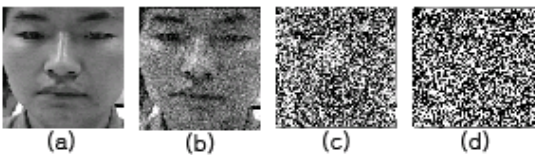


그림 2. 잡음이 추가된 영상의 예, (a) $\sigma = 0.0$ (원영상), (b) $\sigma = 0.1$, (c) $\sigma = 0.5$, (d) $\sigma = 1.0$

본 실험에서는 그림 1의 CMU의 facial expression database[6]을 이용하여 필터의 우수성을 확인하였다. 실험에 사용한 영상은 표정과 포즈가 각기 다른 5명의 영상으로, 각 인물 당 10장씩 총 50장으로 구성하였다. 각 영상 사이즈는 64×64 화소이고 화소 값은 최소 -0.5 최대 0.5로 정규화 하였다. True-class의 영상 중

에서 3개의 영상을 학습에 사용하였고, 나머지 true-class 영상과 false-class 영상을 테스트하였다. 그림 3은 0.0, 0.1, 0.5, 1.0인 각 가우시안 잡음의 표준편차에 따른 평균 P_D 와 P_{FA} 이다. 평균은 각 영상 당 100개의 잡음영상을 생성하여 구하였다.

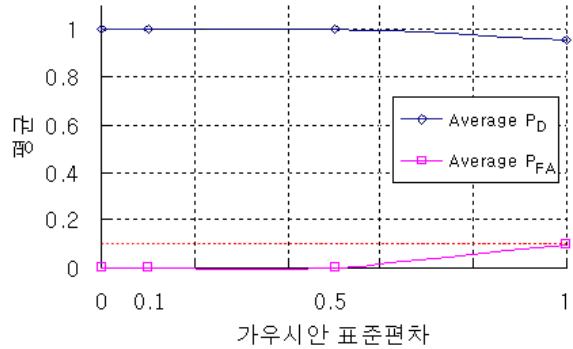


그림 3. $P_{FA} \leq 0.1$ 일 때 최대 평균 P_D 의 최대값

IV. 결론

본 논문에서 왜곡과 잡음에 강인한 최적화된 비선형 합성필터를 얼굴인증에 적용하였다. 보편적으로 이용되고 있는 얼굴 데이터베이스에 적용하여 왜곡에 강인함을 보이고 가우시안 잡음에서의 실험을 통하여 분산이 1.0인 잡음에서 0.96인 인식률로 그 우수성을 보였다.

참고문헌

- [1] M. H. Yang, D. J. Kriegman, and N. Ahuja, "Detecting faces in images: a survey", IEEE, 2002.
- [2] 조재수, 강현수, 김홍수, 김성득, 멀티미디어 신호 처리, 사이텍미디어, 2006.
- [3] Seung-Hyun Hong and Bahram Javidi, "Optimum nonlinear composite filter for distortion-tolerant pattern recognition", Applied Optics, 2002.
- [4] Elisabet Perez and Bahram Javidi, "Nonlinear distortion-tolerant filters for detection of road signs in background noise", IEEE, 2002.
- [5] M. Savvides, B.V.K. Kumar, and P. Khosla, "Face verification using correlation filters", IEEE, Tarrytown, NY, 2002.
- [6] www.amp.ece.cmu.edu : Advanced multimedia processing lab at electrical and computer eng., cmu.