

# Intensity Distortion을 이용한 Partially Occluded 얼굴인식<sup>1</sup>

주명호, 강행봉  
가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부

## Partially Occluded Face Recognition in Video using Intensity Distortion

Myung-Ho Ju, Hang-Bong Kang  
Department of Computer Engineering  
Catholic University of Korea  
E-mail : hangel5@catholic.ac.kr

### Abstract

본 논문은 비디오기반의 얼굴인식에 있어서 환경의 변화나 왜곡, 노이즈 등으로 발생할 수 있는 부분적인 가림현상(Partial Occlusion)에 대한 처리기법을 제시한다. 인증되는 각 사람은 하나의 Manifold를 구성하며 각 Manifold는  $m$  개의 pose-Manifold로 구성된다. Pose-Manifold를 구성하기 위한 학습데이터는 매우 유사한 포즈들로 구성되기 때문에 얼굴을 이루는 영역의 픽셀에 대한 Intensity의 변화는 크지 않다. 입력되는 이미지의 Intensity를 학습데이터의 Intensity의 변화량을 고려한 Intensity Distortion을 이용하면 Occlusion이 발생한 영역을 찾을 수 있고, Occlusion이 발생한 정도에 따라 가중치를 부여할 수 있다. 이렇게 Occlusion에 따라 영역에 중요도를 다르게 하여 얼굴인식률을 높이고자 한다. 실험에서는 제시하는 Mask를 사용하지 않았을 경우와 기존에 제시된 알고리즘과의 성능을 비교한다.

### I. 서론

얼굴인식에 대한 연구는 수년간 활발하게 이루어져 왔고 또한 많은 알고리즘이 시도되었다. 하지만 대부분의 연구가 동영상보다는 정지영상기반으로 이루어져 왔다. 많이 알려진 얼굴인식 알고리즘에는 PCA(Principle Component Analysis)를 이용한 Eigenface를 통한 얼굴인식, 조명의 변화나 얼굴표정에 보다 강건하게 하기 위한 FLD(Fisher's Linear Discriminants), Bayesian Methods, ICA(Independent Component Analysis), Probabilistic Eigenspaces 등이 있다[1].

비디오기반 얼굴인식은 연속된 이미지의 분석이 필요하다. 머리의 포즈가 3D로 변화하기 때문에 이에 대

한 처리가 중요하다. 이를 위해 얼굴을 3D로 모델링하여 처리하는 방법이 제시되었지만 이는 과중한 시스템이 요구된다. Lee et al.[2]는 비디오기반 이미지에 나타나는 이러한 포즈를 Manifold화하고 Probabilistic Eigenspaces를 이용하는 얼굴인식을 제안하였다. 하지만 비디오기반 영상에서 발생하는 부분적인 가림현상(Partial Occlusion)이나 배경의 변화 등에서 Occlusion이 없는 부분에 비해 성능을 크게 향상시키지 못하였다. 본 논문은 Occlusion에 대해 효율적인 얼굴인식이 가능하도록 Intensity Distortion을 이용한 Weighting 방법을 제안한다.

### II. Manifold 기반 얼굴인식

$N$  명의 얼굴 데이터베이스가 있을 때, 얼굴포즈에 따라  $M$  개의 포즈로 구분하여 Manifold를 생성한다.  $k$  번째 사람의 Manifold  $M_k$ 는  $m$  개의 pose-Manifold,  $M_k = P_{k1} \cup \dots \cup P_{km}$ 로 구성된다. 입력 이미지  $I$ 에 대해 식(1)과 같이 얼굴인식이 가능하다.

$$k^* = \arg \min_k d(I, M_k) \quad (1)$$

하지만 실제로 Manifold  $M_k$ 를 정확하게 알 수 없으므로 학습데이터를 통하여 각각의 pose-Manifold를 근사화하고 Bayes' rule에 의해 식(1)을 계산한다.

### III. 제안된 방법

입력되는 얼굴이미지에 Occlusion이 발생했을 경우,

1. 본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 지역문화산업연구센터(CRC)지원사업의 연구결과로 수행되었음

각 Pixel 마다 Occlusion 의 정도에 따라 다른 중요도를 둔다면 보다 효율적인 인식결과를 얻을 수 있다. 예를 들어 Occlusion 이 전혀 발생하는 않은 영역에 대해서는 중요도를 높이고 Occlusion 이 발생한 부분에는 중요도를 낮게 한다면 보다 효율적인 인식이 가능하다.

얼굴인식을 위해 얼굴데이터를 포즈에 따라 m 개의 pose-Manifold 로 나누고 각각의 pose-Manifold 는 PCA-plan 을 통하여 근사화된다. 따라서 각각의 pose-Manifold 에는 해당되는 포즈의 얼굴이미지로 학습되기 때문에 pose-Manifold 내의 학습데이터들간의 변화량은 크지 않다. 즉, Occlusion 이 발생한 Pixel 의 Intensity 는 학습데이터내의 Intensity 와의 차이가 크게 된다. 우리는 이러한 Intensity Distortion 을 이용하여 Mask 를 생성하여 Pixel 마다의 가중치를 부여할 수 있다.

입력이미지 I 의 i 번째 픽셀,  $I_i$  의 Intensity Distortion 은 i 번째 pixel 의 기대값을  $E_i$  라 할 때, 식(2)를 최소화한다.

$$\phi(\alpha_i) = (I_i - \alpha_i E_i)^2 \quad (2)$$

$\alpha_i$  는 i 번째 픽셀에서 예상되는 Intensity 의 정도를 나타낸다. 만약 현재 이미지가 학습된 이미지와 같을 경우  $\alpha_i$  는 1 이 된다. 현재 이미지가 더 짙거나 어두울 경우는  $\alpha_i$  는 1 보다 작아지고 현재 이미지가 더 연하거나 밝을 경우  $\alpha_i$  는 1 보다 크게 된다.

Intensity Distortion 을 normalize 하기 위해 식(2)는 식(3)과 같이 정리된다

$$\alpha_i = \min \left[ \left( \frac{I(i) - \alpha_i \mu(i)}{\sigma(i)} \right)^2 \right] = \frac{I(i)}{\mu(i)} \quad (3)$$

각 픽셀마다 Intensity Distortion 의 분포가 다르기 때문에 i 번째 픽셀의 normalize factor,  $\alpha_i$  를 식(4)와 같이 정의한다.

$$\alpha_i = RMS(\alpha_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^N (\alpha_i - 1)^2}{N}} \quad (4)$$

입력이미지의 i 번째 픽셀의 Intensity Distortion,  $\hat{\alpha}_i$  는 식(5)와 같이 계산된다.

$$\hat{\alpha}_i = \frac{\alpha_i - 1}{\alpha_i} \quad (5)$$

식(5)로부터 얻어진 Intensity Distortion 의 값이 적당한 threshold 보다 작은 경우 Occlusion 영역이 된다. 따라서 i 번째 pixel 에 다음과 같은 가중치를 곱한다.

$$\varpi(i) = \begin{cases} \exp \left[ -\frac{th - \hat{\alpha}_i}{\sigma^2} \right] & \hat{\alpha}_i \leq th \\ 1 & otherwise \end{cases} \quad (6)$$

## VI. 실험 및 결과

20 명의 사람에 대해 15fps 를 갖는 40 초 정도의 영상으로부터 추출한 얼굴이미지가 학습데이터로 사용되었다. 그리고 학습데이터와 다른 영상 중 Occlusion 이나 배경변화가 포함된 임의의 영상에서 총 1800Frame 의 이미지를 실험영상으로 사용하여 인식률을 확인한다.

[그림 1]은 실험영상에 포함되는 부분적인 가림 및 배경변화의 예를 보여준다.



[그림 1] Occlusion 이 포함된 실험영상 예

[표 1] OCCLUSION 의 여부에 따른 각 알고리즘의 얼굴인식률

방법	Non-occlusion	occlusion
Proposed Method	93.99%	81.41%
Reconstruction Method	91.07%	80.30%

## V. 결론

비디오기반 얼굴인식에서 Occlusion 은 매우 중요한 문제이다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위해 Intensity Distortion 을 이용하여 기존의 Reconstruction 을 이용한 방법보다 좋은 인식결과를 얻었다

## 참고문헌

- [1] G. Shakhnarovich, B. Moghaddam. "Face Recognition in Subspaces", Mitsubishi Electric Research Laboratories, 2004
- [2] K. C. Lee, D. Kriegman. "Online Learning of Probabilistic Appearance Manifolds for Video-based Recognition and Tracking", CVPR'05, 2005
- [3] K. C. Lee, J. Ho, M. H. Yang, D. Kriegman. Video-Based Face Recognition Using Probabilistic Appearance Manifolds, CVPR'03, 2003
- [4] T. Horprasert, D. Harwood, L. S. Davis. A Robust Background Subtraction and Shadow Detection. In Proc. ACCV'2000.