

가시광선 영상과 적외선 영상의 융합을 이용한 조명변화에 강인한 얼굴 인식

Robust Face Recognition Against Illumination Change Using Visible and Infrared Images

김사문* · 이대종* · 송창규* · 전명근*†

Sa-mun Kim, Dea-jong Lee, Chang-Kyu Song, and Myung-Geun Chun†

*충북대학교 제어로봇공학과

† Department of Control and Robotics Engineering, Chungbuk University

요 약

얼굴인식은 인식과정에서 인식자에게 거부감을 유발하지 않고, 적극적인 행위 없이 자동으로 인식 과정을 거치는 장점이 있다. 그러나 촬영 환경에서의 조명 변화로 인하여 다른 인식 방법인 지문 인식이나 홍채 인식에 비하여 인식률이 저하되는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 퍼지 선형판별분석법을 기반으로 가시광선 영상과 적외선 영상의 웨이블릿 대역의 선택적 융합방법을 이용하여 조명 변화에 강인한 얼굴 인식 방법을 제안한다. 첫 번째 단계에서 가시광선 영상과 적외선 영상을 웨이블릿 변환하여 4개의 대역으로 분할한다. 두 번째 단계에서 각 대역에 해당하는 학습영상과 테스트 영상의 유클리디안 거리를 계산한다. 세 번째로 앞서 계산된 유클리디안 거리를 이용하여 각 대역에서의 인식 실험을 수행하고, 4개 대역에서의 인식률을 고려하여 가중치를 설정한다. 마지막으로 부여된 가중치와 해당 대역의 유클리디안 거리를 융합하여 얼굴인식을 수행하여 외부 변화에 강인한 얼굴 인식 결과를 얻었다.

키워드 : 얼굴인식, 조명 변화, 퍼지 선형 판별 분석법, 웨이블릿 변환

Abstract

Face recognition system has advantage to automatically recognize a person without causing repulsion at detection process. However, the face recognition system has a drawback to show lower performance according to illumination variation unlike the other biometric systems using fingerprint and iris. Therefore, this paper proposed a robust face recognition method against illumination variation by selective fusion technique using both visible and infrared faces based on fuzzy linear discriminant analysis(fuzzy-LDA). In the first step, both the visible image and infrared image are divided into four bands using wavelet transform. In the second step, Euclidean distance is calculated at each subband. In the third step, recognition rate is determined at each subband using the Euclidean distance calculated in the second step. And then, weights are determined by considering the recognition rate of each band. Finally, a fusion face recognition is performed and robust recognition results are obtained.

Key Words : Face recognition, Illumination change, Fuzzy LDA, Wavelet transform

1. 서 론

접수일자: 2014년 3월 9일

심사(수정)일자: 2014년 4월 1일

게재확정일자 : 2014년 5월 23일

† Corresponding author

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2013R1A1A2011593)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

바이오인식 방법 중 비접촉식으로 사용자의 상호 작용이 요구되지 않는 등, 가장 자연스러운 방법으로 얼굴 인식기술이 있다. 그러나 일반적으로 가시광선 카메라를 사용하는 경우 조명의 변화에 민감하고, 감정이 있는 얼굴, 변장 및 시간이 흐르면서 생기는 얼굴의 변화에 민감한 단점이 있다. 특히 가시광선 카메라를 쓰는 경우에 컬러사진과 살아있는 사람의 얼굴을 구별하는 문제가 있으며, 배경과 얼굴영역을 추출하는데 많은 어려움이 있다. 한편, 얼굴의 열 분포를 열화상카메라로 촬영하여 얼굴을 인식하는 기법이 활발히 연구되고 있다. 이럴 경우 가시광선 카메라를 사용했을 때처럼, 컬러사진과 살아있는 사람의 얼굴을 구별하지 못하는 문제 등이 없으며, 조명의 변화에 거의 영향을 받지 않으며, 극단적으로 조명이 없는 한밤중에도 개인 식별이 가능한 장점이 있다[1]. 흑

체복사 이론에 따르면, 모든 물체에서 방출되는 적외선에 의해, 통상의 가시광선이 없어도 물체를 보는 것이 가능하게 되는데, 이를 제폭화한 것이 열화상 카메라이다. 열화상 카메라는 대규모 산업설비의 감시나, 인체 내의 열 분포 감지에 의한 질병의 진단까지 그 응용범위를 넓히고 있으며, 얼굴인식시스템이 주변의 조명이나, 얼굴표정, 화장과 같은 외부 변화에 민감함을 극복할 수 있는 방법으로 새롭게 연구되고 있다.

그러나 이러한 적외선 영상에도 단점이 존재한다. 그림 1은 안경을 착용했을 때의 영상인데, 그림 1의 오른쪽 영상은 안경 때문에 열 정보가 전달되지 않아 눈동자 부분이 검게 나타나 가시광선 영상보다 인식률을 저하시킬 수 있는 요인으로 작용한다. 또한 가시광선 영상보다 명암대비가 낮아 화질변화에 민감하므로 이를 개선하기 위한 자동초점에 관한 연구가 있었다[2]. 이러한 적외선 영상의 특징을 기반으로 가시광선 영상과 적외선 영상을 융합하여, 안경착용여부에 무관하게 얼굴을 인식하려는 연구가 있었다[3]. 한편으로 유전알고리즘을 이용하여 얼굴영상에서의 주성분 분석의 최적화를 시도한 연구도 있었다[4]. 또한 Wavelet 변환을 얼굴인식에 적용하여 인식률을 높이고자 하는 연구도 활발히 진행 중이다[5]. 조명변화가 있는 영상에서 두 영상의 융합이 아닌 하나의 영상에서 조명보상을 통한 인식률을 높이고자 하는 시도가 있었다[6]. 또한 가시광선 영상에서 개선이 필요한 특정 영역을 적외선 영상 정보와의 융합으로 개선한 연구도 있었다[7]. 정준상관분석(CCA)를 이용하여 영상의 특징들을 융합하여 영상인식에 적용한 연구도 있었다[8].

본 논문에서는 제안된 방법은 가시광선 얼굴영상 및 적외선 얼굴영상에 대하여 웨이블릿 변환을 수행한 후 각각의 대역에서 Fuzzy LDA를 이용하여 얼굴의 특징을 추출한다. 최종 인식단계에서는 각각의 대역에서 계산된 인식률을 고려한 가중치를 이용하여 얼굴인식을 수행한다.



그림 1. 안경 착용 시 가시광선 영상과 열 영상
Fig. 1. Visible and thermal images wearing glasses

2. Fuzzy LDA를 이용한 얼굴인식

본 논문에서 퍼지-LDA를 이용하여 얼굴인식을 구현하였다[9][10]. 퍼지-LDA는 학습단계에서 학습 얼굴영상에 대해 주성분분석기법(PCA)을 이용하여 차원축소를 하고, 퍼지 k -NN 초기화 과정에서 특징벡터에 대한 퍼지 소속도를 계산한 후, 선형판별분석법에 의해 얼굴의 특징벡터를 추출한다. 검증단계에서는 검증 얼굴영상에 대해 주성분분석기법을 이용하여 학습단계와 같이 차원축소를 하고 선형판별분석법에 의해 특징점을 추출한 후, 기준 데이터와의 유클리디안 거리를 측정하여 얼굴을 인식하는 구조이다. 주성분분석기법에서 하나의 얼굴영상은 각각의 화소 값을 갖는 2차원 배열 ($n \times n$)

로 간주된다. 즉, 얼굴영상 z_i 는 연속적인 행들의 연결로 $n^2 \times 1$ 의 벡터로서 고려되어진다. 그러면 N 개 얼굴영상의 학습 집합은 $Z = (z_1, z_2, \dots, z_N)$ 로 표시된다. 공분산 행렬을 정의하면 다음과 같다.

$$R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_i - \bar{z})(z_i - \bar{z})^T = \Phi \Phi^T \quad (1)$$

$$\bar{z} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i \quad (2)$$

식(1)의 공분산 행렬의 고유치와 고유벡터를 계산한다. 여기서 r 개의 가장 큰 고유치에 대응하는 r 개의 고유벡터를 $E = (e_1, e_2, \dots, e_r)$ 라 하자. 얼굴영상의 집합 Z 에 대해서, 그것들의 대응되는 특징벡터 $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ 는 다음과 같이 Z 를 PCA-변환된 공간으로 투영함으로써 얻어진다.

$$x_i = E^T(z_i - \bar{z}) \quad (3)$$

주성분 분석 기법과 선형판별분석법을 이용한 LDA 방법은 다음과 같이 서술되어진다[11]. N 개의 벡터를 갖는 c 개의 클래스(얼굴인식인 경우 사람의 수) 문제를 고려할 때, 클래스간 분산 행렬은 다음과 같이 정의된다.

$$S_B = \sum_{i=1}^c N_i (m_i - \bar{m})(m_i - \bar{m})^T \quad (4)$$

여기서, N_i 는 i 번째 클래스 C_i 에서의 벡터의 수이며, \bar{m} 은 모든 벡터들의 평균이다. 또한 m_i 는 클래스 C_i 에서 PCA에 의해 변환된 벡터의 평균이다.

클래스내 분산 행렬은 다음 식과 같이 정의되어진다.

$$S_W = \sum_{i=1}^c \sum_{x_k \in C_i} (x_k - m_i)(x_k - m_i)^T = \sum_{i=1}^c S_{W_i} \quad (5)$$

여기서, S_{W_i} 는 클래스 C_i 의 공분산 행렬이다. 최적의 투영 행렬 W_{FLD} 는 다음 식과 같이 투영된 샘플의 클래스내 분산 행렬에 대한 클래스간 분산 행렬의 행렬식의 비를 최대화하는 정규직교행렬을 가진 행렬로서 선택되어진다.

$$W_{FLD} = \operatorname{argmax}_w \frac{|W^T S_B W|}{|W^T S_W W|} = [w_1 w_2 \dots w_m] \quad (6)$$

$$S_B w_i = \lambda_i S_W w_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

얼굴 영상 z_i 에 대한 특징 벡터들 $V = (v_1, v_2, \dots, v_N)$ 은 다음과 같다.

$$v_i = W_{FLD}^T x_i = W_{FLD}^T E^T (z_i - \bar{z}) \quad (8)$$

퍼지 집합은 소속 함수 $\mu: U \rightarrow [0, 1]$ 에 대한 특성함수의 개념을 일반화함으로써 유도되어진다. 주성분 분석

기법에 의해 변환된 특징벡터의 집합 $X=(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N)$ 이 주어질 때 이 벡터들의 퍼지 분할 행렬은 c 클래스에서 각 벡터의 소속도로서 특성화되며, $c \times N$ 의 행렬 U 로 표현한다. 여기서 $\mu_{ij} = \mu_i(\mathbf{x}_j)$, $i=1, 2, \dots, c$, $j=1, 2, \dots, N$ 는 클래스 i 에서 \mathbf{x}_j 의 소속도이다. 퍼지 분할 행렬 U 은 다음과 같은 식들을 만족해야 한다.

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ij} = 1, 0 < \sum_{j=1}^N \mu_{ij} < N, \mu_{ij} \in [0, 1] \quad (9)$$

퍼지-LDA 알고리즘을 위한 각 클래스 $\widehat{\mathbf{m}}_i$ 의 평균값은 식 (10)과 같이 정의된다.

$$\widehat{\mathbf{m}}_i = \frac{\sum_{j=1}^N \mu_{ij} \mathbf{x}_j}{\sum_{j=1}^N \mu_{ij}} \quad (10)$$

퍼지 클래스간 분산 행렬 S_{FB} 와 퍼지 클래스내 분산 행렬 S_{FW} 는 각각 식 (3)과 식 (4)와 같다.

$$S_{FB} = \sum_{i=1}^c N_i (\widehat{\mathbf{m}}_i - \overline{\mathbf{m}}) (\widehat{\mathbf{m}}_i - \overline{\mathbf{m}})^T \quad (11)$$

$$S_{FW} = \sum_{i=1}^c \sum_{\mathbf{x}_k \in C_i} (\mathbf{x}_k - \widehat{\mathbf{m}}_i) (\mathbf{x}_k - \widehat{\mathbf{m}}_i)^T = \sum_{i=1}^c S_{FW_i} \quad (12)$$

위 식에서 $\overline{\mathbf{m}}$ 는 모든 특징벡터들의 평균값이다. 최종적으로 최적의 퍼지 투영행렬 W_{F-FLD} 와 퍼지-LDA 방법에 의해 투영된 특징벡터는 각각 다음 식 (13)과 (14)와 같이 계산된다.

$$W_{F-FLD} = \operatorname{argmax}_w \frac{|W^T S_{FB} W|}{|W^T S_{FW} W|} \quad (13)$$

$$\widehat{\mathbf{v}}_i = W_{F-FLD}^T \mathbf{x}_i = W_{F-FLD}^T E^T (\mathbf{z}_i - \overline{\mathbf{z}}) \quad (14)$$

3. 웨이블릿 변환을 이용한 가시광선 영상과 적외선 영상의 융합

디지털 영상을 다해상도로 처리하기 위해 이산 웨이블릿 변환(DWT: Discrete Wavelet Transform)이 사용된다 [12]. 푸리에 변환은 정현파를 기저함수로 가지며 영상의 주파수 속성만을 드러내지만 DWT는 영상의 공간 및 주파수 특성들을 함께 드러내는 특징을 지닌다. 그림 2는 원본이미지가 Low pass filter와 High pass filter를 통과하면서 4개의 서브밴드로 분해되는 것을 의미하는 그림이다. 4개의 블록 LL, LH, HL, HH는 각각 Approximation, Horizontal, Vertical, Diagonal 디테일 계수들이다. 본 논문에서 사용된 가시광선 영상과 적외선 영상을 각각 Wavelet변환을 하면 그림 3과 같이 분해되는 것을 확인할 수 있다.

웨이블릿 변환에 의해 분해된 얼굴영상은 각 스펙트럼에 대해서 얼굴특징을 잘 나타낼 수 있는 선택적 융합기법

[13]을 이용하여, 얼굴인식률을 극대화하는 방법을 제안한다. 우선 원본 영상에서 분해된 4개의 서브밴드 이미지의 특징을 추출하기 위해 퍼지 선형판별 분석법을 이용하였다. 추출된 특징을 기반으로 각 대역의 학습영상과 테스트영상의 유클리디안 거리를 구해서 인식실험을 하였다. 4개의 대역의 인식률을 고려하여 인식률이 높은 대역은 가장 높은 가중치를 부여하였고, 인식률이 낮은 대역은 가장 낮은 가중치를 부여하여 각 대역에 선택적으로 가중치를 부여하였다. 마지막으로 부여된 가중치와 유클리디안 거리와의 선형결합으로 융합하였고 이는 식 (15)과 같다.

$$I_F = \alpha A + \beta H + \gamma V + \delta D \quad (15)$$

융합이미지를 I_F 라 했을 때, I_F 는 A(Approximation), H(Horizontal), V(Vertical), D(Diagonal)를 각각 서로 다른 가중치 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 와의 선형 결합으로 생성된다.

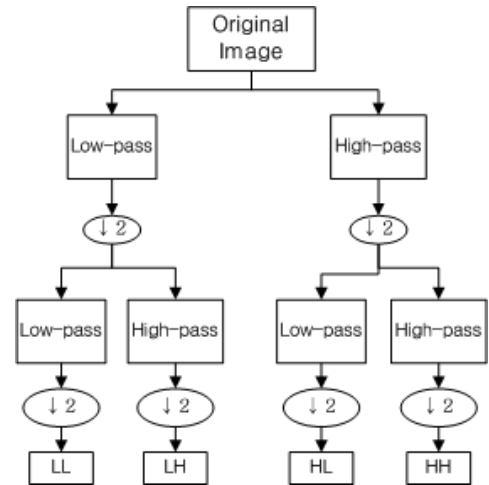


그림 2. 2-D 웨이블릿 변환
Fig. 2. 2-D Wavelet transform

	Original image	subband image
Visible		
IR		

그림 3. 가시광선 영상과 적외선 영상의 웨이블릿 변환
Fig. 3. Wavelet transform for the visible and infrared images.

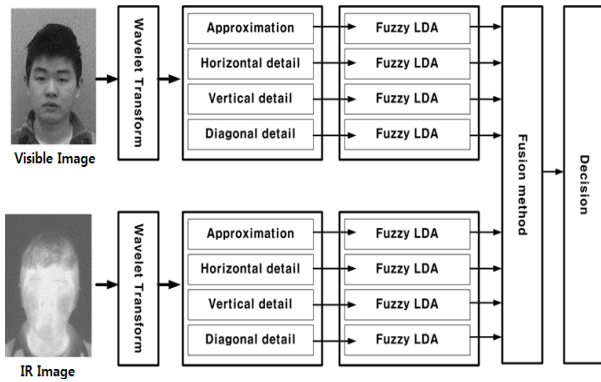


그림 4. 제안한 얼굴인식의 블록다이어그램

Fig. 4. Block diagram of proposed face recognition

4. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 40명의 얼굴 영상 데이터를 바탕으로 실험을 수행하였다. 데이터베이스의 구성은 표 1과 같다.

표 1. 얼굴영상의 취득 환경

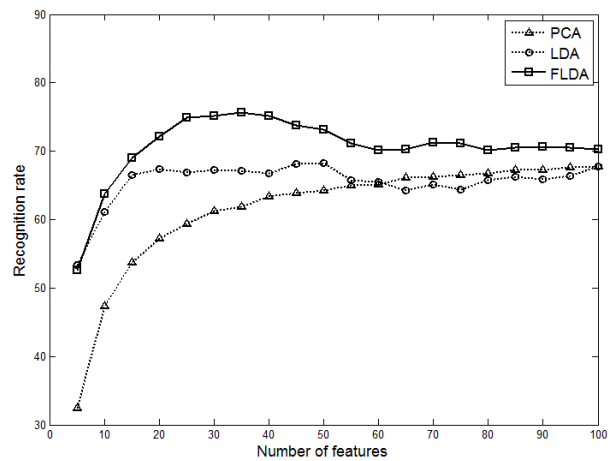
Table 1. The acquisition environment of face images

Set	Environment	Face direction	The number of photos per person	
			Visible	IR
1	High brightness	front, left, right, under, upper	5	5
2	Medium brightness	front, left, right, under, upper	5	5
3	Low brightness	front, left, right, under, upper	5	5
4	Glasses	front, left, right, under, upper	5	5
5	Right side light	front, left, right, under, upper	5	5
6	Left side light	front, left, right, under, upper	5	5

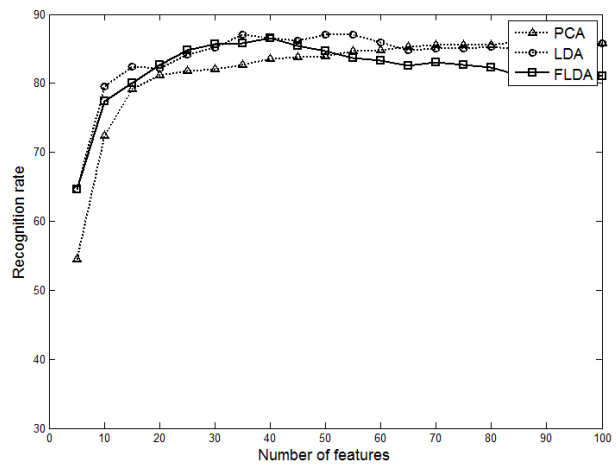
1번 세트는 조명이 가장 밝은 영상으로 1인당 10장, 총 400장의 영상을 학습영상으로 한다. 2번~6번 세트 영상들은 전체 조명변화와 안경착용, 측면 부분 조명 영상들이다. 1인당 10장씩 총 2000장의 영상들을 테스트 영상으로 실험을 수행하였다.

융합 전 가시광선 영상과 열 영상 각각에 대하여 PCA, LDA, Fuzzy LDA를 이용하여 특징을 추출하였고 특징 개수에 따른 인식결과를 그림 5와 같다. 특징개수에 따른 차이는 있지만 전반적으로 Fuzzy LDA가 인식률이 가장 좋은 것을 확인 할 수 있다.

표 2에서는 특징개수 40개를 기준으로 하였을 때 PCA, LDA, Fuzzy LDA의 인식률을 비교하였다. Fuzzy LDA를 이용한 특징추출이 가장 인식률이 좋으므로 이 방법을 이용하여 가시광선 영상과 적외선 영상의 특징을 추출하였다.



(a) Visible Images



(b) Infrared Images

그림 5. 특징 추출 방법에 따른 얼굴 인식을

Fig. 5. Recognition rate according to feature extraction methods

표 2. 융합 전 얼굴 인식률

Table 2. before fusion recognition rate

	Visible Images	Infrared Images
PCA	63.4 %	83.6 %
LDA	66.8 %	86.6 %
FLDA	75.1 %	86.5 %

각 세트별 인식률을 비교한 표 3을 보면, 학습영상과 가장 비슷한 환경에서 촬영한 중간밝기의 2번 세트영상들이 인식률이 가장 높은 것을 확인할 수 있다. 그리고 가시광선 영상은 전체 조명세기의 변화나 측면 조명환경에서 인식률이 저조한 것을 확인한 반면, 적외선 영상은 조명변화에 따른 인식률의 변화는 거의 없었지만 안경을 착용한 영상들의 인식률이 저조한 것을 확인할 수 있었다. 이는 앞서 그림 1과 같이 안경착용 부분의 열이 제대로 전달되지 않아 안구 부분의 이미지가 모두 검게 나타났기 때문이다.

표 3. 다양한 환경에 대한 실험결과

Table 3. Experimental results on various environment

	Visible Images	Infrared Images
Medium brightness	97.5 %	97.5 %
Low brightness	75 %	94.5 %
Glasses	90 %	54.5 %
Right side light	70 %	90.5 %
Left side light	53 %	90 %

표 4. 웨이블릿 변환 후 각 대역별 인식률 비교

Table 4. Recognition at each band after wavelet transform

	Visible Images	Infrared Images
Approximation	69.1 %	84.2 %
Vertical	48.4 %	58.9 %
Horizontal	36.1 %	53.3 %
Diagonal	29.7 %	36.4 %

표 5. 융합 전, 후 인식률 비교

Table 5. Recognition rate before and after fusion

	Before fusion		After fusion
	Visible Images	Infrared Images	
Medium brightness	97.5 %	97.5 %	99.5 %
Low brightness	75 %	94.5 %	98 %
Glasses	90 %	54.5 %	90 %
Right side light	70 %	90.5 %	88 %
Left side light	53 %	90 %	89 %
Total	75.1 %	86.5 %	92.9 %

가시광선 영상과 적외선 영상을 각각 웨이블릿 변환하였고 4개 대역에서의 인식률은 Approximation, Vertical, Horizontal, Diagonal 순으로 인식률이 높은 것을 표 4에서 확인할 수 있다. 대역별로 분할된 영상은 식 (15)와 같은 선택적 융합기법을 이용하여 융합하였다. 본 논문에서는 식 (15)에서 사용된 각 대역별 가중치 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 에 각각 1, 0.5, 0.3, 0.1의 값을 할당하였다.

융합된 이미지로 인식 실험을 수행한 결과는 표 5 같다. 표 5에서 전체인식률과 모든 세트의 촬영환경에서의 인식

률을 융합 전과 융합 후를 비교하였다. 융합전보다 인식률이 가시광선 영상보다 17.8%, 열 영상보다 6.4% 향상된 것을 확인할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 가시광선 영상과 적외선 영상을 융합하여 조명변화에 강인한 얼굴인식 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 영상을 웨이블릿 변환 후 각각의 서브밴드에서 Fuzzy LDA 방법을 이용하여 특징을 추출하여 학습영상과 테스트 영상과의 유클리디안 거리가 최소값을 기준으로 판정하는 것이다. 서브밴드 대역에 대해 각각 인식실험을 수행하였고 Approximation, Horizontal, Vertical, Diagonal 순으로 높은 인식률을 확인하였다. 인식률이 높을수록 큰 가중치를 부여하였으며, 융합결과 92.9%의 인식률을 확인하였다. 이는 융합 전(가시광선: 75.1%, 적외선: 86.5%)보다 향상된 결과를 보였다. 향후에는 지능형 알고리즘등을 이용하여 각 대역별 가중치에 최적의 값을 할당하는 연구를 진행할 예정이다.

References

- [1] A. Torabi, et., al, "An iterative integrated framework for thermal-visible image registration, sensor fusion, and people tracking for video surveillance application", *Computer Vision and Image understanding*, Vol. 116, pp.210-221, 2012.
- [2] Myung Geun Chun, Seong G. Kong. "Focusing in thermal imagery using morphological gradient operator", *Pattern Recognition Letters*, Vol. 38, pp.20-25, 2014.
- [3] Wong, W.K., Zhao, H., "Eyeglasses removal of thermal image based on vision information", *Information Fusion*, Vol.14, pp.163-176, 2013.
- [4] Waled Hussein Al-Arashi, Haidi Ibrahim, Shahrel Azmin Suandi. "Optimizing principal component analysis performance for face recognition using genetic algorithm", *Neurocomputing*, Vol.128, pp.415-420, 2014
- [5] Bai-ling Zhang, Haihong Zhang, Shuzhi Sam Ge. "Face recognition by applying wavelet subband representation and kernel associative memory", *Neural Networks, IEEE Transactions on*, Vol. 15, pp.166-177, 2004.
- [6] Lin Lan, Zhao Ge, Tang Yan-Dong, Tian Jian-Dong, He Si-Yuan. "Illumination Compensation for Face Recognition Using Only One Image", *Acta Automatica Sinica* Vol.39, pp.2090-2099, 2013
- [7] Seonkeol Kim, Hang-Bong Kang. "Visible Image Enhancement Method Considering Thermal Information from Infrared Image", *JBE* Vol.18, pp.550-558, 2013.
- [8] Quan-Sen Sun, Sheng-Gen Zeng, Yan Liu,

Pheng-Ann Heng, De-Shen Xia. "A new method of feature fusion and its application in image recognition", *Pattern Recognition*, Vol.38, pp.2437-2448, 2005.

[9] Keun-Chang Kwak, Witold Pedrycz. "Face recognition using a fuzzy fisherface classifier", *Pattern recognition* Vol.38, pp.1717-1732, 2005.

[10] Jin-Il Park, Wook-Jae Lee, Jae-Hoon Cho, Chang-Kye Song, Myung-Geun Chun, "Gait Recognition and Person Identification for Surveillance Robots", *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, Vol.15, pp.511-518, 2009.

[11] Lu J, Plataniotis K.N, Venetsanopoulos, A.N. "Face recognition using LDA-based algorithms", *Neural Networks, IEEE Transactions on*, Vol. 14, pp.195-200, 2003.

[12] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. "Digital Image Processing", *Prentice Hall*, 2007.

[13] T. Stathaki, *Image Fusion: Algorithms and Application*, *Academic Press*, 2008.

저 자 소 개



김사문(Sa-Mun Kim)
 2013년 : 충북대학교 전기공학과 공학사
 2014년 ~ 현재 : 충북대학교 제어로봇공학과 석사과정

관심분야 : Recognition, Image Processing
 Phone : +82-43-261-2388
 E-mail : rla-tkans@hanmail.net



이대종(Dae-Jong Lee)
 1995년 : 충북대학교 전기공학과 공학사
 1997년 : 충북대학교 전기정보공학과 공학석사
 2002년 : 충북대학교 전기정보공학과 공학박사
 2006년 ~ 2008년 : 충북대학교 충북정보기술사업단 초빙 조교수

관심분야 : Biometrics, Recognition, Intelligent system
 Phone : +82-43-261-2388
 E-mail : bigbell@cbnu.ac.kr



송창규(Chang-Kye Song)
 1995년 : 충북대학교 전기공학과 공학사
 1997년 : 충북대학교 전기정보공학과 공학석사
 2006년 : 충북대학교 전기정보공학과 공학박사

관심분야 : Image Processing, Recognition, Intelligent system
 Phone : +82-43-261-2388
 E-mail : gdhong@hankook.ac.kr



전명근(Myung-Geun Chun)
 1987년 : 부산대학교 전자공학과 공학사
 1989년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학석사
 1993년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학박사
 1996년 : 삼성전자 자동화연구소 선임연구원
 1996년 ~ 현재 : 충북대학교 전자공학부 교수

2007년 ~ 현재 : ISO/IEC SC27 정보보호 표준화 전문위원
 2008년 ~ 현재 : TTA PG505 전문위원

관심분야 : 지능시스템, 정보보호, 영상처리
 Phone : +82-43-261-2388
 E-mail : mgchun@cbnu.ac.kr