

지역히스토그램을 이용한 조명환경에 강인한 얼굴인식

장 일 권⁰, 정은성, 이 필 규
인하대학교 컴퓨터 정보공학과

Robust Face Recognition Using Local Histogram equalization Under Changing Illumination Environment

Il-kwon Jang⁰, Eun-Sung Jung, Phill-Kyu Rhee
Dept. of Computer science&engineering Inha-Univ.

요 약

최근 정보 보안의 문제를 해결하기 위하여 생체 정보를 이용하여 사용자 인증 및 인식을 하는 기술들이 개발되고 있다. 생체 정보를 이용하는 인증 및 인식 기술은 생체 정보를 가지고 사람을 구별하는 기술을 말하며, 신뢰성과 편리성에 있어서 기존의 다른 보안 시스템의 한계점을 보완해 줄 것이다. 현재 연구되고 있는 얼굴 인식 기술은 생체인식 중에서 이용자들에게 가장 거부감이 적은 기술이다. 얼굴인식의 장점은 다른 생체인식 기술이 사용자로 하여금 일정한 동작을 취하도록 요구하는 것과 달리 비접촉으로 자연스럽게 확인 할 수 있는 것이며, 사용자는 자신이 현재 검사 당하고 있다는 사실을 인지하지 못하는 상태에서 수행되므로 거부감이 적다.

1. 서 론

최근 정보 보안의 문제를 해결하기 위하여 생체 정보를 이용하여 사용자 인증 및 인식을 하는 기술들이 개발되고 있다. 생체 정보를 이용하는 인증 및 인식 기술은 생체 정보를 가지고 사람을 구별하는 기술을 말하며, 신뢰성과 편리성에 있어서 기존의 다른 보안 시스템의 한계점을 보완해 줄 것이다. 현재 연구되고 있는 얼굴 인식 기술은 생체인식 중에서 이용자들에게 가장 거부감이 적은 기술이다. 얼굴인식의 장점은 다른 생체인식 기술이 사용자로 하여금 일정한 동작을 취하도록 요구하는 것과 달리 비접촉으로 자연스럽게 확인 할 수 있는 것이며, 사용자는 자신이 현재 검사 당하고 있다는 사실을 인지하지 못하는 상태에서 수행되므로 거부감이 적다.

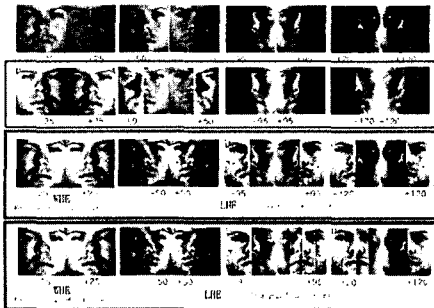


그림.1. 조명별 Histogram Equalization

인식 성능을 유지할 수 있는 얼굴 인식방법에 대해 제안하였다. 조명 판단을 위하여 신경망을 이용하여 조명을 분류하고, 환경 변화에 맞는 인식에 필요한 최적에 특징점을 추출하기 위하여 전처리 과정으로 LHE(Local Histogram Equalization)를 적용하여 가보벡터를 추출한다. LHE(Local Histogram Equalization)은 편향 조명이 있는 얼굴 데이터에 대하여 얼굴 인식에 유용한 특징 벡터를 뽑아낼 수 있다[1]. 그리고 최적에 특징점을 사용하여 Rank1방식을 이용하여 추출된 가보벡터의 거리 값으로 개인의 얼굴을 인식하도록 한다.

2. 조명 상황 얼굴 인식 시스템의 구성 및 전처리

조명 상황 얼굴 인식 시스템의 구조는 크게 BP학습, 전처리 및 특징점 추출, 등록, 인식의 4부분으로 나누게 되고, 신경망을 이용하여 학습을 수행한다. 전처리 과정에는 데이터의 조명의 영향을 완화하거나 제거하기 위한 여러 조명 필터들이 존재하는데, 필터들의 조합은 데이터의 질을 향상 시키는 효과를 제공한다. 본 논문에서는 전처리 과정으로 히스토그램 평활화를 사용하였다. 히스토그램 평활화는 빈약한 명암 값 분포를 가진 데이터는 히스토그램 평활화를 통하여 데이터가 향상 되는 효과를 제공한다. 그 결과 밝은 데이터는 조금 어두워지고 어두운 데이터는 밝아져서 적당한 명도 값을 유지하게 된다.

본 논문에서는 조명 환경에 맞게 LHE(Local Histogram Equalization)를 사용하였다. 조명의 변화가 심한 데이터에서 WHE(Whole histogram Equalization)를 적용하면 원하는 정보를 얻을 수 없다. 따라서 LHE(Local Histogram Equalization)를 적용함으로써 이를 개선한다. +, -25°는 WHE(Whole histogram Equalization)를 적용하였고, +, -50°, +, -95°와 +, -120°는 얼굴 데이터에 대해 LHE(Local Histogram Equalization)를 적용하였다. 편향 조명이 적용된 얼굴 데이터

본 논문에서는 변화된 환경에 잘 적용하여 환경의 변화에도

에 대해서 LHE(Local Histogram Equalization)를 적용했을 때 좋은 결과를 보여준다.

3. 신경망을 이용한 조명 환경 판단

3.1 오류 역전파 신경망

3.1.1 신경망의 학습 및 학습 데이터

본 논문에서 신경망의 학습 데이터로 'Yale Face Database B'에서 +20°, +50°, +95°, +120°, -20°, -50°, -95°, -120°와 정면 조명이 있는 000°의 9가지 조명 데이터를 사용하였다[2]. 그림 3에서 도시화하는 것과 같이 +20°, +50°, +95°, +120°, -20°, -50°, -95°, -120°의 데이터로 구분하여 학습에 사용하였다. 학습에 사용한 조명 데이터는 그림 2과 같다.

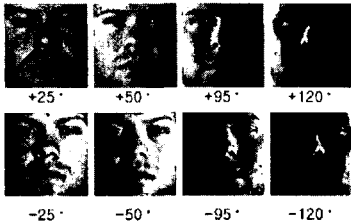


그림.2. 조명 데이터

학습 데이터는 11×11의 크기로 추출하여 사용하였다. 'Yale Face Database B'에서 총 720개의 데이터를 학습 데이터로 사용하였다. 학습 데이터는 히스토그램 평활화와 정규화를 수행하고 이를 1차원 벡터화 한다. 이 벡터는 신경망의 입력 노드를 구성하게 되므로 신경망의 입력 노드는 121개가 된다. 출력 노드는 학습에 사용된 'Yale Face Database B'의 조명 데이터와 같은 9개로 구성되어 있다. 학습 시 중요한 요소 중에 하나는 은닉 노드의 개수를 정하는 것이다. 그러나 은닉 노드의 개수를 정하는 것은 특별한 규칙이 없기 때문에, 네트워크를 형성시킬 수 있는 가장 최적의 수를 실험을 통하여 결정하였다. 모멘텀 상수는 0.95로 학습 상수는 0.45로 오차는 0.1로 사용했다[3],[4],[5],[6].

4. 진화 알고리즘

초기에는 크로모솜을 임의로 초기화시키고 각각의 적응도를 평가한다. 이를 토대로 우수한 유전자를 선택하고 선택된 구성원간의 교배(crossover)를 통해 새로운 유전형을 탄생시킨다. 여기에 비교적 낮은 확률의 돌연변이(mutation)를 추가하여 끊임없이 새로운 유전형을 발생시키고 적응도를 평가하는 작업을 반복한다. 본 실험에서 사용한 크로모솜은 총 32 bits로 이루어져 있다. 각각의 비트는 0과 1로 가보 특징점의 사용 여부를 나타낸다. 사용되어지는 크로모솜은 Yale DB의 9가지의 조명

에 맞게 염색체를 정의한다. 실험에서는 최적의 특징 점을 찾기 위하여 진화 알고리즘을 이용하여 도출해 내었다[7].

5. 얼굴 인식

얼굴 인식은 눈의 위치를 중심으로 얼굴 영역을 인위적으로 추출한 후, 가보함수를 사용하여 특징 벡터를 생성한다. 인식 결과는 Rank1 방식을 이용하였다[8].

5.1 얼굴의 특징점 추출 및 가보벡터 생성

본 논문에서는 인식을 위한 데이터의 특징 추출 방법으로 가보 변환을 사용한다.

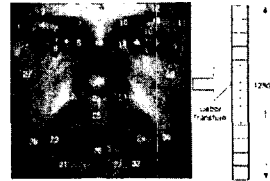


그림.3. 가보 벡터 추출

실험에서 그림 4와 같이 얼굴 영역에서 32개의 특징점을 이용하여 특징 벡터를 추출하였다. 인식 실험에 사용한 특징점의 개수가 이미 지당 32개이다. 특징 벡터 집합의 차원은 1280(5(Frequency)×8(Orientation)×32(Features))개가 된다[8]. 이것을 이용하여 미리 등록된 벡터들과의 거리 값을 계산하여 가장 가까운 거리를 가지는 벡터에 대해 해당하는 사람을 인식하게 된다.

5.2 얼굴 등록

등록은 'Yale Face Database B'에서 총 810개의 얼굴 데이터에서 학습 데이터로 사용하지 않은 90개의 얼굴 데이터에서 10명의 정면 얼굴 데이터를 각 하나씩 사용하였다. 등록 되는 얼굴 데이터에서 32개의 특징점을 추출하여 가보벡터를 생성하게 되며, 생성된 값을 등록하게 된다.

5.3 얼굴 데이터 인식 및 유사도 측정

인식 단계에서는 외부의 조명 환경을 판단하는 신경망을 이용하여 데이터의 조명상태를 전달 받아 최적에 가보 특징점을 선택하게 된다. 그 후 해당하는 특징점에 의해 생성된 데이터의 가보벡터를 추출한 후 이미 등록된 데이터베이스(database)의 가보벡터와 거리 값을 비교하여 가장 적은 값을 가지는 것을 선택한다. 실험에서는 'Yale Face Database B'에서 9개의 조명 환경만을 정의하여 사용했으나, 이 수를 늘릴 경우 보다 정확한 인식이 가능하다. 인식과정은 테스트 얼굴 데이터가 인식기 안에 입력되면, 등록되어져 있는 사람 중에서 테스트 열

굴 데이터와 동일한 인물을 찾아내서 결과를 출력하는 것이다. 테스트 데이터와 등록된 얼굴 데이터와의 유사도 측정을 기반으로 하여 결과적으로 누구인가를 결정하는 계산은 Rank1 방식을 사용하였다.

6. 실험 결과

앞에서 제안한 방법에 의해 각각의 상황에 대한 데이터의 인식 실험을 수행 하였다. 실험에 사용된 데이터는 'Yale Face Database B'에서 정면 데이터에서 좌 우 편향 +20°, +50°, +95°, +120°, -20°, -50°, -95°, -120° 조명이 있는 데이터이다. 각각의 조명 판단에 의해 데이터를 11 × 11로 벡터화 하여 신경망의 입력 노드로 사용하고 각 데이터를 총 9가지로 조명 판단을 하였다. 얼굴의 인식률은 조명 판단 후 데이터에 LHE(Local Histogram Equalization)를 적용하였다. 진화 알고리즘을 이용하여 조명 상황에 따라 유효특징 점을 추출하여 실험에 사용하였다.

	조명 판단	히스토그램	GA이용한 특징점 추출
Subset1	사용안함	전체	사용안함
Subset2	사용	2등분	사용안함
Subset3	사용	2등분	사용
Subset4	사용	4등분	사용안함
Subset5	사용	4등분	사용

표 2 조명 상황에 맞는 전처리 방법 & GA 알고리즘

조명 각도	Subset5	Subset4	Subset3	Subset2	Subset1
-025	100%	100%	100%	100%	100%
-050	100%	100%	100%	100%	50%
-095	90%	90%	90%	80%	50%
-120	100%	90%	80%	80%	60%
+ 025	100%	100%	100%	100%	100%
+ 050	100%	100%	100%	100%	70%
+ 095	90%	90%	90%	80%	50%
+ 120	90%	90%	80%	80%	50%
평균인식률	96.25%	92.5%	91.25%	90.00%	7.25%

표 3 조명판단을 이용한 얼굴인식 인식률

Subset1은 데이터에 WHE(Whole histogram Equalization)를 하였고, 32개의 특징점을 인식에 사용하였다. Subset2는 조명 판단을 후 조명 상황에 맞는 LHE를 적용하고, 실험을 통하여 찾아낸 유효 특징점을 사용하여 인식에 이용하고, Subset3은 Subset와 같은 방법이지만 유효 특징점은 GA 이용하여 추출하여 인식에 이용하였다. Subset4는 LHE를 세분화하여 적용하였고 실험을 통하여 찾은 유효특징점을 인식에 사용하였고, Subset5는 Subset4와 같은 방법이지만 GA를 이용하여 유효 특징점을 이용하여 인식에 사용하였다. 조명 상황에 맞는 전

처리 방법과 GA를 이용하여 조명 상화별로 특징점을 찾아 인식에 사용하였다.

6. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 신경망을 이용하여 조명 환경 판단과 적절한 데이터 처리 및 가보 변환을 사용하여 얼굴을 인식하는 방법을 제안하였다. 실험 결과 얼굴영역의 조명이 비교적 심하게 변화함에도 불구하고 안정적인 성능을 나타내었다. 실험에 사용된 데이터베이스(database)는 'Yale Face Database B' 에서 추출하여 사용하였다. 실험에서 신경망이 환경변수를 잘 판단하는 것을 보였다. LHE(Local Histogram Equalization)를 사용하여 조명 변화가 심각한 환경에서 보다 높은 인식률을 보였다.

향후 연구 방향은 하드웨어로 구성하기 위해 변화하는 환경을 판단할 수 있는 보다 빠르고 적절하게 인식하는 센서에 대한 연구와 세분화된 환경 조건을 판단할 수 있는 데이터 분석 및 데이터들을 적절히 정상적으로 변화시킬 수 있는 데이터 필터에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다. 또한 상황 인식(Situation aware) 환경과의 접목을 위한 실시간으로 얼굴인식을 수행할 수 있는 구성에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992.
- [2] Joey Rogers, "Object-Oriented Neural Networks in C++", Academic press, 1997.
- [3] Haddadnia, J., Faez, K., Moallem, P., "Neural network based face recognition with moment invariants," Image Processing, International Conference on, Vol. 1, pp. 1081 - 1021, 2001
- [4] Shang-Hung Lin, "An introduction to Face Recognition Technology", Informing Science Special Issue on Multimedia Informing Technologies part 2, Vol. 3, No. 1, 2000.
- [5] Ashit Talukder, "Adaptive Activation Function Neural Net for Face Recognition", California David Casasent Carnegie Mellon University, Department of Electrical and Computer Engineering Pittsburgh, PA 15213, 2001.
- [6] Yale University face database. <<http://cvc.yale.edu/project/yalefacesB/yalefaceB.html>>.
- [7] D.E.Goldberg, "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning." Reading, MA: Addison-Wesley, 1989.
- [8] L.Wiskott, J.K.Fellous, N.Kruger, von der Malsburg, C, "Face recognition by elastic bunch graph matching" Image Processing, 1997. Proceedings., International Conference on , Volume: 1 , 26-29 Oct. 1997