

지능형 인식 및 추적 기술을 이용한 다중 객체 추적 시스템의 설계

오승훈*, 유성훈*, 김수찬*, 오성권**
 위아 코퍼레이션*, 수원대학교**

Design of Multi Object Tracking System Using Intelligent Recognition and Tracking Technology

Senug-Hun Oh*, Sung-Hoon Yoo*, Su-Chan Kim* and Sung-Kwon Oh**
 WI-A Corporation*, Department of Electrical Engineering, The University of Suwon**

Abstract - 본 논문에서는 지능형 인식 기술인 RBFNNs 패턴분류기와 추적 기법인 Particle Filter를 융합한 다중 객체 추적 시스템을 설계한다. 여러 객체가 동시에 존재하는 상황에서 각각의 객체를 개별적으로 추적하기 위해 추적 기법에 인식 알고리즘을 추가하였다. 학습 데이터는 다양한 상황에서 정확한 인식 결과를 확인하기 위해 정면, 좌, 우측 데이터를 사용하였으며, 테스트 영상에서 검출된 얼굴 이미지를 테스트 데이터로 사용하였다. 추적 알고리즘인 Particle Filter를 사용하여 검출된 객체의 추적을 수행하며, 인식 결과를 바탕으로 다양한 객체에 대하여 개별적인 추적을 수행한다.

1. 서 론

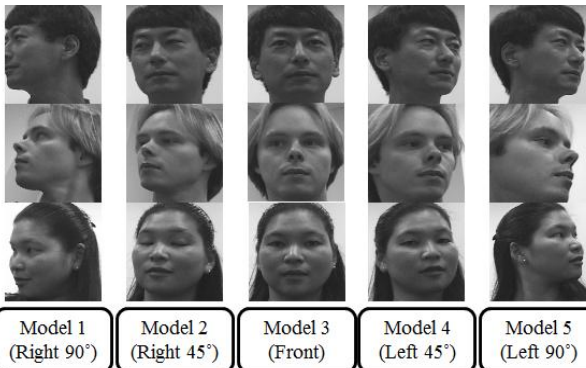
현재 사용되고 있는 인식 기술의 대부분은 사용자가 암기를 하거나, 분실 및 도용의 위험이 있다는 문제점이 존재하며, 이러한 문제를 보완하기 위해 지문, 홍채 인식과 같은 생체 인식 기술이 여러 분야에서 연구가 진행 중에 있다. 생체인식 기술은 인간이 가지는 고유한 신체적 특징을 이용한다는 점에서 기존의 인식 기술에서 발생하는 분실 및 도용과 같은 문제점을 해결하는 것이 가능하다.

본 논문에서는 생체인식 기술 중 하나인 얼굴인식을 수행하였으며, 실제 산업 분야에 보다 쉽게 접근하기 위해 기존의 정적인 인식 방법이 아닌 비디오 영상 내에서 대상을 인식하고 추적을 수행하는 동적인 인식 방법을 채택하였다. 다양한 포즈의 얼굴 이미지에 대한 정확한 인식을 위해 정면, 좌, 우측을 포함한 다양한 포즈의 얼굴 이미지를 이용하여 학습 데이터를 구성하였으며, 테스트 이미지는 비디오 영상 내에서 AdaBoost 알고리즘을 통해 대상의 얼굴 이미지를 검출한다. 테스트 이미지는 포즈 추정 이후 인식을 수행하며, 사용자가 지정한 추적 대상이라 판단된 경우에만 추적을 수행한다. 나아가 대상이 2명 이상일 경우에도 동시에 객체 추적이 가능한 시스템을 제안한다.

2. 본 론

2.1 얼굴 데이터베이스의 확장

본 논문에서는 정면 얼굴만을 사용하는 기존 정적인 상황에서의 인식 성능의 한계를 극복하기 위해 다양한 포즈의 얼굴이미지를 이용해 동적인 상황에서의 인식이 가능한 데이터베이스를 구축한다. 기존의 정적인 얼굴인식의 경우 대상이 정면을 응시하고 있어야만 인식 성능을 확인할 수 있는데 비해, 제안된 데이터베이스를 이용할 경우 정면을 포함한 다양한 상황에서 인식을 수행하는 것이 가능하다. 아래 그림은 본 논문에서 제안한 좌, 우측 방향을 포함한 얼굴 데이터베이스의 구성이다.



<그림 1> 다양한 포즈의 얼굴 이미지 구성(Honda&UCSD dataset)

위와 같이 정면, 좌, 우측의 얼굴 이미지를 통해 학습 데이터베이스를 구성하였으며, 보다 세밀한 각도의 얼굴 이미지를 이용할 경우 더욱 정확한 인식 성능을 확인하는 것이 가능하다. 따라서 본 논문에서는 위 그림과 같이 정면 및 좌, 우측을 대표하는 5개의 포즈만을 이용하며, 실제 테스트 수행 시에는 가장 유사한 포즈를 판별해내는 포즈 추정 과정을 전처리 과정에서 수행하기 때문에 신뢰성 있는 인식 결과를 확인하는 것이 가능하다.

2.2 얼굴 이미지의 전처리 과정

본 논문에서는 얼굴 이미지의 명암도 값을 기반으로 인식을 수행하는 2차원 얼굴인식을 채택하였으며, 보다 빠른 학습 속도 및 정확한 인식 성능을 확인하기 위해서 Training 및 Testing 과정에서 얼굴이미지의 특징을 추출하는 전처리 과정을 수행한다.

2.2.1 특징 추출을 위한 주성분 분석법(PCA)

주성분 분석법은 대표적인 특징추출 방법 중 하나로 데이터의 공분산 행렬을 통해 획득한 특징데이터에서 입력 데이터의 차원보다 작은 값의 차원을 이용함으로써 실제 입력보다 작은 양의 특징을 사용하는 방법이다. 주성분 분석법의 목적은 변환 후의 특징 데이터가 변환 전 데이터의 정보를 최대한 유지하는 것이며, 그 과정은 다음과 같다.

- [Step 1] 인식후보의 얼굴 벡터 집합 구성
- [Step 2] 평균과 분산을 기준으로 이미지 정규화 수행
- [Step 3] 평균 얼굴 벡터를 계산
- [Step 4] 인식후보 얼굴 벡터와 평균 얼굴 벡터와의 차이 벡터를 계산
- [Step 5] 인식후보 얼굴에서 공분산 행렬을 계산
- [Step 6] M개의 고유벡터에서 가장 큰 고유값을 갖는 M'개만을 선택
- [Step 7] 각 인식후보 얼굴과 고유벡터와의 사영을 통해 가중치를 획득

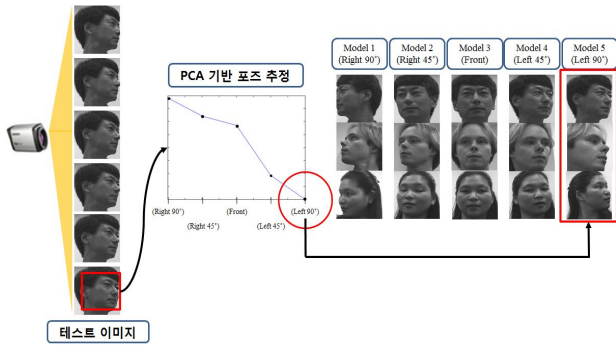
주성분 분석법을 통해 데이터의 차원 축소 및 Testing 과정에서의 포즈 추정을 수행하였으며, 포즈 추정 과정은 다음과 같다.

2.2.2 테스트 이미지의 유사 포즈 추정

앞서 설명한 것과 같이 모든 포즈를 충족하는 학습 데이터베이스의 구성이 어렵기 때문에 5개의 포즈를 이용하여 학습 데이터베이스를 구성하였으며, 보다 신뢰성 있는 인식 성능 확인을 위해 테스트 이미지와 가장 유사한 포즈를 판별해내는 포즈 추정을 수행한다. 포즈 추정 수행 과정은 다음과 같다.

- [Step 1] 각 포즈의 특징을 가장 잘 나타내는 주성분 벡터를 추출
- [Step 2] 획득한 테스트 이미지를 각 포즈별 주성분 벡터에 투영
- [Step 3] [Step 1]에서 획득한 포즈별 주성분 벡터와 [Step 2]에서 획득한 테스트 이미지의 주성분 벡터 값을 비교
- [Step 4] 특징값 오차가 가장 적은 포즈를 테스트 이미지의 포즈로 판별

포즈 추정은 테스트 이미지 획득 이후 수행되며, 주성분 분석법(PCA)을 통해 획득한 주성분 벡터의 오차를 통해 획득한 테스트 이미지의 포즈를 판별해 내는 방법이다. 테스트 이미지의 포즈가 결정되면, 해당 포즈의 학습 데이터를 기반으로 인식을 수행하며 이와 같은 전처리 과정을 거침으로써 획득한 테스트 이미지에 대한 정확한 인식 성능 확인이 가능하다.



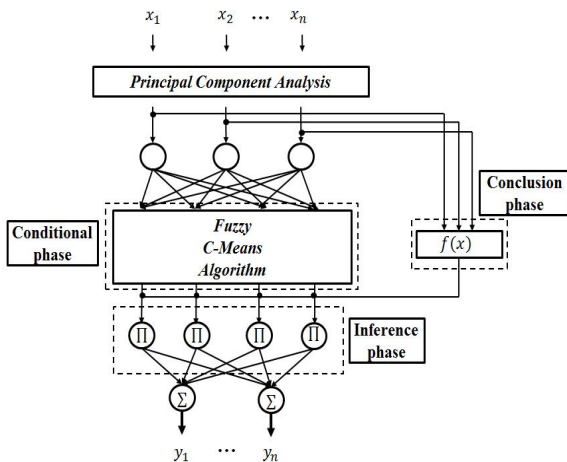
〈그림 2〉 포즈 추정을 통한 테스트 이미지의 포즈 판별

2.3 학습 및 최적화 과정

구성한 학습 데이터베이스를 기반으로 각 포즈별 데이터에 대한 학습을 수행한다. 학습 과정에서는 다항식 기반 RBF 신경회로망 패턴분류기를 이용하며, 최적화 과정에서는 입자군집 최적화 알고리즘을 이용한다.

2.3.1 다항식 기반 RBF 신경회로망

본 논문에서는 학습 및 인식 과정에서 RBFNNs 패턴분류기를 확장한 다항식 기반 RBFNNs 패턴분류기를 사용하였다. 기존의 RBFNNs와 비교하였을 때 입력층, 은닉층, 출력층의 구조적 모델은 동일하나 조건부, 추론부, 결론부의 3가지 기능적 모듈로 구분하는 것이 가능하며, 조건부에서 활성함수로 사용하였던 가우시안 함수 대신 FCM(Fuzzy C-Means)클러스터링 알고리즘을 사용하였다. 본 논문에서 사용한 다항식 기반 RBFNNs 패턴분류기의 구조는 아래 그림과 같다.



〈그림 3〉 다항식 기반 RBF 신경회로망 패턴분류기의 구조

2.3.2 입자군집 최적화 알고리즘을 통한 파라미터 최적화

입자군집 최적화 알고리즘은 물고기나 새 떼와 같은 무리의 행동 양식을 바탕으로 한 최적화 알고리즘으로, 간단한 수학 연산자를 사용하여 이론이 간결하고, 복잡하고 불확실한 영역에서의 탐색이 가능하며, 다른 확률적 방법보다 안정적인 수렴특징을 가진다는 특징이 있다. 본 논문에서는 PSO 알고리즘을 통해 최적화된 패턴분류기의 구조를 결정하며, 각 포즈별 데이터에 대하여 최적화를 수행, 각 포즈별 최적화된 패턴분류기의 구조를 결정한다.

2.4 영역 검출 및 추적

테스트 이미지는 비디오 영상 내에서 획득을 기본으로 하며, 인식 결과를 기반으로 대상에 대한 추적을 수행한다. 테스트 이미지는 AdaBoost 알고리즘을 이용하며, 추적 알고리즘으로는 Particle Filter를 사용한다.

2.4.1 AdaBoost 알고리즘을 통한 테스트 이미지 검출

AdaBoost 알고리즘은 Adaptive Boosting의 약자로 Viola와 Jones가 제안한 Boosting 알고리즘의 하나이다. Boosting 알고리즘이란 약한 분류기를 반복적으로 이용해 강한 분류기를 만들어내는 알고리즘을 의미하며, AdaBoost 알고리즘은 Haar-like feature 특징과 적분 이미지를 이용함으로써 전체 이미지에서 얼굴과 비 얼굴 영역을 분류 하는 것이 가능하다.

2.4.2 객체 추적을 위한 Particle Filter 알고리즘

Particle Filter는 객체 추적에 있어서 많이 사용되고 있는 알고리즘으로, 다른 명칭으로는 SMC(Sequential Monte Carlo)방법이라고도 한다. Particle Filter는 복잡한 배경을 가진 환경에서 가중치가 부여된 샘플집합을 사용하여 비선형(nonlinear), 비가우시안(Non-gaussian) 형태로 나타나는 확률분포를 추정하는 알고리즘이다. Particle Filter는 크게 예측, 업데이트, 재 샘플링 이 세 단계로 구분이 가능하고, 각 프레임마다 이 과정을 반복하며 파티클 집합을 갱신함으로써 객체의 지속적인 추적이 가능하다.

2.5 실험 연구 및 결과 고찰

본 논문에서는 기존의 정적인 상황에서의 인식을 개선한 동적 상황에서의 인식 및 추적 시스템을 제안한다. 다양한 포즈의 이미지를 이용하여 학습을 수행하며, 테스트 이미지는 비디오 영상에서 AdaBoost 알고리즘을 통해 획득한다. 획득한 이미지는 포즈 추정과 인식 과정을 통해 추적 대상 여부를 판단한 이후 Particle Filter를 통해 추적을 수행하게 된다. 본 논문에서는 이와 같은 과정을 통해 기존의 추적 알고리즘과 다르게 별도의 전처리 과정 없이 동일한 대상의 지속적인 추적이 가능한 시스템을 제안한다. 또한 수원대학교 IC&CI Lab 데이터를 이용하여 동시에 2명의 인식 대상이 존재하는 상황에서 테스트를 수행하며, 이 경우 인식 결과를 바탕으로 두 명의 객체를 동시에 인식 및 추적 하는 것이 가능한 시스템을 제안한다.

테스트 비디오의 전체 프레임 수 중 추적에 성공한 프레임 수를 기준으로 하여 추적 성능을 확인 하며, 추적에 성공한 프레임 중에서 인식에 성공한 이미지의 수를 기준으로 인식 성능을 확인하였다.

〈표 1〉 추적 성능 및 인식 성능(Honda&UCSD database)

인식 대상	추적 성능	인식 성능	인식 대상	추적 성능	인식 성능
1	82.17%	73.55%	11	72.17%	78.92%
2	60.43%	100%	12	42.61%	100%
3	71.74%	74.55%	13	99.57%	99.13%
4	62.61%	87.50%	14	71.74%	90.91%
5	74.35%	84.80%	15	76.09%	62.29%
6	62.61%	59.72%	16	79.13%	90.66%
7	76.09%	90.29%	17	66.01%	95.39%
8	70.43%	96.30%	18	82.61%	99.47%
9	44.78%	100%	19	47.00%	86.11%
10	71.30%	89.22%	20	76.52%	92.05%
평균 추적 성능 : 69.50%, 평균 인식 성능 : 87.54%					

3. 결 론

본 논문에서는 다양한 상황에서 보다 쉽게 적용이 가능하도록 동적인 상황에서의 인식 및 추적 시스템을 제안하였다. 다양한 포즈별 이미지에 대한 학습을 수행하였으며, 테스트 이미지는 포즈 추정 과정을 통해 인식 성능의 신뢰성을 향상시켰다. 기존의 추적 알고리즘과 달리 AdaBoost 알고리즘과 인식 결과를 기반으로 별도의 영역 지정이 없이도 동일한 대상의 추적을 수행하며, 2명 이상의 객체가 존재할 경우 동시에 두 객체에 대한 인식 및 추적을 수행하는 것이 가능한 시스템을 제안하였다.

감사의 글

본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터사업의 일환으로 수행하였음[GRRC 수원2015-B2, U-city 보안감시 기술협력센터]

[참 고 문 헌]

- [1] S. K. Oh, W. Pedrycz, B. J. Park, "Polynomial-based Radial Basis Function Neural Net works realized with the Aid of Particle Swarm Optimization," Fuzzy Sets and Systems, Vol. 163, pp. 54-77, 2011.
- [2] S. K. Oh, S. H. Yoo, K. W. Ku, S. C. Kim, "A Study on Long Range Image Monitoring and Tracking System Using Laser Range-Gate Method in Inclement Weather Conditions" The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 62, pp. 257-263, Feb 2013.