

멀티 카메라 연동을 위한 군집화 기반의 객체 특징 정합

*김현수, 김경환

서강대학교 전자공학과

e-mail : roulzichon@hotmail.co.kr, gkim@sogang.ac.kr

Clustering based object feature matching for multi-camera system

*Hyunsoo Kim and Gyeonghwan Kim

Dept. of Electronic Engineering, Sogang University

Abstract

We propose a clustering based object feature matching for identification of same object in multi-camera system. The method is focused on ease to system initialization and extension. Clustering is used to estimate parameters of Gaussian mixture models of objects. A similarity measure between models are determined by Kullback-Leibler divergence. This method can be applied to occlusion problem in tracking.

I. 서론

다중 카메라를 이용하는 감시 시스템에서 동일 객체에 대한 연속적인 추적을 위해서는 다른 시야에서 관측되는 동일 객체에 대한 일치성을 판단하는 과정이 필요하다[1,2]. 본 논문에서는 동일 객체의 일치성을 판단을 하기 위해 군집화(clustering) 기반의 객체 특징 정합 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 감시 시스템의 초기 설치와 확장의 용이성을 고려한 방법으로써, 객체의 특징 정보를 이용하여 동일 객체의 일치성을

판단하므로 카메라간의 기하학적 관계에 대한 정보가 필요 없다. 각 객체에서 얻어진 군집화 결과로 가우시안 혼합 모델(Gaussian mixture model)을 형성한 후, Kullback-Leibler divergence를 통해 모델 간의 유사도를 측정하였다[3]. 그리고 계층적인 처리 방법을 도입하여 군집화 방법의 가장 큰 단점인 처리 시간을 줄였다.

II. 본론

2.1 GK-군집화(Gustafson-Kessel clustering)

군집화는 비지도 학습(unsupervised learning)으로서, 주어진 샘플에 대한 분포 양상을 객체에 대한 사전 지식이나 모델이 없이 학습할 수 있는 방법이다. 그리고 단일 객체에 대한 특징간의 연관 관계를 적용하여 학습할 수 있다. 단일 객체에 대해 여러 개의 군집으로 학습을 할 경우 객체의 특징에 대한 전반적인 분포 양상과 국부적인 분포 양상을 동시에 얻을 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 fuzzy c-mean 군집화에 군집의 공분산(covariance) 성분을 도입한 GK-군집화를 이용한다[4]. 이 방법은 군집의 형태가 다차원 타원(hyper ellipsoid)을 이루므로 기존 fuzzy c-mean보다 샘플의

분포 양상을 더 효과적으로 표현할 수 있다.

제안하는 방법에서 객체는 CIE La^*b^* 칼라정보와 객체의 중심으로부터의 x, y 공간 정보로 구성된 5차원 특징으로 정의된다. 그러므로 군집화 결과에서 객체의 색 정보와 위치 정보의 양상에 대한 정보를 획득할 수 있다.

2.2 객체간 유사도 비교

여러 군집으로 정의된 단일 객체의 군집화 결과는 각 군집이 하나의 가우시안 분포로 간주되어, 가우시안 혼합 모델을 형성할 수 있다. 그러므로 각각의 군집 단위의 유사도 측정이 아닌 모델 단위의 측정이 가능하며, 객체의 군집 개수에 무관하게 유사도 측정이 가능하다. 객체간의 모델 유사도는 두 분포간의 유사도를 측정하는 Kullback-Leibler divergence 통하여 측정한다.

2.3 처리 시간 감소를 위한 계층적 군집화

군집화는 많은 연산량을 요구하는 반복적인(iterative) 방법이다. 그러므로 제안하는 방법에서는 군집화 처리 시간을 줄이기 위하여 계층적 처리 구조를 도입하였다. 계층적 처리 구조란, 카메라 시야에 새롭게 나타난 객체에 대하여 sub-sampling된 샘플에서 군집화를 수행한 후, 그 결과를 전체 샘플의 군집화 과정의 초기화 값으로 이용하는 것을 의미한다. 추적되고 있는 객체의 경우에는 이전 객체의 군집화 결과를 다음 군집화 과정에서의 초기 값으로 설정한다.

III. 실험

실험은 NTSC 방식의 CCTV 카메라에서 획득된 영상에 수행하였다. 유사도 측정은 전이가 발생하는 단일 객체에 대해 동시간에 관측되는 모든 객체와 비교를 수행하였으며, 유사도가 가장 높은 객체를 동일 객체로 판단하였다. 그림 1은 군집화 결과를 도시한 것이며, 타원으로 표시된 객체들이 서로 같은 객체로 판

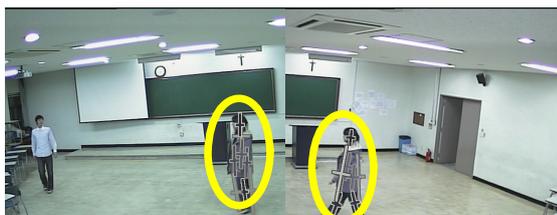


그림 1. 실험 결과 영상

단되었다.

일치성 판단의 성공률은 95.7%(777/812)이다. 카메라간의 기하학적 관계에 대한 정보 없이 높은 성공률을 가짐을 확인하였다. 계층적 군집화를 적용한 결과, 평균적으로 약 2 배 이상의 처리 시간이 감소하였다. 또한 추적 과정에서 발생하는 겹침 문제를 해결하기 위해 겹침이 발생하기 바로 직전의 군집화 결과와 겹침 해제된 후의 군집화 결과를 비교하여 문제를 해결할 수 있었다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

객체의 특징 정보를 이용하여 다중 카메라에서의 일치성 판단을 수행할 수 있었다. 그리고 카메라간의 기하학적 관계에 대한 정보 없이 일치성 판단이 가능하며, 제안된 방법이 다중 카메라 시스템 연동에 사용될 수 있음을 확인하였다. 또한, 모바일 카메라나 로봇과 같은 카메라 위치의 자유도가 높은 시스템에서 특정 객체의 정보를 공유나 일치성 판단에 사용될 수 있을 것이다.

군집화의 연산량을 줄이기 위하여 병렬처리 기반의 프로세서를 이용하거나 알고리즘적인 개선에 대한 연구가 추가적으로 필요하다. 그리고 카메라간의 이웃 관계를 이용하여, 유사도 측정 시 모든 객체와 비교하지 않고 전이가 가능한 카메라 시야의 객체와 비교를 하여 신뢰도를 높이고 연산량을 줄일 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] S. Khan and M. Shah, "Consistent labeling of tracked objects in multiple cameras with overlapping fields of view," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 25, pp. 1355-1360, 2003.
- [2] K. Nummiaro, E. Koller-Meier, T. Svoboda, D. Roth, and L. Gool, "Color-Based Object Tracking in Multi-camera Environments," in *Pattern Recognition*, pp. 591-599, 2003.
- [3] S. Kullback. *Information Theory and Statistics*. Dover Publications, Inc., 1968.
- [4] D. E. Gustafson and W. C. Kessel, "Fuzzy clustering with a fuzzy covariance matrix," in *IEEE Conference on Decision and Control*, pp. 761-766, 1978.