

氏名（本籍）	華 春 生 (中華人民共和国)
学位の種類	博士 (工学)
学位授与番号	甲 第 1 4 号
学位授与日付	平成 1 9 年 3 月 2 3 日
専攻	システム工学専攻
学位論文題目	K-means Clustering Based Pixel-wise Object Tracking
学位論文審査委員	(主査) 教授 和田 俊 和 (副査) 教授 河原 英 紀 助教授 呉 海 元 教授 八 木 康 史 (大阪大学産業科学研究所)

論文内容の要旨

Tracking the non-rigid objects under less-constrained (or un-constrained) background situations is always a challenging task in Computer Vision. It has attracted great attention from numerous researchers, because both the target features as well as the background features are unpredictable. In this thesis, a k-means-clustering based general tracking algorithm is introduced. This algorithm consists of two phases: multicolor object tracking with k-means clustering and a multicolor object tracking with a new reliability-based k-means clustering algorithm (RKM).

In order to achieve the robust performance of object tracking, the following ideas are used in this algorithm (also called as “**k-means tracker**”)

1. Representing the image features with a uniform color-position 5D feature vector to follow the changes of color and position simultaneously.
2. Removing the mixed background pixels from the target object by applying the K-means clustering algorithm. All the pixels within the search area can be divided into the target and background groups with k-means clustering. Meanwhile, because k-means clustering algorithm is a pixel-wise method, in this thesis, the target shape model is not needed.
3. Embedding the negative (also called as background) clusters into k-mean clustering algorithm. With the negative clusters, the clustering for an unknown pixel will be achieved by comparing its similarity (or dissimilarity) to the positive (also called as target) clusters and that to the negative clusters. The pixel clustering becomes a dynamic classification process.
4. Representing and updating the negative clusters with a variable ellipse model so as to make this tracking algorithm be able to deal the target deformation robustly.
5. Automatic tracking failure detection and recovery with both the positive and negative samples.
6. Radial sampling for speed-up the processing time and improve the robustness of this algorithm. The RKM tracking algorithm inherits the excellent properties of the k-means tracker (such as, illumination insensitivity, dealing with arbitrary deformation, multi-color tracking, failure detection and recovery, etc), in the meantime it

also focuses on solving a common problem in clustering, segmentation and object tracking: pixels (or data) that are far away from any cluster are wrongly classified into some clusters. This problem is solved by introducing the reliability estimation into the K-means clustering to measure the dissimilarity between the cluster centers to check if it is reliable or not to classify one pixel into some clusters. Outliers that should not belong to any cluster will be given extremely low reliability and be ignored while the update of cluster centers. While applying the RKM into object tracking, it improves the robustness of updating cluster centers in the long term.

論文審査結果の要旨

本論文は、画像を用いた対象追跡に関する新たな手法について述べられたものである。提案手法は、色と位置の情報をクラスタリングすることにより、対象と背景を分離しながら追跡を行う手法であり、高速性と頑健性を兼ね備えた優れた手法である。提案手法は、学会のみならず産業界からも注目されており、この手法の実用化を目指す複数の企業も存在していることから研究内容の優位性は客観的に明らかとなっている。

博士論文では、既存手法に対する検討、提案手法に至る経緯、手法の説明、および拡張手法の提案、について丁寧に述べられている。また、プログラムの実装および大量の画像シーケンスを用いた既存手法との比較実験も多数行っており、提案手法の優位性が十分に理解できる内容に仕上げられている。表現上の軽微な修正が必要な点を除けば、博士論文として十分に評価できるものである。

最終試験結果の要旨

発表に対する質問に対しては、質問内容の理解および回答の的確さと明確さの両面で良好な結果であった。発表後に行なった口頭試問では、統計および数学に関する問題を出題し、概ね良好な回答が得られた。