

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЦИФРОВОГО ТРЕКИНГА ОБЪЕКТОВ

Малания М.Т. (СПГУПТД), Ермин Д.А. (СПГУПТД)
Научный руководитель - Ермин Д.А. (СПГУПТД)

Введение. В современных методах решения актуальных задач в области компьютерного зрения и отслеживания объектов остается популярным вопрос об оптимизации покадровой обработки изображений. Представленное исследование направлено на сравнение эффективности алгоритмов трекинга объектов, реализованных на примере использования двух фреймворков: OpenCV и Dlib. Ключевыми критериями оценки являются скорость и качество бесперебойной обработки изображений. Подобные сравнительные исследования важны для оптимизации выборов инструментов в современных разработках с применением технологий компьютерного зрения. Полученные результаты предоставляют возможность ускорения процесса внедрения программно-аппаратных модулей как на производстве, так и в научно-исследовательских целях.

Основная часть. Представленные результаты полностью самостоятельно выполненного исследования были получены на аппаратуре Lenovo ThinkPad E14 Gen 3 с 16 Гб. оперативной памяти, 12-ядерным 2.1 Гц процессоре AMD Ryzen 5 5599U в операционной системе Debian 12, основанной на ядре Linux-6.1.0-31-amd64.

Для оценки эффективности обработки было выбрано несколько алгоритмов трекинга:

1. OpenCV [1]:

1.1. KLT (Kanade-Lucas-Tomasi (метод Канадэ–Лукаса–Томази)),

1.2. CSRT (Discriminative Correlation Filter with Channel and Spatial Reliability (Дискриминирующий корреляционный фильтр с каналной и пространственной надежностью)) [2],

1.3. Median Flow.

2. Dlib:

2.1. Correlation Tracker (Корреляционный треккер) [3,4],

2.2. HOG (Гистограмма направленных градиентов) [5,6].

Качество обработки измерялось по метрикам точности и полноты.

Эксперименты проводились на стандартном видеопотоке с одним или несколькими движущимися объектами.

В роли объектов для трекинга выступали как изображения, близкие к графическим примитивам (теннисный мяч, бейсболка, автомобили), так и более сложные объекты – изображения лиц или фигур людей.

Ниже приведена таблица с полученными результатами исследования:

Фреймворк	Алгоритм	Точность [0.0, 1.0]	Скорость обработки (мс)
OpenCV	KLT	0.46	45.0
OpenCV	CSRT	0.91	60.0
OpenCV	Median Flow	0.33	14.121
Dlib	Correlation Tracker	0.54	10.05
Dlib	HOG	0.52	68.01

Выводы. На основе проведенного исследования, наглядно иллюстрированного данными таблицы, можно вывести ряд практических рекомендаций для разработчиков в области обработки потоков данных.

Для проблемно ориентированной области, в которой важно сочетание высокой точности и приемлемой скорости, рекомендуется применять алгоритм корреляционного фильтра с

канальной и пространственной надежностью (CSRT). Данный алгоритм будет полезен в видеонаблюдении и системах безопасности, где критично быстрое и точное отслеживание объектов.

Алгоритм KLT и Median Flow имеют более низкие показатели точности (0.46 и 0.33, соответственно), однако для Median Flow также характерно наличие относительно небольшого отклика (14.121 мс). Указанные алгоритмы могут быть использованы в менее критичных приложениях, таких как обработка видео с малым количеством объектов или где не требуется высокая точность трекинга.

Correlation Tracker обеспечивает среднюю точность при высокой скорости обработки, что делает его подходящим для быстрого трекинга в менее сложных сценариях. Он подходит для приложений с большими объемами данных, где более важна скорость, чем абсолютная точность.

Алгоритмы, работающие на основе анализа гистограммы изображения (HOG), могут рассматриваться в качестве приоритетных для задач, где точность трекинга критически важна, однако приемлемо немного более долгое время обработки. Такие параметры характерны для приложений в области автоматизации и мониторинга.

Список использованных источников:

1. Kaehler A., Bradski Г. Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library // А. Кехлер, Г. Брадски. – М.: О’Reilly, 2017.
2. Кобер Р., Ручай А. В., Карнаухов Н. В. Слежение за объектами с помощью адаптивных обобщенных корреляционных фильтров // Информационные процессы. – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 79–91.
3. Richard Szeliski. Computer Vision. Algorithms and Applications. Second Edition. 2022. – № 6. – PP. 278 – 307.
4. Selim Benhimane, Hesam Najafi, Matthias Grundmann, Ezio Malis, Yakup Genc, Nassir Navab. Real-Time object detection and tracking for industrial applications. // HAL open science. 19 Jul 2024.
5. Second Edition Face detection with dlib (HOG and CNN) // Электронный ресурс URL: <https://pyimagesearch.com/2021/04/19/face-detection-with-dlib-hog-and-cnn> (дата обращения: 01.02.2025).
6. Dr. Rosebrock A. Deep Learning for Computer Vision with Python. № 10. – PP. 122–129. // А. Розброк. – 10-е изд. – М.: PyImageSearch, 2017. – № 10. – С. 122–129.

Малания М.Т. (автор)

Ермин Д.А. (автор)

Ермин Д.А. (научный руководитель)