

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и фундаментальной информатики  
Базовая кафедра вычислительных и информационных технологий

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ / В.В. Шайдуров  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

## **БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

**Направление 02.03.01 Математика и компьютерные науки**

### **ТРЕКИНГ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕО И ПОСТРОЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ КАРТЫ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент, кандидат физико-математических наук И.В. Баранова

Выпускник \_\_\_\_\_ М.А. Григорьев

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ Т.Н. Шипина

Красноярск 2024

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа «Трекинг объектов на видео с построением тепловой карты интенсивности движения» содержит 50 страницы текста, в том числе 17 рисунков, 1 таблицу. Список использованных источников составил 19 источников.

Основные термины и ключевые слова: ТРЕКИНГ ОБЪЕКТОВ, ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ, ТЕПЛОВАЯ КАРТА, НЕЙРОННАЯ СЕТЬ, СВЁРТКИ, YOLO, OPENCV, ФИЛЬТР КАЛМАНА, МАТРИЦА ВЕСОВ, ИНТЕНСИВНОСТЬ.

Цель работы: исследование наиболее популярных методов трекинга объектов на видео с построением тепловых карт.

В результате исследования были изучены основные методы для решения задачи трекинга и построения тепловых карт: обнаружение, сопоставление, фильтрация, построение матрицы и перевод весов в цвет. Разработана нейронная сеть для трекинга и построения тепловой карты интенсивности движения на видео. Создано программное обеспечение, реализующее работу перечисленных методов трекинга. Решён практический пример задачи трекинга и построения тепловых карт на основе сформированного датасета. Произведена оценка эффективности алгоритма по сравнению с популярными аналогами.

## ВВЕДЕНИЕ

Трекинг объектов на видео является важной задачей в области компьютерного зрения, которая представляет собой оценку состояния местоположения объектов на основе последовательной информации. С ростом доступности видеоданных из различных источников, таких как камеры наблюдения, беспилотники и смартфоны, потребность в точных и надежных алгоритмах отслеживания объектов становится все более актуальной и значительной.

Задача обнаружения и слежения за конкретными объектами имеет широкий спектр практических применений. Например, в системах видеонаблюдения трекинг может использоваться для автоматического мониторинга и анализа перемещения людей или объектов. В беспилотных транспортных средствах отслеживание объектов, таких как пешеходы, транспортные средства или препятствия, имеет решающее значение для безопасной навигации и предотвращения столкновений.

В современном мире важно не только получать данные, а также анализировать их. Одним из актуальных инструментов анализа данных являются тепловые карты, которые представляют собой средство визуализации матричных данных с использованием цветов в качестве эстетических элементов. Он позволяет наглядно оценить загруженность дорог, пешеходных зон, торговых площадей и других мест.

Отслеживание объектов в совокупности с тепловыми картами позволяет существенно улучшить качество и скорость работы в различных сферах деятельности и повысить эффективность использования ресурсов.

Целью данной работы является исследование наиболее популярных методов трекинга объектов на видео с построением тепловых карт. Задачами выступают определение наиболее эффективных подходов к решению поставленной задачи для различных сценариев применения, а также разработка собственного метода отслеживания объектов и алгоритма

построения тепловых карт. В работе проводились вычислительные эксперименты, в ходе которых оценивались качество и скорость работы предложенного метода и трех популярных методов трекинга: метод сегментации окружения, метод на основе критерия подобия и метод отслеживания контуров. В рамках бакалаврской работы разработано программное обеспечение, реализующее работу перечисленных методов трекинга и построения тепловых карт.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Yilmaz, A. Object Tracking: A Survey / A. Yilmaz, O. Javed, M. Shah // A Survey // ACM Journal of Computing Surveys. – 2006. – Vol. 38, No. 4. – PP. 1-45.
2. Tutorial on Particle Filters for Online Nonlinear/Non-Gaussian Bayesian Tracking / M. Arulampalam, S. Maskell, N. Gordon, T. Clapp // IEEE Transactions on Signal Processing. – 2002. – Vol. 50, No. 2. – PP. 174-178.
3. Wilkinson, L. The History of the Cluster Heat Map / L. Wilkinson, M. Friendly // The American Statistician. – 2009. – Vol. 63. No.2. – PP. 179-184.
4. Yi, A., Javed, O., Shah, M. Object Tracking: A Survey // ACM Journal of Computing Surveys. – 2006. – Vol. 38, No. 4. – PP. 1-45.
5. Степанян, И. В. Нейрокомпьютерное моделирование зрительного анализатора для обеспечения безопасности человека / И.В. Степанян // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – №3. – С. 323-329.
6. Петровичев, Е. И. Нейросетевая технология в системах искусственного интеллекта / Е. И. Петровичев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – №11. – С. 135-146.
7. Форсайт, Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – М.: Вильямс, 2004. – 928 с.
8. Lin, J. Divergence measures based on the Shannon entropy / J. Lin // IEEE Transactions on Information Theory. – 1991. – Vol. 37. – PP. 145 -151.
9. Forsyth, D. A. Computer Vision: A Modern Approach / D. A. Forsyth, J. Ponce – Prentice Hall, 2003. – P. 473.
10. YOLOv9: Learning What You Want to Learn Using Programmable Gradient Information / Ch.-Y. Wang, I.-H. Yeh, H.-Y. M. Liao – URL: <https://arxiv.org/abs/2402.13616> (дата обращения: 04.06.2024)


11. Glenn, J. YOLOv8 release v8.2.39 / J. Glenn – URL: <https://github.com/ultralytics/ultralytics/releases/tag/v8.2.39> (дата обращения: 4.06.2024).
12. Sreekantamurthy, V. Combined Kalman and Kalman-Levy filter for maneuvering target tracking / V. Sreekantamurthy, R.M Narayanan, A. Martone // Chinese Journal of Electronics. – 2016. – Vol. 25, No. 6. – PP. 1166-1171.
13. Григорьев М.А. Исследование методов трекинга объектов на видео / М. А. Григорьев // Электронный сборник международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и ученых “Перспектив Свободный - 2024” / СФУ. – Красноярск, 2024. (публикуется).
14. Efficient Vehicle Detection and Tracking using Blob Detection and Kernelized Filter / I. Nosheen, A. Naseer, A. Jalal – URL: [https://www.researchgate.net/publication/377766729\\_Efficient\\_Vehicle\\_Detection\\_and\\_Tracking\\_using\\_Blob\\_Detection\\_and\\_Kernelized\\_Filter](https://www.researchgate.net/publication/377766729_Efficient_Vehicle_Detection_and_Tracking_using_Blob_Detection_and_Kernelized_Filter) (дата обращения: 01.06.2024).
15. Kernel-Based Object Tracking / D. Comaniciu, V. Ramesh, P. Meer – URL: <http://comaniciu.net/Papers/KernelTracking.pdf> (дата обращения: 29.05.2024).
16. Swain, M. J. Contour Based Object Tracking / M. J. Swain, D. H. Ballard // International Journal of Computer Vision. – 1991. – Vol. 7, No. 1. – PP. 11-32.
17. Patel, Ch. Contour Based Object Tracking / Ch. Patel, R. Patel // International Journal of Computer and Electrical Engineering. – 2012. – Vol. 4, No. 4. – PP. 525-528.
18. Szeliski, R. Computer Vision: Algorithms and Applications. – 2nd Edition. – Springer, 2022. – 1232 с.
19. Research on an Automatic Tracking Strategy Based on CCD Image Sensor in Micromanipulation / X. Yin, G. Jiang, S. Song – URL: [https://www.researchgate.net/publication/329100066\\_Research\\_on\\_an\\_Automatic\\_Tracking\\_Strategy\\_Based\\_on\\_CCD\\_Image\\_Sensor\\_in\\_Micromanipulation](https://www.researchgate.net/publication/329100066_Research_on_an_Automatic_Tracking_Strategy_Based_on_CCD_Image_Sensor_in_Micromanipulation) (дата обращения: 23.05.2024).

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и фундаментальной информатики  
Базовая кафедра вычислительных и информационных технологий

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

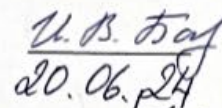
 / В.В. Шайдуров

«20» 06 2024 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

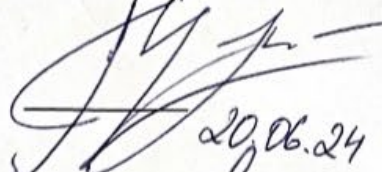
Направление 02.03.01 Математика и компьютерные науки

### ТРЕКИНГ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕО И ПОСТРОЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ КАРТЫ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Руководитель  20.06.24 доцент, кандидат физико-  
математических наук

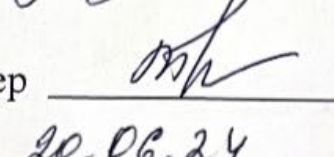
И.В. Баранова

Выпускник

 20.06.24

М.А. Григорьев

Нормоконтролер

 20.06.24

Т.Н. Шипина

Красноярск 2024