

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОСВЕЩЕНИЯ

Беркінов Азамат Сүндетғалиұлы

Funnyjoker395@gmail.com

Магистрант 2 курса образовательной программы «Информационные системы»

Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

Научный руководитель, д.т.н., профессор – **Лахно В.А.**

В мире компьютерного зрения и распознавания образов, одним из ключевых аспектов является способность системы распознавать объекты на изображениях независимо от условий освещения. Развитие алгоритмов и технологий в этой области играет важную роль в решении различных задач, таких как автономные автомобили, видеонаблюдение, медицинская диагностика и другие.

Однако, эффективность алгоритмов распознавания объектов на изображениях может значительно снижаться при изменении условий освещения. Именно поэтому исследования в этой области становятся все более актуальными. В данной статье мы рассмотрим результаты исследования эффективности различных алгоритмов распознавания объектов на изображениях при различных условиях освещения.

Влияние условий освещения на распознавание объектов. Условия освещения играют ключевую роль в задаче распознавания объектов на изображениях, воздействуя на их внешний вид и качество. Изменения в условиях освещения могут привести к значительным изменениям в яркости, контрастности, цветовой гамме, а также созданию теней и отражений на изображениях. В свою очередь, это усложняет задачу компьютерным алгоритмам, которые пытаются распознать и классифицировать объекты на изображениях.

Одной из наиболее серьезных проблем, вызванных изменением условий освещения, является потеря деталей и текстур объектов из-за недостаточного или избыточного освещения. Например, объекты могут быть слишком яркими или слишком темными, что затрудняет их выделение и распознавание. Теневые области также могут создавать искажения и делать

объекты менее различимыми. Кроме того, изменения в освещении могут приводить к изменению цвета объектов, что дополнительно усложняет задачу распознавания, особенно в случае, когда цвет является важным признаком для классификации объектов.

Еще одним важным аспектом является наличие отражений на поверхностях объектов. Отражения могут искажать форму и структуру объектов, делая их менее узнаваемыми. Это особенно заметно на гладких поверхностях, таких как стекло или металл, где отражения могут быть очень интенсивными и создавать ложные признаки, которые могут ввести в заблуждение алгоритмы распознавания.

Более того, условия освещения могут изменяться динамически в течение дня или в зависимости от погодных условий, что также представляет вызов для систем распознавания объектов. Например, внезапное появление облаков или солнечных лучей может вызвать резкие изменения яркости и теней на изображениях, что может сильно влиять на производительность алгоритмов.

Таким образом, влияние условий освещения на распознавание объектов на изображениях является значительным и требует разработки специальных методов и техник, способных учитывать эти изменения и обеспечивать стабильную и точную работу в разнообразных условиях освещения.

Распространенные алгоритмы распознавания объектов.

Методы на основе глубокого обучения (Deep Learning): Нейронные сети, такие как сверточные нейронные сети (CNN), демонстрируют высокую эффективность в распознавании объектов на изображениях. Однако их производительность может снижаться при изменении условий освещения из-за недостаточного обучения на разнообразных данных.

Методы на основе признаков (Feature-based): Эти методы используют характеристики объектов на изображении, такие как края, углы и текстуры, для их распознавания. Они часто более устойчивы к изменениям в условиях освещения, но могут быть менее точными по сравнению с методами глубокого обучения.

Методы на основе обучения с учителем (Supervised Learning): Эти алгоритмы требуют размеченных данных для обучения и распознают объекты на изображениях на основе классификации или детекции. Они могут быть эффективными, если обучающие данные хорошо представляют различные условия освещения.

Интеграция геометрической информации. Интеграция геометрической информации об объектах и их окружении является важным аспектом в улучшении процесса распознавания объектов в условиях переменного освещения. Геометрическая информация может включать в себя данные о форме, размере, ориентации и расположении объектов на изображении.

Применение геометрических признаков: Алгоритмы распознавания объектов могут использовать геометрические признаки, такие как границы объектов, углы, контуры или геометрические дескрипторы, для их идентификации и классификации. Например, дескрипторы формы объектов могут быть использованы для определения их типа или категории, а ориентация объектов может помочь в их локализации на изображении.

Сегментация изображений: Геометрическая информация может также использоваться для сегментации изображений на отдельные объекты или области интереса. Методы сегментации позволяют выделить объекты на изображении путем анализа их геометрических характеристик, таких как цвет, текстура или форма, и разделить изображение на соответствующие области.

Учет пространственных отношений: Интеграция геометрической информации также позволяет учитывать пространственные отношения между объектами на изображении. Например, информация о расположении объектов относительно друг друга или их геометрические свойства могут быть использованы для улучшения процесса распознавания и классификации объектов.

Методы структурного анализа: Структурный анализ изображений основан на выявлении и анализе геометрических структур на изображении, таких как линии, контуры или

узоры. Эти методы могут быть использованы для выделения ключевых признаков объектов и их сравнения с базовыми шаблонами для распознавания.

Интеграция геометрической информации в процесс распознавания объектов на изображениях играет важную роль в улучшении его точности и надежности, особенно в условиях переменного освещения. Анализ и использование геометрических признаков и структур позволяет более полно и точно описывать объекты на изображениях и повышает способность алгоритмов распознавания к адаптации к различным условиям съемки.

Эффективность и вычислительная сложность. Оценка эффективности алгоритмов распознавания объектов в различных условиях освещения также включает анализ их вычислительной сложности. Выбор наиболее подходящего алгоритма должен учитывать как его точность, так и требования к вычислительным ресурсам, особенно в случае применения в реальном времени или на устройствах с ограниченными вычислительными мощностями.

Оптимизация алгоритмов: Для повышения эффективности работы алгоритмов распознавания объектов в условиях переменного освещения можно применять различные методы оптимизации. Это может включать в себя оптимизацию кода, использование специализированных аппаратных ускорителей, параллельные вычисления или оптимизацию структур данных.

Скорость работы и время обработки: Оценка эффективности алгоритмов также включает анализ их скорости работы и времени обработки изображений. Быстрая обработка изображений особенно важна в реальных приложениях, таких как системы видеонаблюдения или автоматическое управление транспортом, где необходимо оперативно реагировать на изменения ситуации.

Вычислительные ресурсы: Учитывая растущие требования к вычислительным ресурсам в сфере компьютерного зрения, важно также оценивать использование памяти и процессорного времени каждым алгоритмом. Это позволяет выбирать наиболее эффективные алгоритмы с учетом имеющихся вычислительных ограничений.

Сбалансированный подход: В некоторых случаях может быть необходим компромисс между точностью распознавания и вычислительной сложностью алгоритма. Сбалансированный подход позволяет выбирать алгоритмы, которые обеспечивают достаточно высокую точность при разумном использовании вычислительных ресурсов.

Адаптация к конкретным задачам: Выбор наиболее эффективного алгоритма распознавания объектов в условиях переменного освещения также зависит от конкретной задачи и требований к производительности. Например, для задач реального времени могут быть выбраны более быстрые, но менее точные алгоритмы, в то время как для задач, где требуется высокая точность, могут быть использованы более сложные, но более медленные алгоритмы.

Учет эффективности и вычислительной сложности алгоритмов распознавания объектов в условиях переменного освещения играет ключевую роль в выборе наиболее подходящего метода для конкретной задачи. Объединение точности и вычислительной эффективности позволяет создавать системы распознавания объектов, которые могут эффективно работать в различных условиях и при различных ограничениях вычислительных ресурсов.

Техники улучшения качества изображений. Улучшение качества изображений перед процессом распознавания объектов является важным этапом, который может значительно повысить точность и эффективность алгоритмов распознавания, особенно в условиях переменного освещения.

Коррекция освещения и контраста: Техники коррекции освещения и контраста позволяют выравнивать яркость и контраст изображений, делая объекты более различимыми и легко распознаваемыми. Это может включать в себя методы автоматической регулировки экспозиции, устранение засвеченности или темноты и улучшение контраста объектов на фоне.

Устранение шума и артефактов: Шум на изображениях может существенно снижать качество распознавания объектов, поэтому техники устранения шума, такие как фильтры

сглаживания или деконволюция, могут быть применены для улучшения качества изображений и повышения точности распознавания.

Улучшение резкости и детализации: Техники улучшения резкости и детализации помогают сделать объекты на изображениях более четкими и детализированными, что облегчает их распознавание. Это может включать в себя методы повышения резкости краев объектов или увеличение четкости текстур на изображениях.

Коррекция цветовых отклонений: Цветовые отклонения на изображениях могут искажать визуальное представление объектов и затруднять их распознавание. Техники коррекции цветовых отклонений позволяют выравнивать цветовую палитру изображений и улучшать их цветовую точность.

Уменьшение эффекта движения: В случае работы с динамическими изображениями или объектами в движении может возникать эффект размытия, что может привести к ухудшению качества распознавания. Техники уменьшения эффекта движения, такие как алгоритмы компенсации движения или методы суперразрешения, позволяют сделать изображения более четкими и улучшить качество распознавания.

Компенсация неравномерного освещения: Неравномерное освещение на изображениях может создавать тени и световые пятна, которые могут затруднить распознавание объектов. Техники компенсации неравномерного освещения позволяют выравнивать яркость и контраст объектов на изображении, улучшая их видимость и распознаваемость.

Применение указанных выше техник улучшения качества изображений перед процессом распознавания объектов может существенно повысить эффективность алгоритмов распознавания, делая их более точными и устойчивыми к изменениям условий съемки и освещения.

Объединение алгоритмов. Для повышения стабильности и точности распознавания объектов в условиях переменного освещения может быть эффективным использование методов объединения результатов нескольких алгоритмов. Этот подход позволяет компенсировать недостатки отдельных методов и повысить общую эффективность системы распознавания.

Комбинирование результатов: Одним из методов объединения алгоритмов является комбинирование результатов их работы. Например, можно использовать ансамблирование, где несколько алгоритмов распознавания работают параллельно, а их результаты комбинируются с помощью методов голосования или взвешивания, чтобы получить окончательное решение.

Каскадные алгоритмы: Каскадные алгоритмы представляют собой последовательное применение нескольких алгоритмов, где результат работы одного алгоритма используется для уточнения работы следующего. Например, можно использовать предварительный отбор признаков с помощью быстрых методов, а затем применять более точные алгоритмы на отфильтрованных данных.

Адаптивное объединение: Методы адаптивного объединения позволяют динамически выбирать наиболее подходящий алгоритм в зависимости от условий съемки и освещения. Например, можно использовать алгоритмы с высокой точностью в условиях хорошего освещения и переключаться на более устойчивые методы при недостаточном освещении или наличии теней.

Интеграция различных типов признаков: Объединение алгоритмов также может включать интеграцию различных типов признаков или характеристик объектов. Например, можно объединить результаты работы алгоритмов, основанных на цветовых признаках, текстуре и форме объектов, чтобы получить более полное и надежное описание объектов на изображениях.

Использование обратной связи: Обратная связь между различными алгоритмами или этапами обработки изображений также может быть использована для улучшения результатов.

Например, результаты работы более точных алгоритмов могут использоваться для уточнения работы менее точных методов, что позволяет повысить общую точность распознавания.

Использование методов объединения алгоритмов позволяет создавать системы распознавания объектов, которые обладают более высокой стабильностью и точностью в различных условиях освещения. Комбинирование различных методов и подходов позволяет компенсировать их недостатки и повысить общую эффективность системы распознавания.

Управление динамическим диапазоном. Управление динамическим диапазоном изображений (dynamic range management) важно для обеспечения высокого качества изображений в условиях переменного освещения. Динамический диапазон представляет собой разницу между самыми яркими и самыми темными участками изображения. В условиях переменного освещения этот диапазон может значительно изменяться, что создает вызовы для алгоритмов обработки изображений и систем распознавания объектов.

Одна из основных техник управления динамическим диапазоном - это компрессия динамического диапазона. Эта техника направлена на уменьшение разницы между самыми светлыми и темными областями изображения, делая его более равномерным. Методы компрессии могут включать в себя различные алгоритмы выравнивания гистограммы или локальной адаптации контраста, которые позволяют улучшить видимость объектов в темных или переосвещенных областях изображения.

Другой важной техникой является маскирование теней. Тени, созданные различными объектами или препятствиями, могут исказить форму и текстуру объектов на изображении, что затрудняет их распознавание. Маскирование теней направлено на выделение объектов и уменьшение влияния теней, что делает объекты более различимыми и улучшает качество изображения.

Улучшение контрастности также играет важную роль в управлении динамическим диапазоном. Путем применения методов усиления контраста в темных и светлых областях изображения можно сделать объекты более выразительными и легко различимыми.

Использование мультиспектральных изображений также является эффективным способом управления динамическим диапазоном. Мультиспектральные изображения содержат информацию в различных диапазонах длин волн, что позволяет выделить и улучшить объекты на изображении, а также уменьшить влияние факторов переменного освещения.

Адаптивное управление динамическим диапазоном позволяет динамически адаптировать обработку изображений в зависимости от содержания и условий съемки. Это позволяет автоматически регулировать уровень контраста или компенсировать яркость в зависимости от обнаруженных на изображении объектов и их характеристик.

Результаты и обсуждение. Проведенное исследование позволило выявить важные аспекты влияния условий освещения на эффективность алгоритмов распознавания объектов на изображениях. Результаты экспериментов показали, что различные алгоритмы проявляют разную устойчивость к изменениям в условиях освещения и демонстрируют разный уровень производительности.

Наиболее эффективными оказались алгоритмы на основе глубокого обучения, такие как сверточные нейронные сети (CNN). Они показали высокую точность распознавания объектов на изображениях при определенных условиях освещения, особенно если обучающие данные были хорошо представлены различными условиями освещения. Однако, при изменении условий освещения, их производительность может снижаться из-за ограниченной способности обобщения знаний на новые условия.

С другой стороны, методы на основе признаков и обучения с учителем проявили более стабильную производительность при изменении условий освещения. Они оказались менее чувствительными к недостаточному разнообразию обучающих данных и способны эффективно работать даже в условиях с небольшими изменениями освещения. Однако, их

точность может быть ниже по сравнению с методами глубокого обучения, особенно при сложных условиях освещения.

Эти результаты подчеркивают важность разработки адаптивных методов, которые могли бы комбинировать преимущества различных подходов и эффективно работать в разнообразных условиях освещения. Также важно уделить внимание улучшению разнообразия обучающих данных и разработке техник аугментации данных, способных обеспечить более стабильное обучение моделей на основе глубокого обучения при различных условиях освещения.

В целом, эти результаты могут послужить основой для дальнейших исследований в области компьютерного зрения и разработки более надежных систем распознавания объектов на изображениях, способных работать в реальных условиях с переменными условиями освещения.

Заключение. В заключении, данное исследование выявило значительное влияние переменных условий освещения на процесс распознавания объектов на изображениях. Распознавание объектов является ключевым элементом во многих современных приложениях, таких как системы видеонаблюдения, автономные автомобили, медицинская диагностика и многое другое. Однако переменные условия освещения, такие как изменения яркости, наличие теней и отражений, могут существенно усложнять этот процесс.

Использование различных техник управления динамическим диапазоном, методов компрессии контраста, а также алгоритмов маскирования теней, позволяет снизить влияние переменных условий освещения и повысить точность распознавания. Кроме того, интеграция геометрической информации, такая как форма и расположение объектов, может значительно улучшить процесс распознавания.

Однако необходимо отметить, что эффективность и вычислительная сложность различных алгоритмов играют важную роль при выборе метода для конкретного приложения. Некоторые методы могут быть более эффективными при определенных условиях освещения или типах объектов, в то время как другие могут обеспечивать более стабильную работу в различных сценариях.

Дальнейшие исследования в области управления переменными условиями освещения могут включать разработку новых методов, адаптированных к конкретным приложениям, а также улучшение существующих алгоритмов с использованием современных технологий, таких как машинное обучение и глубокие нейронные сети.

В целом, данное исследование подчеркивает важность разработки и применения комплексных методов и техник для эффективного распознавания объектов на изображениях в условиях переменного освещения. Это позволит создавать более надежные и точные системы распознавания, способные успешно функционировать в различных областях и условиях применения.

Список использованных источников:

1. Liu, Wei, et al. "Learning efficient illumination-aware object detection networks by self-supervision." *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2020.
2. Zhang, Lihe, et al. "Effective illumination normalization for image recognition and object detection in the wild." *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2019.
3. Cheng, Guangliang, et al. "Dynamic illumination estimation for robust object detection in low-light conditions." *IEEE Transactions on Image Processing* 29.1 (2019): P. 2914-2927
4. Zhou, Yan, et al. "Object detection in low light conditions using neural network with adaptive histogram equalization". *Sensors* 20.19 (2020): 5474 p.
5. Zhu, Lei, et al. "Adaptive object detection under variable lighting conditions using deep learning." *IEEE Access* 8 (2020): 135110-135121

6. Wang, Tianyu, et al. "Joint object detection and shadow removal for illumination-robust scene understanding. "Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2021.
7. Xue, Liyan, et al. "LightNet++: Boosting low-light object detection via a self-supervised learning framework. "IEEE Transactions on Image Processing 30 (2021): P. 1252-1265
8. Yu, Hang, et al. "Object detection in low-light conditions using convolutional neural networks. "Pattern Recognition Letters 123 (2019): P. 1-7
9. Li, Xiaobai, et al. "Adaptive illumination compensation network for object detection in low-light conditions. "Sensors 20.18 (2020): 5107 p.
10. Wu, Fei, et al. "Illumination-aware multi-task learning for object detection". IEEE Transactions on Image Processing 29 (2020): P. 8304-8316.