

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НИЗКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Каркоцкий А. Г.

Кафедра информационных систем управления, факультет прикладной математики и информатики,
Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь
E-mail: karkotskiy.alexander@yandex.by

Данная работа посвящена анализу методов распознавания объектов на изображениях, сделанных в условиях низкой освещенности, таких как ночная съемка. Основное внимание уделено технологиям обработки изображений HDR и Exposure Fusion, которые позволяют улучшить качество изображений, объединяя несколько снимков с разными уровнями экспозиции. Метод HDR повышает динамический диапазон изображения, делая объекты более различимыми, особенно в темных и светлых участках. Exposure Fusion, в свою очередь, более эффективен с точки зрения вычислительных затрат и может применяться, более эффективно, в системах реального времени. Применение данных технологий значительно улучшает точность последующего распознавания объектов, что важно для таких областей, как видеонаблюдение, управление автономными транспортными средствами, авиация и другие.

ВВЕДЕНИЕ

Распознавание объектов на изображении применимо в различных важных областях. К примеру, таких как, системы видеонаблюдения, системы управления автономных транспортных средств, авиация и другие. Однако, корректному распознаванию объектов могут помешать условия низкой видимости, в которых изображение было сделано. Эти условия могут быть вызваны различными факторами, такими как низкая освещенность, туман, дождь и другие. Для верного распознавания необходимо оптимизировать стандартные методы компьютерного зрения обнаружения объектов на снимках, с целью их применения в условиях низкой видимости.

Преимущественным интересом является распознавание объектов в ночное время суток, для улучшения качества изображений, полученных при низком уровне освещенности. Одними из наиболее эффективных подходов к решению этой задачи является применение технологий обработки изображений HDR и Exposure Fusion,

I. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Основными технологиями обработки изображений в условиях низкой освещенности, рассматриваемыми нами, являются технологии HDR и Exposure Fusion.

HDR (High Dynamic Range) – это технология, позволяющие объединить несколько изображений с разными уровнями экспозиции в одно, с целью увеличения динамического диапазона изображения [1]. В условиях ночной времени суток это может быть полезно, так как сцены съемки могут содержать, слабо освещенные объекты, так и объекты с низкой яркостью. Данный метод позволяет выделить детали в тенях и не допустить засветов в ярких освещенных областях.

Exposure Fusion – это альтернативная технология, которая также позволяет объединить изображения с разной экспозицией в одно [2]. Для этого используются алгоритмы, которые взвешивают яркость, контраст и насыщенность каждого пикселя. Однако этот метод осуществляется без создания промежуточного HDR изображения. И не требует определенных знаний о полученных экспозициях. Данная технология может быть более эффективной с точки зрения вычислительных затрат.

II. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ HDR И EXPOSURE FUSION

Для решения задачи распознавания объектов в условиях ночной съемки, используется библиотека OpenCV, которая предоставляет много возможностей для работы с изображениями и их обработки.

Для обработки изображения с применением технологии HDR можно выделить следующие этапы [3]:

1. Загрузка изображений с различными уровнями экспозиции.
2. Выравнивание изображения.
3. Калибровка изображения, в ходе которой восстанавливается функция отклика камеры. В большинстве случаев функция отклика неизвестна, и для ее нахождения используется целевая функция, представленная формулой 1, которая затем минимизируется [4].
4. Создание HDR изображения.
5. Преобразование изображения с использованием тональной компрессии для корректировки динамического диапазона и преобразования его под стандартный диапазон, пригодный для отображения на экранах.

$$\tilde{O}(I, x) = \sum_{i,j} w_{ij} (I_{y_{ij}} - t_i x_j)^2, \quad (1)$$

где в качестве начального I выбирается линейная функция, а начальный $x = \hat{x}$ получается с применением формулы 2.

$$\hat{x}_j = \frac{\sum_i w_{ij} t_i I_{y_{ij}}}{\sum_i w_{ij} t_i^2}. \quad (2)$$

С помощью метода HDR можно получить следующее изображение (см. рис. 1).



Рис. 1 – Изображение, полученное с помощью метода HDR

Для обработки изображения с применением технологии Exposure Fusion можно выделить следующие этапы [2]:

1. Загрузка изображений с различными уровнями экспозиции.
2. Выравнивание изображения.
3. Объединение изображений в одно, на основе весов яркости, контраста и насыщенности. Итоговое изображение получается с применением формулы 3 [5].

$$I_0(i,j) = \sum_{k=1}^N W(i,j,k) I(i,j), \quad (3)$$

где I – это оригинальное изображение, а I_0 – это полученное изображение.

С помощью метода Exposure Fusion можно получить следующее изображение (см. рис. 2).



Рис. 2 – Изображение, полученное с помощью метода Exposure Fusion

После получения обработанного с помощью методов HDR или Exposure Fusion изображения, его можно использовать для дальнейшего распознавания объектов. Для этого могут быть использованы различные алгоритмы.

Метод HDR позволяет сохранить информацию о самых тёмных и светлых участках изображения, делая объекты на ночных снимках более различимыми. Это позволяет проводить более глубокий анализ объектов на изображениях.

Метод Exposure Fusion позволяет получить изображение без чрезмерного увеличения динамического диапазона, что может быть полезно в системах реального времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях низкой видимости, особенно в ночное время суток, распознавание объектов требует использования специальных методов улучшения качества изображений. Применение технологий HDR и Exposure Fusion позволяет значительно улучшить видимость объектов на изображениях с низким уровнем освещенности, что увеличивает точность распознавания объектов.

Метод HDR позволяет получить изображение с широким динамическим диапазоном. Данный метод необходим, преимущественно, для изображений, требующих глубокий анализ и точное выделение все объектов изображения.

Метод Exposure Fusion позволяет получить быстрее изображения без чрезмерного увеличения диапазона, что может быть полезно в системах реального времени. При этом данный метод не требует особых знаний о параметрах экспозиции.

Результирующие изображения могут быть в последующем использованы в различных сферах, таких как, видеонаблюдение, автономные транспортные средства, авиация и другие, для более точного распознавания объектов с использованием различных алгоритмов, и позволяют точнее распознавать объекты на изображениях.

1. Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs / P.E. Debevic, J. Malick // Seminal Graphics Papers: Pushing the Boundaries. – 2023. – Vol. 2. – P. 643–652.
2. Exposure Fusion using OpenCV (c++/Python) [Electronic resource]. / Ed. S. Mallic. – Mode of access: <https://learnopencv.com/exposure-fusion-using-opencv-cpp-python/>. – Date of access: 10.10.2024.
3. High Dynamic Range Imaging [Electronic resource]. – Mode of access: https://docs.huuhoo.com/opencv/3.0/d3/db7/tutorial_hdr_imaging.html. – Date of access: 10.10.2024.
4. Robertson M.A. Dynamic range improvement through multiple exposures / M.A. Robertson, B. Sean, R.L. Stevenson // Proceedings of the 1999 International Conference on Image Processing, ICIP '99, Kobe, 24-28 October 1999 y.: in 4 v. / IEEE. – Kobe, 1999. – V. 3. – P. 159-163.
5. Mertens T. Exposure Fusion / T. Mertens, J. Kautz, F.V. Reeth // Proceedings of 15th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications (PG'07), 29 October-2 November 2007 y.: in 4 v. / IEEE Computer Society. – Massachusetts, 2007. – P. 382-390.