

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.397.7

Жук
Виолетта Геннадьевна

Система наблюдениями за статическими объектами в условиях плохой видимости

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 01 «Компьютерная инженерия»

Научный руководитель

Шемаров Александр Иванович

кандидат технических наук, доцент

Минск 2022

ВВЕДЕНИЕ

При наблюдении за объектами требуется четкая картинка без помех, но в случае плохих погодных условий, таких как туман, дождь или снег, отслеживание объекта становится затруднительным. Для преодоления данной проблемы, связанной с появлением артефактов или же отсутствия четкости объектов на изображении, может потребоваться построить систему с обработкой изображения для выдачи четкой картинки статического объекта наблюдения

Целью данной работы является исследование проблемы разработки системы машинного зрения, которая уменьшает воздействие дымки и тумана на изображение, сохраняя при этом информацию о цвете, а также, исследование существующих алгоритмов слияния изображений ближнего инфракрасного и видимого диапазонов, для проведения сравнительного анализа и выявления наиболее предпочтительных способов обработки изображения. Помимо этого, решение должно иметь высокую скорость обработки, чтобы его можно было применять для потока изображений в реальном времени.

Также, одной из задач данного исследования, также является определение наиболее предпочтительных технологий для приема изображения и его последующей алгоритмической обработки.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель данной работы: исследование и анализ существующих алгоритмов слияния изображений и реализация выбранного алгоритма для ПЛИС наиболее оптимальным путем с точки зрения производительности и аппаратных затрат устройства.

Задачи исследования:

- проанализировать существующие методы улучшения изображения;
- провести эксперимент по улучшению качества изображения различными методами;
- провести сравнительный анализ нескольких методов слияния изображений;
- реализация алгоритма слияния на ПЛИС.

Объект исследования: алгоритмы слияния изображений их генерации и решения для их формирования.

Предмет исследования: система видеонаблюдения за статическими объектами.

Личный вклад автора выражен в самостоятельном исследовании:

- исследование существующих алгоритмов слияния изображений;
- исследование существующих видов матриц для снятия изображений;
- сравнительный анализ выбранных алгоритмов слияния изображений;

Результатом исследования является сравнительный анализ для трех методов обработки изображений, а также адаптированный для ПЛИС код обработки алгоритма Шауля. Данный модуль имеет возможность его последующей интеграции в системы видеослежения.

Материалы диссертации докладывались на 57-й и 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе исследования приводится краткая характеристика основных проблем, из-за которых могут произойти проявление некоторых артефактов на видеоизображение:

- проблема, возникающая из-за рассеивания света;
- проблема связанная с обнаружением и удалением дымки на изображении.

В данной главе приводится некоторое описание возможных вариантов решения данных проблем. Так, например, один из возможных способов устранения проблемы связанной с размытием отдельным объектом или потерей контраста, является использование изображения в инфракрасном спектре. Одним из существующих методов для устранения дымки является повышение контрастности изображения, таких как линейная или гамма-коррекция, растяжение или же выравнивание гистограммы, а также нерезкое маскирование. Однако у данных методов могут возникать некоторые проблемы, так как, замутненность не является постоянной на изображении, и данные методы нельзя применять глобально, так как они ухудшат качество областей, свободных от замутненности вызываемые дымкой или туманом. Из-за чего рассматривается несколько методов локального контраста, а также методы, связанные с использованием изображений в инфракрасном и видимом частотных диапазонах. Данный способ является основным в данном исследовании.

Во второй главе исследуется вопрос, связанный с датчиками снятия изображений. Приводится характеристика датчиков с матрицами приборов с зарядовой связью (ПЗС) и матрицами комплементарный металло-оксидный полупроводников (КМОП), также исследуются их схожие и различные характеристики. Так матрицы с ПЗС намного более качественны при снятии изображения в ближнем инфракрасном видимом диапазоне, а КМОП матрицы проявляют себя в видимом диапазоне намного эффективнее. В данной главе также описан принцип работы этих двух технологий и метод, называемый коррелированной двойной выборкой, для устранения недостатков у ПЗС матриц, связанных с наличием шума у выходного сигнала матрицы. Данная глава является важной, в связи с тем, что при построении работоспособной системы также требуется учитывать и каким образом следует снимать данные для последующей обработки. Так как в данном исследовании основным для изучения является метод слияния двух изображений, одно в видимом и второе в ближнем инфракрасном диапазонах, существует возможность применения обоих типов технологий изготовления матриц для каждого типа диапазона.

В третьей главе производится анализ существующих методов слияния изображений. Существует очень большое количество различных способов слияния двух изображений, однако среди них сильно выделяются гибридный, метод и преобразование цветового пространства, а также метод слияния с различными разрешениями. Последний является весьма популярным на уровне

слияния пикселей. Его краткое описание представляет собой следующее: при анализе слияния с разными разрешениями, входное изображение I_0 , раскладывается используя пространственную фильтрацию, в представление с несколькими разрешениями, состоящее из аппроксимационных изображений I_k^a и детальных изображений I_k^d на разных уровнях k . Общее количество уровней обозначается n . Затем слияние применяется попиксельно на каждом уровне k . Для каждого изображения I_k^a и I_k^d выбирается один из их пикселей по критерию, например максимальному, минимальному или среднему. Критерий зависит от приложения. Обратным преобразованием анализа является синтез, при котором исходное изображение восстанавливается из представления с несколькими разрешениями. Хотя данный метод и не является единственным он наиболее подробно исследуется и является основным в данной работе.

Четвертая глава представляет собой более подробный анализ методов оценки качества изображения и метод оценки алгоритмов слияния изображения. Основные параметры оценки выходного изображения после обработки, которые были выделены в данном разделе выглядят следующим образом:

1. Сохранения цвета. Показатель того насколько при слиянии изображений цвета остались нетронутыми, либо мало затронутыми, и возможность их распознавания.

2. Пространственное разрешение для деталей, унаследованных видимого диапазона. Показатель того, насколько объекты остались не затронуты, либо мало затронуты по сравнению с оригинальным изображением в видимом диапазоне.

3. Пространственное разрешение для деталей, унаследованных от ближнего инфракрасного диапазона. Показатель того, насколько объекты остались не затронуты, либо мало затронуты, по сравнению с оригинальным изображением в ближнем инфракрасном диапазоне.

4. Сохранение источника света. Показать того, что источники света, существовавшие на изображения в видимом диапазоне, остались на изображении после слияния.

Пятая глава исследует несколько существующих алгоритмов слияния, таких как:

- алгоритм основанный на цветовом HSI пространстве;
- алгоритм с применением дискретных вейвлет-преобразований;
- алгоритм Шауля.

Это не единственные существующие алгоритмы слияния изображений, однако, алгоритм основанный на цветовом HSI пространстве и алгоритм с применением дискретных вейвлет-преобразований являются весьма распространёнными, в то же время алгоритм Шауля, хоть и не является столь известным метод, всё еще предлагает весьма интересное решение по слиянию изображения снятого в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах.

В шестом разделе описана адаптация алгоритма Шауля на ПЛИС, непосредственно с приведением псевдокода для большей наглядности, а также

разбором проблем, которые возникают при адаптации. Среди них можно выделить несколько наиболее главных:

- сложности в реализации деления на ПЛИС;
- большие затраты ресурсов на умножении и возможности переполнений;
- отсутствие точности вычислений из-за плавающей запятой;
- использование чрезмерного, либо недостаточного количества слоёв в алгоритме Шауля.

Данные проблемы не остаются без внимания и в этой же главе предлагаются некоторые варианты их решения. Так, например, проблема с невозможностью реализации корректного деления решается наличием заранее рассчитанной таблицы, а проблема с плавающей запятой легко решается расширением регистра. Проблема же с переполнением и большими затратами решается выбором умножителя. После небольшого эксперимента, в котором сравнивались три разных умножителя, по скорости и доступности наиболее оптимальным показал себя умножитель разрядностью 18x18. Также в данной главе рассчитывается ошибка аппроксимации и находится таблица 6.1.

Седьмой раздел полностью посвящён результатам эксперимента исследования. В нём в полной мере проводится сравнение результатов, полученных посредством слияния выходного изображения тремя различными алгоритмами. В каждой главе раздела подробно рассматривается сравнение изображений по выбранным в разделе три параметрам.

Так, по первому параметру сохранения цвета, наибольшую эффективность показ алгоритм Шауля.

Что же касается параметра пространственного разрешение деталей, то эксперимент показал, что в алгоритме HSI преобладающая часть ближнего инфракрасного диапазона сохраняется с высоким пространственным разрешением, в то время как остальная часть изображения имеет низкое пространственное разрешение, а алгоритм с применением дискретных вейвлет-преобразований и алгоритм Шауля хорошо работают для обеих частей.

При проведении эксперимента с параметр сохранения источника света алгоритм Шауля и алгоритм основанный на цветовом HSI пространстве, по сравнению алгоритмом с применением дискретных вейвлет-преобразований, выдают более чёткие очертания источников света.

Что касается слоистости у алгоритма Шауля, то эксперимент показал, что что уменьшение количества слоёв несколько снижает качество изображения для деталей, унаследованных как от видимого, так и ближнего инфракрасного диапазонов, однако, введение параметров смещения, которые уравнивают вклад изображений видимого и инфракрасного диапазонов в выходное, составное изображение, обеспечивает более гибкую настройку объединенного изображения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования был сделан вывод, что одним из наименее ресурсозатратных вариантов улучшения изображения, на которое повлияла дымка, либо же туман является использование ПЗС-матрицы для снятия инфракрасного изображения в комбинации с КМОП- матрицей для снятия видимого изображения и их последующего слияния с помощью алгоритма Шауля.

Предлагаемое решение основано на слиянии визуального и ближнего инфракрасного изображений, обработанных с помощью устройства ПЛИС. Комбинируя видимые и ближние инфракрасные изображения одной и той же сцены, действительно можно уменьшить влияние дымки и тумана. Помимо того, несколько более простые алгоритмы замены компонентов цветовой модели, такие как слияние HSI, также проявили себя с высокой эффективностью, однако существуют более сложные алгоритмы с несколькими разрешениями, которые намного превосходят качество изображения. Было выполнено сравнение двух алгоритмов с несколькими разрешениями, ДВП и Шауля, и по результатам исследования, было выявлено, что алгоритм Шауля, первоначальной целью которого было именно слияние видимого и ближнего инфракрасного изображения, показал несколько превосходящие ДВП результаты в цветовом разнообразии.

Реализация составной части была смоделирована, и результат показал, что одно изображение может быть обработано за время равное четырем миллисекунд. Взвешенный метод наименьших квадратов, метод декомпозиции изображения, используемый Шаулом, никогда не применялся на ПЛИС, но, однако аналогичный и более простой метод декомпозиции, билатеральный фильтр, ранее успешно применялся, генерируя объединенные изображения со скоростью 30 кадров в секунду.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А.] Жук В. Г. Система наблюдения за статическими объектами в условиях плохой видимости. // В. Г. Жук. // 57-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

[2-А.] Жук В. Г. Устройство на базе плис для улучшения качества изображений в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. // В. Г. Жук. // 58-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.