

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

УДК 621.397.7

Жук  
Виолетта Геннадьевна

Система наблюдения 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 формирований.

**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 отдельных объектов 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 нем 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.

Библиотека БГУИР