

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Курдюмова Татьяна Игоревна

**Моделирование систем формирования карт расстояний
для задачи дистанционного зондирования**

Направление подготовки 02.04.03
«Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2018

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

кандидат физико-
математических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Высшая
математика»

Григорьева Анна Леонидовна

Рецензент

кандидат технических наук,
начальник бюро
администрирования и
программирования учетной
системы филиала ПАО
«Компания «Сухой» «КнААЗ им.
Ю.А. Гагарина»

Степанено Виктор Евгеньевич

Защита состоится 22 июня 2018 года в 13 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 02.04.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681000, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 312/3.

Автореферат разослан 15 июня 2018 г.

Секретарь ГЭК

А.А. Сиротин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Актуальность темы. Дистанционное зондирование – это технология бесконтактного получения данных об объектах, находящихся на поверхности земли. Процесс дистанционного зондирования включает в себя проведение наблюдений с использованием сенсоров (радиометрические приемники, сканеры, камеры, радары). Эти технологии помогают при изучении типов растительности. Интерпретация снимков позволяет изучать сельскохозяйственные культуры, с легкостью определять какая растительность присутствует на определенной территории, ее потенциал роста и благоприятствующие факторы для этого. Кроме того, полученные снимки позволяют легко определить назначение земель в области. Эти данные могут быть использованы для планировки города и при геодезических изысканиях.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что тема рассматриваемой диссертационной работы является, несомненно, актуальной и имеет важное значение для повышения эффективности методов дистанционного зондирования.

Целью магистерской диссертации является – программная реализация системы формирования карты расстояний для задачи дистанционного зондирования.

Для достижения указанной цели поставлены следующие *задачи*:

- изучить предметную область;
- построить математическую модель расчета высоты объекта в зависимости от расстояния от объекта до поверхности, на которой установлен объект;
- программная реализация системы формирования карты расстояний для задачи дистанционного зондирования.

Объектом исследования являются карт расстояний, которые описывают высоту объектов, находящихся на земной поверхности.

Предметом исследования является матрица построения расстояний с помощью регрессионной модели.

Для решения поставленных задач использовались следующие *методы* исследования: теоретические (сравнение, анализ) и эмпирические (тестирование, изучение литературы и результатов деятельности).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- Использование совместно цветовых волн RGB и HSV для определения наибольшей концентрации необходимого канала цвета.
- Определение матрицы расстояний путем обратного преобразования расстояния до исследуемого объекта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования.

Достоверность основных выводов и результатов диссертации подтверждается путем исследования макета земной поверхности с помощью цветового облучения были получены экспериментальные данные, которые полностью соответствовали результатам программного продукта.

Практическая значимость данной работы обусловлена применением полученного алгоритма дистанционного зондирования земной поверхности и получение карт местности для дальнейшего изучения земного покрытия с более сложным алгоритмом распознавания ландшафта.

Апробация результатов. Результаты работы докладывалась на 48-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научно-техническое творчество аспирантов и студентов», Комсомольск-на-Амуре, апрель 2018 г.

Публикации. По результатам выполненных в диссертации исследований автором опубликовано 2 работы:

- журнал «Постулат» №4. 2018;
- сборник материалов 48-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научно-техническое творчество аспирантов и студентов» (Комсомольск-на-Амуре, апрель 2018 г.).

Структура и объем. Магистерская диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем работы – 68 страниц, в том числе 49 рисунков, 4 таблицы и 1 приложение.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение раскрывает актуальность темы, определяются цель и задачи работы, объект, предмет, указывается научная новизна, практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов исследования.

В первой главе дается понятие машинного зрения, перечисляются основные задачи, функции и области его применения.

Машинное зрение –попытка научить компьютер воспринимать мир как человек, а также выполнять различные действия с полученными данными, тем самым подменяя или полностью исключая последнего. Такая необходимость возникает в связанных с риском для жизни ситуациях.

Основные области применения машинного зрения: медицина (например автоматическое детектирование опухолевых клеток), промышленность (контроль качества, когда детали или конечный продукт автоматически проверяются на наличие дефектов), военное применение (обнаружение вражеских солдат и транспортных средств и управление ракетами).

Во второй главе дается понятие цветовой модели, приводятся основные виды цветковых моделей.

Цветовая модель – математическая модель описания представления цветов в виде кортежей чисел, называемых цветовыми компонентами или цветовыми координатами.

RGB – аддитивная цветовая модель, как правило, описывающая способ кодирования цвета для цветовоспроизведения. Изображение в данной цветовой модели состоит из трёх каналов. Основными цветами считаются красный, зелёный и синий.

HSV – цветовая модель, в которой координатами цвета являются цветовой тон, насыщенность и яркость. Модель HSV часто используется в программах компьютерной графики, так как она удобна для человека.

СМΥК называют субтрактивной моделью потому, что бумага и прочие печатные материалы являются поверхностями, отражающими свет.

Удобнее считать, какое количество света отразилось от той или иной поверхности, нежели сколько поглотилось.

Третья глава посвящена выбору инструментов для выполнения данной работы, а также содержит обоснование выбора конкретных цветовых моделей для выполнения работы.

Главное различие между цветовыми моделями RGB и CMYK заключается в том, что световой луч падая на бумагу, отражается от нее, при этом часть спектра поглощается. А в случае с монитором, эти лучи прямо светят из экрана, при этом три базовых цвета накладываются друг на друга, смешиваясь в нужных пропорциях.

RGB используется для электронных изображений на экране, а CMYK для печати на бумаге. За счет того, что цветовой охват модели RGB (светящиеся пиксели на мониторе) значительно шире, цвета модели CMYK (капли краски на бумаге) гаснут и тускнеют при сравнении. И когда вы на мониторе просматриваете изображение в CMYK цвета также могут искажаться. Например, яркие ядовито-зеленые или синие цвета потускнеют (рисунок 1).

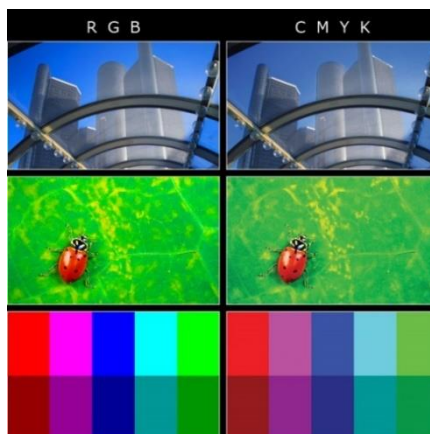


Рисунок 1 – Различие между RGB и CMYK

Поэтому для работы с изображением на мониторе лучше выбирать RGB модель. Так как луч лазера довольно яркий и для решения задачи по нахождению зелёного лазера на зелёном фоне необходима модель, которая сможет определить яркие цвета.

Практическим путем было выяснено, что использовать только одну цветовую модель для решения задачи недостаточно. Так как луч лазера во время свечения отражается от поверхностей и основные характеристики определенной модели не соответствуют установленным допустимым диапазонам. Для оптимизации материальных расходов необходимо было использовать наложение двух цветовых моделей, так как это увеличивало значение необходимых характеристик, которые учитываются при выделении луча. Получаемый цветовой поток полностью соответствовал интервалам допустимых значений характеристик, которые учитываются при отражении луча от предмета.

Четвертая глава посвящена построению математической модели задачи, а также программной реализации системы формирования карты расстояний для задачи дистанционного зондирования. Программное обеспечение было написано на языке C++ с использованием библиотек OpenCV.

Основной задачей данной работы являлось визуализированное графическое получение карты исследуемой области в виде наложения графиков линий уровня поверхности, которые были получены, с помощью математической регрессионной модели. По результатам данных матриц расстояний был разработан программный комплекс, позволяющий определять на каком расстоянии от условленной поверхности находится объект. Задача машинного зрения реализовалась при помощи лазерного дальномера, созданного на основе лазерной указки, сопряженного с камерой. На лазерную указку прикреплялся цилиндр, рассеивающий луч в прямую линию, параллельную поверхности, относительно которой производилось исследование.

Для получения математической модели было необходимо провести экспериментальное исследование, которое описывало зависимость высоты объекта от расстояния, определяемого в пикселях на экране камеры, считывающей информацию. Было проделано 30 экспериментов, в результате которых была получена математическая регрессионная модель.

Суть эксперимента состояла в следующем: устанавливался объект высотой (Y) на фиксированном расстоянии от камеры. Производилась фото-съемка объекта, в результате которой при считывании на экран фиксировалось количество пикселей (X), которые образовались в результате скачка между отражением луча лазера на объекте и поверхности уровня, относительно которой исследовался данный объект (рисунок 2).



Рисунок 2 – Расстояние X

По результатам данных исследований были найдены несколько регрессионных уравнений, описывающих математическую модель, после корреляционного анализа и исследования на надежность полученных уравнений наиболее подходящим по характеристикам было определено степенное уравнение регрессии.

Уравнение регрессии – это формула статистической связи между переменными. Рассмотрим несколько видов регрессии.

1) *Уравнение показательной регрессии: $y = ba^x$.*

Используя данные, полученные практическим путем, были найдены средние значения величин и коэффициенты показательной регрессии с точностью 0.01: $\bar{x} = 57.17$; $\overline{x^2} = 4863.23$; $\overline{y^*} = 1.85$; $\overline{xy^*} = 129$; $a^* = 0.02$; $b^* = 1.02$; $a = 1.02$; $b = 2.76$.

Тогда уравнение получило вид: $y = 2.76 \cdot 1.02^x$.

2) *Линейное уравнение регрессии:* $y = a_1 \cdot x + a_0$.

Используя данные полученные практическим путем были найдены средние значения величин и коэффициенты линейного уравнения регрессии с точностью 0.01: $\Delta = 1595.2$; $\Delta a_0 = 3155.89$; $\Delta a_1 = 157.24$; $a_0 = 1.98$; $a_1 = 0.1$.

Тогда уравнение получило вид: $y = 0.1 \cdot x + 1.98$.

3) *Уравнение степенной регрессии:* $y = b \cdot x^a$.

Используя данные, полученные практическим путем, были найдены средние значения величин и коэффициенты степенной регрессии с точностью 0.01: $\overline{x^*} = 7.48$; $a = 0.78$; $b^* = -1.11$; $b = 0.32$.

Тогда уравнение получило вид: $y = 0.32 \cdot x^{0.79}$

На рисунке 3 показан график зависимости $Y(X)$, где зелёная линия – поле корреляции эксперимента, синяя – график уравнения показательной регрессии, оранжевая – график уравнения линейной регрессии, фиолетовая – график уравнения степенной регрессии.

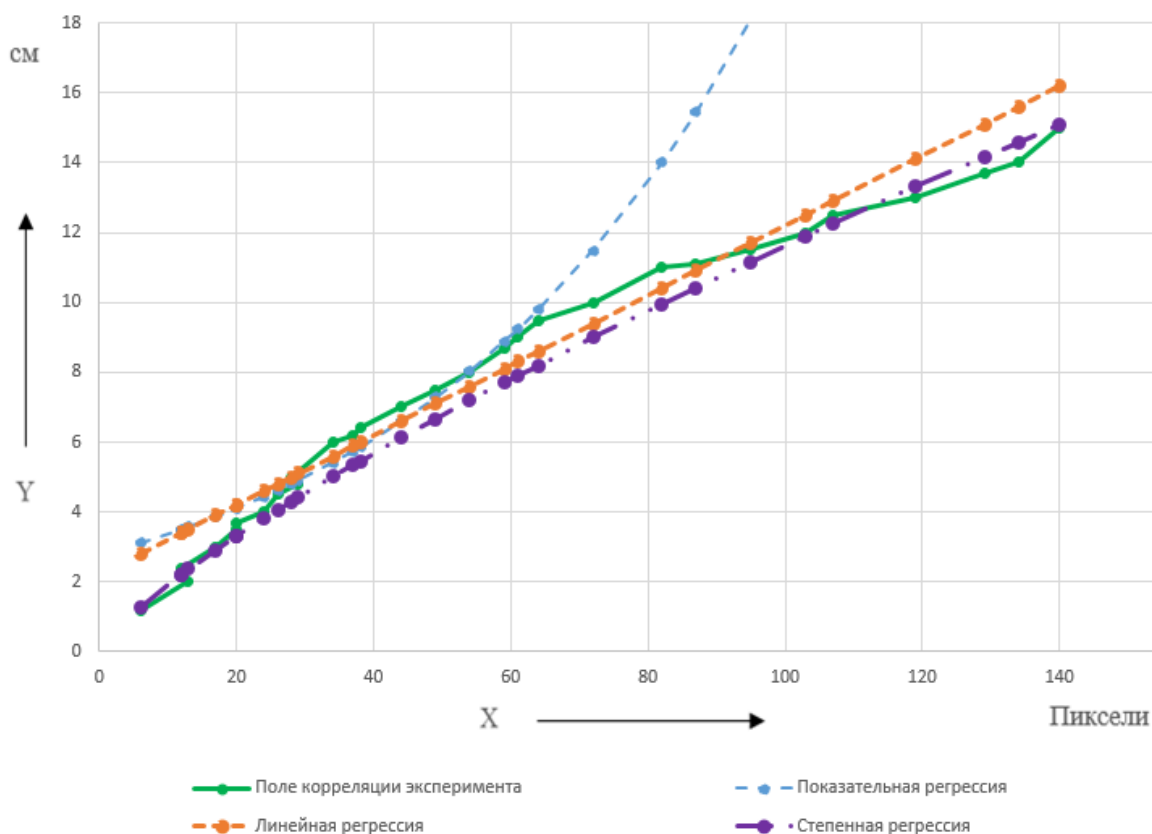


Рисунок 3 - Поле корреляции и графики регрессионных кривых

Как видно, уравнение степенной регрессии получает значение более близкое к практическому значению. Следовательно, создания системы формирования карт расстояний для задачи дистанционного зондирования лучше будет использовать формулу, полученную путем нахождения степенной регрессии.

Рассчитанный для степенной регрессии индекс корреляции $r_{yx} = 0,86$, показывает, что данное уравнение описывает достаточно сильную связь между исследуемыми факторами.

В данной работе первым делом при помощи модели HSV выделяется зеленый цвет, полученный результат применяется как маска для последующей обработки. Затем этот результат проверяется при помощи RGB модели на наличие необходимого оттенка зелёного.

Первым этапом работы данного исследования является выделение зеленого цветового излучения с помощью модели HSV. При выделении определенного цветового спектра значения определяющих числовых характеристик, описывающих данную модель соответствуют определенным числовым интервалам, полученный результат применяется как маска для последующей обработки.

Вторым этапом работы является выделение цветового спектра определенного значения с помощью RGB модели, где учитываются числовые характеристики отражения луча лазера, отвечающие за получение необходимого оттенка зелёного цвета. На рисунке 4 показан фрагмент результата нахождения зеленого луча.

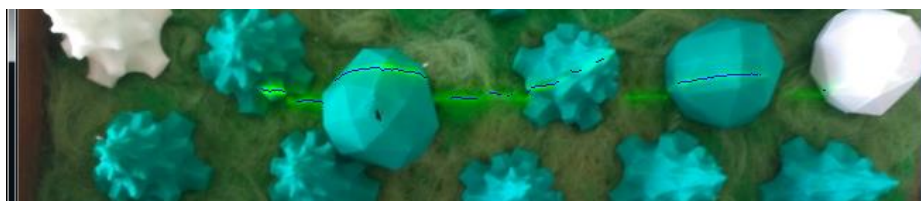


Рисунок 4 – Фрагмент результата работы программы

Третьим этапом работы математической модели является определение и расчет адреса усредненного пикселя, необходимого для вычисления географического расположения лазерного потока. Для достижения данной цели программный комплекс вычисляет адрес среднего между найденными в столбце пикселями и выделяет его синим цветом для наглядного визуального восприятия пользователем работы программы (расположения лазерного потока).

Следующим этапом работы является создание двумерного массива расстояний, рассчитанных с помощью регрессионного уравнения с учетом влияния цветовых характеристик наложения различных цветовых моделей. Для создания данного двумерного массива используется адрес усредненного пикселя.

Пятым этапом работы математической модели является создание массива расстояний, который получается путем обращения двумерного массива полученного в предыдущем этапе в матрицу расстояний для карт местности. Значения из этого массива выводятся в list-box на форме (рисунок 5).

Заключительным этапом работы программного комплекса является визуализация полученных значений в виде карты расстояний исследуемого 3D – леса, где в разрезе пользователь может наблюдать каждый уровень исследуемого объекта (рисунок 6).

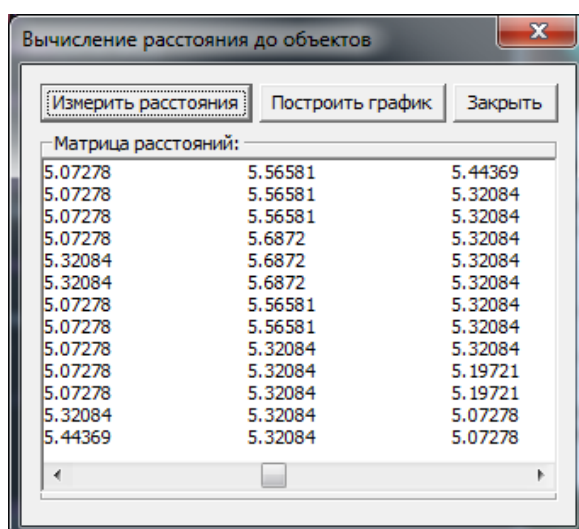


Рисунок 5 – Вывод массива расстояний

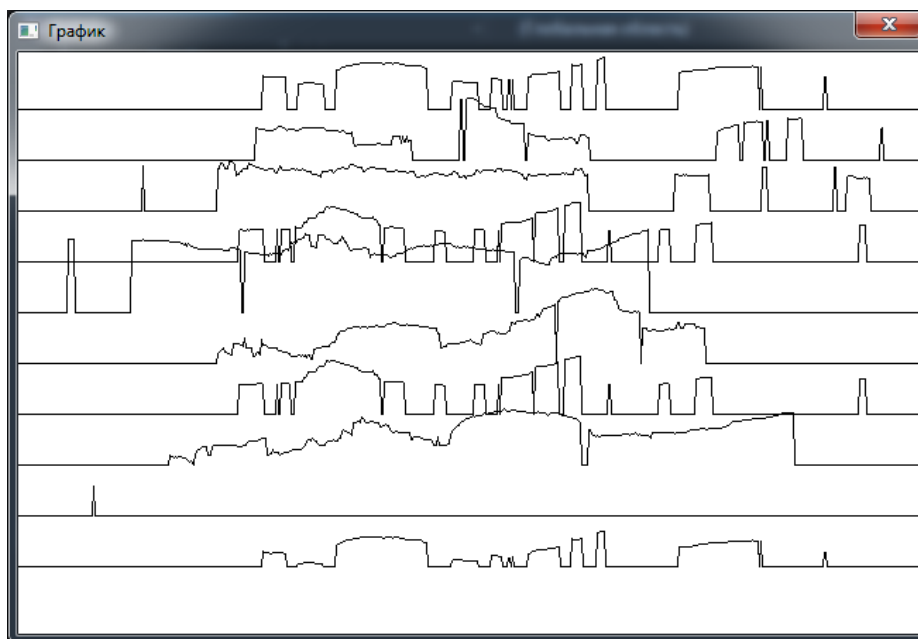


Рисунок 6 - Карта расстояний исследуемого 3D – леса

Также разработанный в ходе научного исследования и использования полученной математической модели программный комплекс дает возможность пользователю использовать ранее полученные данные для анализа карт местности.

В заключении подводятся итоги исследования, формируются окончательные выводы по рассматриваемой теме.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1 Курдюмова Т.И, Математическая модель связи лазерного дальномера с типом лазерного излучателя / Т.И. Курдюмова, А.Л. Григорьева // Постулат. – 2018. - № 4

2 Курдюмова Т.И, Моделирование систем формирования карт расстояний для задачи дистанционного зондирования / Т.И. Курдюмова, А.Л. Григорьева // сборник материалов 48-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научно-техническое творчество аспирантов и студентов» апрель 2018. С. 203-205.