

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра Электроники, телекоммуникации и космической технологии

Думанов Мағжан Думанұлы

«Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого
разрешения»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В074600 – Космическая техника и технологии

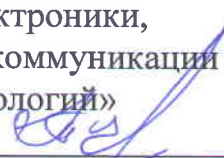
Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космической технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Электроники,
телекоммуникации и космической
технологий»

Ташбай Е.
«25» 05 2022г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках
высокого разрешения»

по специальности 5В074600 – Космическая техника и технологии


Выполнил

Думанов Мағжан Думанұлы

Рецензент
Заведующий лабораторией
разработки космических систем
ДТОО «Институт космической
техники и технологий»

Научный руководитель
Магистр технических наук,
лектор кафедры «Электроники,
телекоммуникации и
космической технологии»


Елубаев С.
«25» 05 2022г.


Боранбаева А.
«25» 05 2022г.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космические технологии»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Электроники,
телекоммуникации и
космической технологий»


Таштай Е.
« 21 » / 04 / 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Дипломнику Думанову Мағжану Думанұлы

Тема: «Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения».

Утверждена приказом Ректора Университета № 489-П/Ө от «24» декабря 2021 года.

Срок сдачи законченной работы «30» апреля 2022 г.

Исходные данные к дипломной работе: 1. William K. Pratt, «Digital Image Processing», 1991; 2. N.R. Mokhtar, N.H. Harun, M.Y. Mashor, H. Roseline, N. Mustafa, R. Adollah, H. Adilah, N.F. Mohd Nasir, «Proceedings of the World Congress on Engineering», London, U.K., 2009.

Перечень вопросов подлежащих изучить и представить в дипломной работе:

- а) Обзор методов повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения
- б) Обзор и анализ возможностей программного обеспечения для обработки снимков высокого разрешения
- в) Моделирование и анализ результатов обработки
- г) Перспективы использования методов для обработки

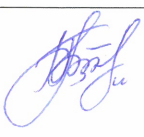
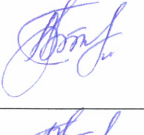
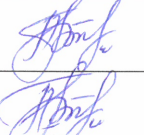
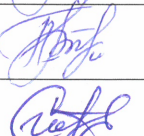
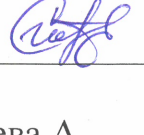
Перечень графического материала: - изложить материалы дипломной работы в 30 слайдах графического материала;

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
1. Обзор методов повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения	1.09.2021-31.12.2021	Выполнено
2. Обзор и анализ возможностей программного обеспечения для обработки снимков высокого разрешения	1.01.2022-15.02.2022	Выполнено
3. Моделирование и анализ результатов обработки	16.02.2022-31.03.2022	Выполнено
4. Перспективы использования методов для обработки в современных реалиях	1.04.2022-15.04.2022	Выполнено
5. Написание дипломной работы	15.04.2022-30.04.2022	Выполнено

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов дипломной работы

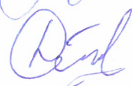
Наименование разделов	Консультанты Ф.И.О. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Описание состояния исследований в области повышения контрастности в снимках высокого разрешения	м.т.н., лектор Боранбаева А.Б.	27.05.2022	
Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения	м.т.н., лектор Боранбаева А.Б.	27.05.2022	
Моделирование и расчет методов по обработке снимков	м.т.н., лектор Боранбаева А.Б.	27.05.2022	
Перспективы применения методов обработки снимков	м.т.н., лектор Боранбаева А.Б.	27.05.2022	
Нормоконтролер	м.т.н., лектор Ибекеев С.Е.	26.05.2022	

Научный руководитель



Боранбаева А

Задание принял к исполнению обучающийся



Думанов М.Д.

Дата

«21» XII 2021 г.

АҢДАТПА

Тақырыбы: «Жоғары ажыратымдылықтағы аэроғарыштық суреттердегі контрастты арттыру әдістері».

Суреттерді жақсарту технологиясы ғылым мен техниканың дамуына байланысты әртүрлі салаларда қолданылды және суреттерді жақсарту алгоритмдерінің жиынтығы жасалды, олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Суреттерді сандық өңдеу объективті нысандарды танудың және пайдаланудың маңызды құралы болып табылады және көптеген салаларда қолданылады. Оның зерттеулері математика және физика сияқты іргелі пәндер сияқты танымал. Бұл жұмыс контрастты суреттерді өңдеудің негізгі категорияларын сипаттап, суреттейді: сызықтық контраст әдістері және сызықты емес контраст әдістері. Сызықтық контраст әдістерінде екі әдіс қолданылады: максималды минималды қысу әдісі және пайыздық контраст әдісі. Сызықтық емес контрастты арттыру әдістерінде гистограмманы туралау әдісі және созылуды қалыпқа келтіру әдістері қолданылады.

Тараудың соңында келтірілген басылымдар әдістер мен математикалық түрлендірулерді толықтай сипаттайды. Процестер Sentinel мысалдарымен суреттелген; дегенмен, сандық процестер сандық кескін деректерінің барлық формаларына бірдей қолданылады.

Түйінді сөздер: сызықты контрастты күшейту; сызықты емес контрастты күшейту.

АННОТАЦИЯ

Тема: «Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения».

Технология улучшения изображения применялась в различных областях по мере развития науки и техники, и было разработано множество алгоритмов улучшения изображения, каждый из которых имеет свой собственный набор преимуществ и недостатков. Цифровая обработка изображений является важнейшим инструментом для распознавания и использования объективных объектов, и она используется в широком спектре областей. Его исследования получили такое же признание, как и фундаментальные предметы, такие как математика и физика. В этой работе описываются и иллюстрируются основные категории контрастной обработки изображений: методы линейного контраста и методы нелинейного контраста. В методах линейного контраста применяются два метода: метод максимального минимального сжатия и метод процентного контраста. А в методах нелинейного контраста применяются метод выравнивания гистограммы и метод нормализации растяжения.

Публикации, приведенные в конце главы, подробно описывают методы и математические преобразования. Процессы проиллюстрированы примерами Sentinel; однако цифровые процессы в равной степени применимы ко всем формам цифровых данных изображений.

Ключевые слова: Линейное усиление контраста; Нелинейное усиление контраста.

ABSTRACT

Topic: «Methods of increasing contrast in high-resolution aerospace images».

Image enhancement technology has been applied in various fields as science and technology have developed, and many image enhancement algorithms have been developed, each with its own set of advantages and disadvantages. Digital image processing is an essential tool for recognizing and using objective objects, and it is used in a wide range of fields. His research has received the same recognition as fundamental subjects such as mathematics and physics. This paper describes and illustrates the main categories of contrast image processing: linear contrast methods and nonlinear contrast methods. In linear contrast methods, two methods are used: the maximum minimum compression method and the percentage contrast method. And in the methods of nonlinear contrast, the histogram equalization method and the stretching normalization method are used.

The publications given at the end of the chapter describe in detail the methods and mathematical transformations. The processes are illustrated by Sentinel examples; however, digital processes are equally applicable to all forms of digital image data.

Keywords: Linear contrast enhancement; Nonlinear contrast enhancement.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Описание состояния исследований в области повышения контрастности в снимках высокого разрешения	11
2 Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения	13
2.1 Линейное усиление контраста	14
2.2 Нелинейное усиление контраста	16
3 Моделирование и анализ методов по обработке снимков	19
3.1 Выбор программного обеспечения для дальнейшей работы	19
3.2 Моделирование	20
4 Перспективы применения методов обработки снимков	28
Заключение	30
Перечень принятых терминов, перечень сокращений	31
Список использованной литературы	32

ВВЕДЕНИЕ

Распространенной проблемой при дистанционном зондировании является то, что диапазон значений коэффициента отражения, собираемых датчиком, может не соответствовать возможностям пленочного или цветного монитора. Материалы на поверхности Земли отражают и излучают различное количество энергии. Датчик может регистрировать огромное количество энергии от одного материала на определенной длине волны, в то время как другой материал регистрируется с гораздо меньшей энергией на той же длине волны. Методы улучшения изображения облегчают анализ и интерпретацию изображения. Диапазон значений яркости, присутствующих на изображении, называется контрастом.

Повышение контрастности — это процесс, который делает элементы изображения более четкими за счет оптимального использования цветов, доступных на дисплее или устройстве вывода. Манипуляции с контрастом включают изменение диапазона значений в изображении с целью увеличения контрастности. Например, изображение может начинаться с диапазона значений от 40 до 90. Когда это значение расширяется до диапазона от 0 до 255, различия между объектами подчеркиваются. К сожалению, различные объекты часто отражают одинаковое количество энергии во всем электромагнитном спектре, что приводит к относительно низкой контрастности изображения. Кроме того, помимо очевидных низкоконтрастных характеристик биофизических материалов, здесь действуют культурные факторы. Например, люди в развивающихся странах часто используют натуральные строительные материалы (например, дерево и почву) при строительстве городских районов. Это приводит к получению изображений с дистанционным зондированием с гораздо меньшей контрастностью, в отличие от городских районов в развитых странах, где бетон, асфальт и удобренная зеленая растительность может быть более распространенной. Таким образом, важно учитывать как биофизические, так и человеческие компоненты при улучшении изображения для достижения максимальной контрастности.

Чувствительность датчика - еще один фактор, который следует учитывать при создании изображений с низким контрастом, получаемых с помощью дистанционного зондирования. Большинство современных датчиков оснащены детекторами, которые предназначены для записи относительно широкого диапазона ненасыщенных значений яркости сцены (например, от 0 до 255).

Когда изображение становится насыщенным, радиометрическая чувствительность детектора недостаточна для регистрации всего диапазона интенсивностей отраженной или излучаемой энергии, исходящей от сцены.

Встречающиеся в природе материалы на земле обладают широким спектром спектральных свойств. Спутниковые детекторы должны быть чувствительны к материалам с низким коэффициентом отражения, таким как темный вулканический базальт, а также к материалам с высоким коэффициентом

отражения, таким как снежные поля. Однако большинство реальных приложений дистанционного зондирования включают в себя несколько сцен, состоящих из значений яркости, которые используют весь диапазон чувствительности спутниковых детекторов. Такие сцены являются относительно низкоконтрастными со значениями яркости в диапазоне от 0 до 100. Как упоминалось ранее, контрастность изображения может быть увеличена за счет использования всего диапазона яркости дисплея или устройства вывода на бумажном носителе. Цифровые методы обычно обеспечивают более удовлетворительное повышение контрастности из-за точности и широкого спектра процессов, которые могут быть применены к изображениям.

Линейные и нелинейные цифровые методы — это два широко практикуемых метода увеличения контрастности изображения.

1 ОПИСАНИЕ СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНТРАСТНОСТИ В СНИМКАХ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Одним из наиболее важных факторов качества спутниковых снимков является их контрастность. Повышение контрастности часто называют одной из наиболее важных проблем при обработке изображений. Контраст создается разницей в яркости, отраженной от двух соседних поверхностей. Необходимость усиления контрастности вытекает из требований к конструкции датчика. Система дистанционного зондирования, особенно спутниковый датчик с глобальным охватом, должен отображать широкий спектр сцен, от очень низкой яркости (океаны, низкие углы наклона солнца, высокие широты) до очень высокой яркости (снег, песок, высокие углы наклона солнца, низкие широты). Следовательно, динамический диапазон датчика должен быть установлен на стадии проектирования для размещения большого диапазона яркости сцены, и желательно иметь как можно больше битов /пикселей в этом диапазоне для точных измерений. Однако любая конкретная сцена, как правило, будет иметь диапазон яркости намного меньше, чем полный диапазон. Таким образом, датчик стараются сконструировать так, чтобы он имел максимально широкий динамический диапазон и обладал как можно большей разрешающей способностью. Поскольку большинство систем отображения используют восемь бит / пиксель в каждом цвете, а крайние значения этого диапазона настраиваются для получения черно-белого изображения на мониторе, отображаемое изображение будет иметь низкую контрастность, поскольку оно не использует весь диапазон, доступный на дисплее.

По этой причине этому вопросу посвящено больше исследований, в которых мы можем кратко изложить некоторые из них: Локальное контрастное растяжение - это метод улучшения, выполняемый на изображении для локальной настройки значения каждого элемента изображения для улучшения визуализации структур как в самых темных, так и в самых светлых частях изображения одновременно [1].

Частичный контраст — это метод автоматического масштабирования. Это функция линейного отображения, которая обычно используется для увеличения уровня контрастности и яркости изображения. Этот метод будет основан на исходном уровне яркости и контрастности изображений для выполнения настройки. Темное растяжение известно, как часть частичного контрастного растяжения, темное растяжение — это обратный процесс процесса яркого растяжения. Яркое растяжение — это процесс, в котором также используется метод автоматического масштабирования, который является обычной функцией линейного отображения для повышения уровня яркости и контрастности изображения [2].

Гистограмма изображения — это мощный инженерный инструмент для отображения информации об изображении. Он может быть использован для

предоставления решений по улучшению контроля качества, но, опять же, никогда не использовался для улучшения высокого качества изображения. Некоторые из улучшенных методов выравнивания гистограммы с сохранением яркости включают выравнивание би-гистограммы [3].

Выравнивание гистограммы является наиболее популярным алгоритмом повышения контрастности из-за его эффективности и простоты. Его можно разделить на две ветви в зависимости от используемой функции преобразования: глобальную или локальную. Глобальное выравнивание гистограммы выполняется просто и быстро, но его контрастность относительно невелика. Локальное выравнивание гистограммы, с другой стороны, может более эффективно повысить общий контраст, но требуемая сложность вычислений очень высока из-за его полностью перекрывающихся подблоков (overlapped sub-blocks) [4].

Метод глобального выравнивания гистограммы прост и эффективен, но он не может адаптироваться к локальным особенностям яркости входного изображения, поскольку он использует только информацию глобальной гистограммы по всему изображению. Этот факт ограничивает коэффициент контрастности в некоторых частях изображения и приводит к значительным потерям контраста на заднем плане и в других небольших областях. Чтобы преодолеть это ограничение, был разработан метод локального выравнивания гистограммы, который также можно назвать выравниванием гистограммы с перекрытием блоков (blockoverlapped) [5].

Подход с гомоморфным фильтром для обработки изображений очень хорошо известен как способ увеличения динамического диапазона изображения и увеличения контраста. Гомоморфный фильтр обладает несколькими полезными свойствами в приложениях для улучшения изображений с помощью дистанционного зондирования. В соответствии с этим подходом предполагается, что входной сигнал состоит из двух мультипликативных компонентов: фона и деталей. Стандартная задача при обработке таких сигналов включает в себя операцию логарифмирования, деление на две составляющие путем реализации фильтров низких частот и высоких частот, сложение оценок, умноженных на различные коэффициенты усиления, и вычисление экспоненты. Было обнаружено, что предложенный фильтр гомоморфизма обладает несколькими полезными свойствами в приложениях для улучшения изображений дистанционного зондирования [6].

2 МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНТРАСТНОСТИ В АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Многие типы изображений дистанционного зондирования обычно записываются в цифровом виде, а затем обрабатываются компьютерами для получения изображений для изучения переводчиками. В простейшей форме цифровой обработки изображений используется микропроцессор, который преобразует цифровую ленту данных в пленочное изображение с минимальными исправлениями и калибровками. С другой стороны, большие мэйнфреймовые компьютеры используются для сложных интерактивных манипуляций с данными для получения изображений, в которых была извлечена и выделена конкретная информация.

По теме цифровой обработки изображений было опубликовано несколько книг; репрезентативная подборка приведена в конце этой главы. Действительно, доступно больше книг, посвященных обработке изображений, чем интерпретации изображений, что иронично, потому что обработка на самом деле является лишь подготовительным шагом к важнейшей деятельности по интерпретации.

Цифровая обработка не была основана на дистанционном зондировании и не ограничивается этими данными. В области медицины было разработано множество методов обработки изображений для обработки рентгеновских изображений и изображений со сложных устройств для сканирования тела. Для дистанционного зондирования первоначальным толчком послужила программа беспилотных планетарных спутников в 1960-х годах, которые телеметрировали или передавали изображения на наземные приемные станции. Низкое качество изображений потребовало разработки методов обработки, чтобы сделать изображения полезными. Другим стимулом стала программа Landsat, которая началась в 1972 году и обеспечивала повторное покрытие по всему миру в цифровом формате. Третьим стимулом является непрерывная разработка более быстрых и мощных компьютеров, периферийного оборудования и программного обеспечения, подходящих для обработки изображений.

Можно представить себе любое изображение как состоящее из крошечных равных областей или элементов изображения, расположенных в правильных строках и столбцах. Положение любого элемента изображения или пикселя определяется в системе координат x, y ; в случае изображений Landsat начало координат находится в верхнем левом углу изображения. Каждый пиксель также имеет числовое значение, называемое цифровым числом (DN), которое записывает интенсивность электромагнитной энергии, измеренную для ячейки наземного разрешения, представленной этим пикселем. Цифровые числа варьируются от нуля до некоторого большего числа по шкале серого. Изображение может быть описано в строго числовых терминах в трехкоординатной системе, где x и y определяют местоположение каждого пикселя, а z задает DN, который отображается в виде значения интенсивности в шкале серого. Изображения могут быть первоначально записаны в этом

цифровом формате, как в случае Landsat.

Как было сказано выше, усиление контрастности позволяет подчеркнуть различные аспекты изображения. Без улучшения изображение, как правило, будет содержать очень мало контраста, поскольку в немногих сценах используется полный динамический диапазон датчика. Датчик может определять определенное количество интенсивностей излучения (обычно 256), и большинство сцен не будут иметь самых ярких (самый белый снег) или самых темных (черный как смоль базальтовый поток) пейзажей. Алгоритм повышения контрастности использует 256 уровней яркости, обнаруженных спутником, и преобразует их в 256 цветов, используемых на экране дисплея, надеюсь, используя все 256 (или, по крайней мере, полный диапазон от 0 до 255).

2.1 Линейное Усиление Контраста

Линейное усиление контраста, также называемое растяжением контраста, линейно расширяет исходные цифровые значения данных дистанционного зондирования в новое распределение. Расширяя исходные входные значения изображения, можно использовать общий диапазон чувствительности устройства отображения. Линейное усиление контраста также делает более очевидными тонкие различия в данных. Эти типы улучшений лучше всего применять к удаленным изображениям с гауссовыми или почти гауссовскими гистограммами, что означает, что все значения яркости попадают в узкий диапазон гистограммы и виден только один режим. Существует два метода линейного усиления контраста:

1. Минимаксное Линейное контрастное растяжение
2. Процентное Линейное контрастное растяжение

2.1.1 Минимаксное линейное контрастное растяжение

При использовании минимаксного линейного контрастного растяжения исходные минимальные и максимальные значения данных присваиваются новому заданному набору значений, которые используют весь диапазон доступных значений яркости. Рассмотрим изображение с минимальным значением яркости 45 и максимальным значением 205. Когда такое изображение просматривается без улучшений, значения от 0 до 44 и от 206 до 255 не отображаются. Важные спектральные различия могут быть обнаружены путем увеличения минимального значения от 45 до 0 и максимального значения от 205 до 255 (см. рис. 2.1).

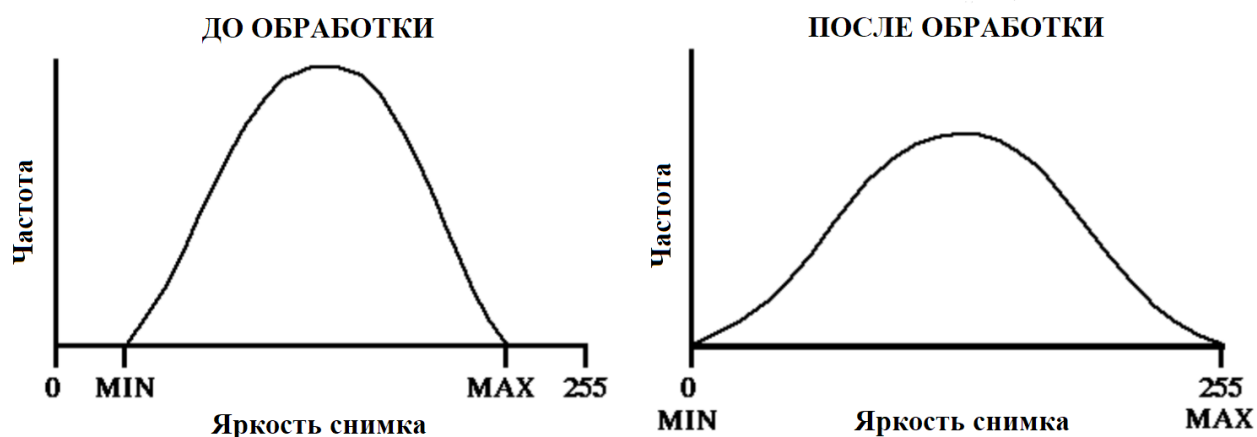


Рисунок 2.1 - Логика обработки изображения с минимальным значением яркости 45 и максимальным значением 205

Можно использовать алгоритм, который сопоставляет старое минимальное значение с новым минимальным значением, а старое максимальное значение - с новым максимальным значением. Все старые промежуточные значения масштабируются пропорционально между новыми минимальными и максимальными значениями. Многие системы цифровой обработки изображений имеют встроенные возможности, которые автоматически расширяют минимальные и максимальные значения для оптимизации всего диапазона доступных значений яркости.

2.1.2 Процентное Линейное Контрастное Растяжение

Процентное линейное контрастное растяжение аналогично минимально-максимальному линейному контрастному растяжению, за исключением того, что в этом методе используются заданные минимальные и максимальные значения, которые лежат в определенном проценте пикселей от среднего значения гистограммы. Стандартное отклонение от среднего часто используется для того, чтобы вывести хвосты гистограммы за пределы исходных минимальных и максимальных значений. На рис. 2.2 показана логика, используемая при растяжении линейного контраста в процентах.

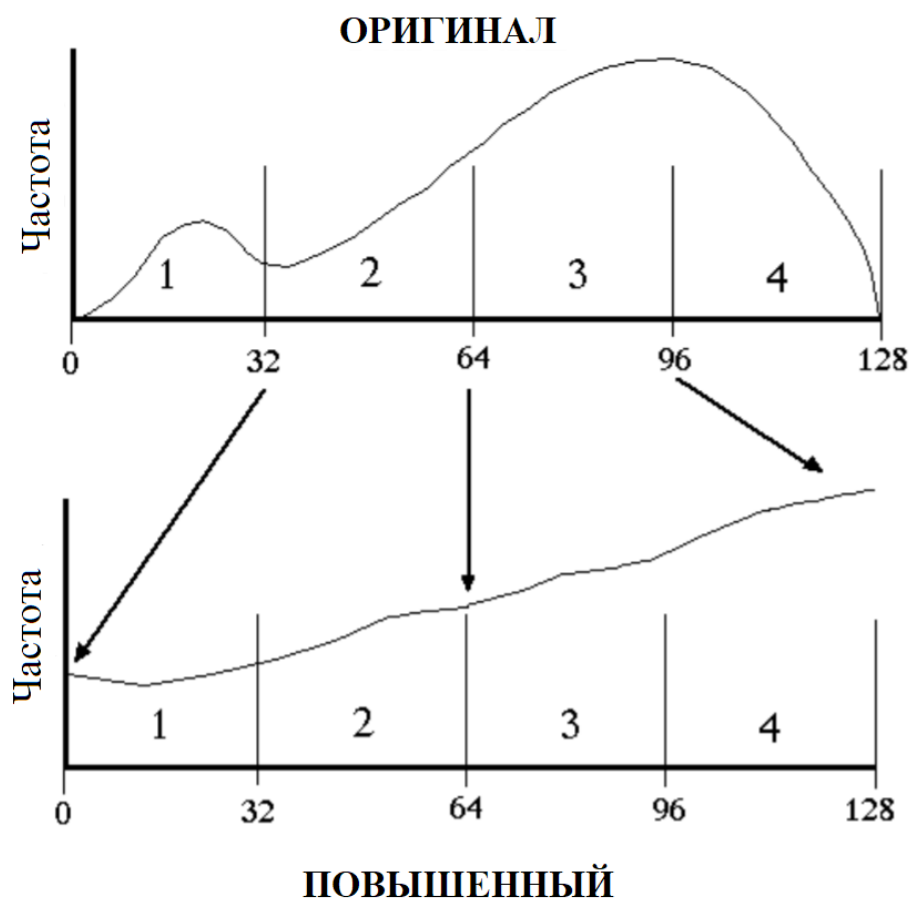


Рисунок 2.2 - Логика растяжения линейного контраста в процентах

2.2 Нелинейное усиление контраста

Нелинейное усиление контраста часто включает в себя выравнивание гистограммы с помощью алгоритма. Метод нелинейного контрастного растяжения имеет один существенный недостаток. Каждое значение во входном изображении может иметь несколько значений в выходном изображении, так что объекты в исходной сцене теряют правильное значение относительно яркости. Если гистограмма изображения асимметрична, как это часто бывает, невозможно одновременно управлять средним значением яркости дисплея и величиной насыщенности на концах гистограммы с помощью простого линейного преобразования. С помощью кусочно-линейного преобразования достигается больший контроль над контрастом изображения, и асимметрия гистограммы может быть уменьшена, что позволяет лучше использовать доступный диапазон отображения (рис. 2.3). Этот пример представляет собой двухсегментное растяжение, при этом левый сегмент имеет более высокий коэффициент усиления, чем правый сегмент. Параметры преобразования выбираются для перемещения входных минимальных и максимальных значений DNS в крайние

точки диапазона отображения GL и для перемещения режима гистограммы в центр диапазона отображения (128). Для лучшего контроля контрастности изображения при преобразовании может использоваться более двух линейных сегментов.

2.2.1 Выравнивание гистограммы

Выравнивание гистограммы — это широко используемое нелинейное преобразование (рис. 2.3). Это достигается за счет использования Кумулятивной функции распределения изображения в качестве функции преобразования после соответствующего масштабирования оси ординат, чтобы соответствовать выходным GL . Выравнивание относится к тому факту, что гистограмма обработанного изображения приблизительно однородна по плотности (DN/GL) (Gonzalez and Woods, 2002). Из-за унимодальной формы большинства гистограмм изображений выравнивание имеет тенденцию автоматически уменьшать контраст в очень светлых или темных областях и расширять средний диапазон к нижнему и верхнему концам шкалы GL . Там, где функция распределения быстро увеличивается, коэффициент контрастности также увеличивается. Таким образом, наибольший выигрыш достигается в DN с наибольшим количеством пикселей. Этот эффект показан на рис. 3 в качестве переменного интервала между GL на гистограмме улучшенного изображения. Контраст выровненного изображения часто довольно резкий, поэтому выравнивание рекомендуется только для ограниченного круга задач.

2.2.2 Нормализация растяжения

Нормализация растяжения. Нормализация растяжение — это надежный алгоритм повышения контрастности. Изображение преобразуется с линейным растяжением таким образом, чтобы оно имело заданное среднее значение GL и стандартное отклонение, а затем оно обрезается в крайних точках диапазона отображения GL . Таким образом, это вариация растяжения насыщения. Для получения желаемой статистики второго порядка требуются два параметра, учитывая входное среднее значение DN и стандартное отклонение. Отсечение необходимо, поскольку результирующие GL обычно выходят за пределы диапазона отображения. Этот двухпараметрический алгоритм обеспечивает удобный способ явного управления средним значением результирующего изображения и, в то же время, изменять контрастность, управляя стандартным отклонением. Примеры показаны на рис. 2.3.

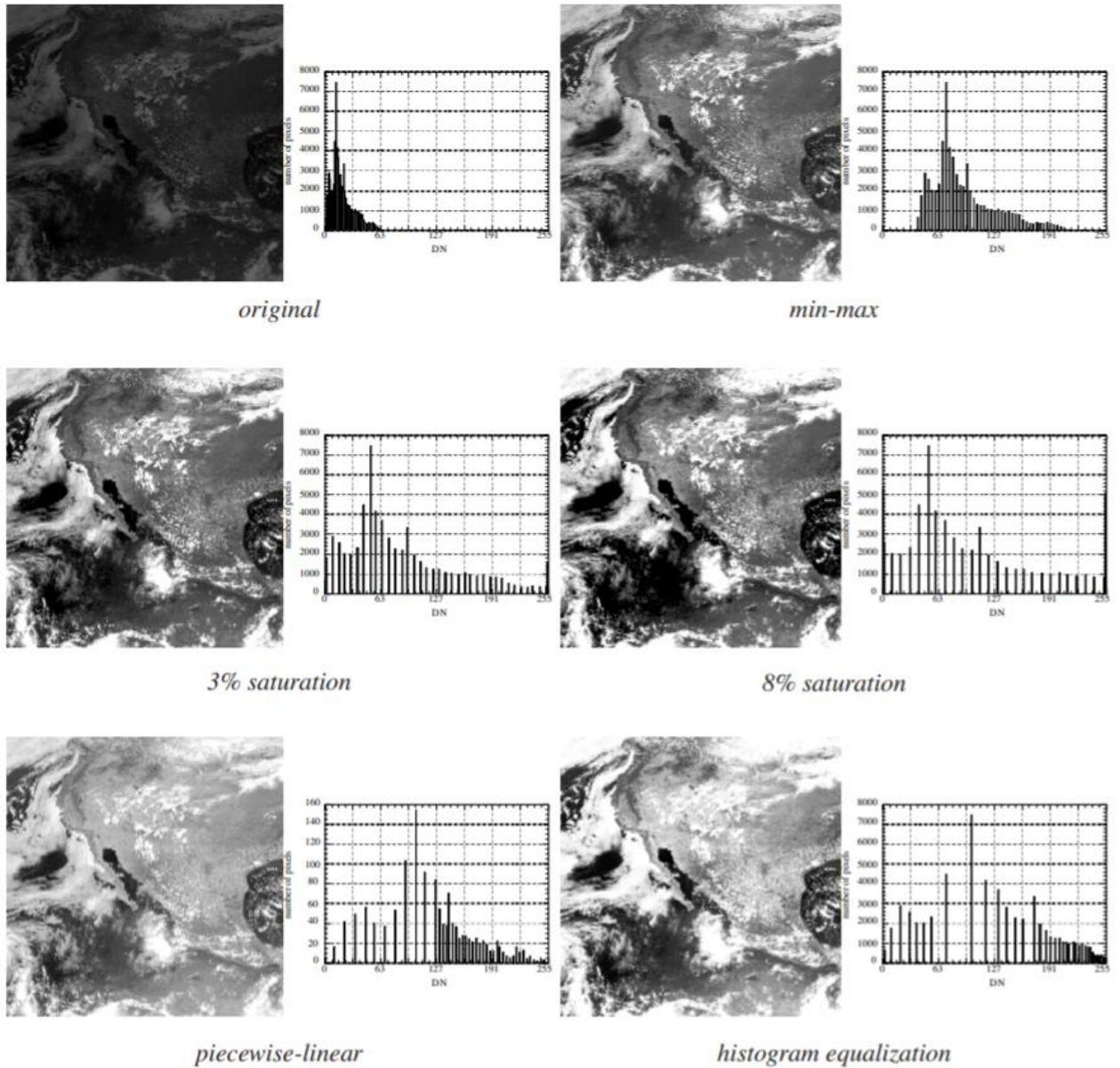


Рисунок 2.3 - Примеры усиления контраста с использованием точечных преобразований и глобальной статистики. Тестовое изображение получено с датчика видимой длины волны и показывает структуру облаков над Северной Америкой. По мере увеличения усиления при преобразовании растяжения занятые ячейки DN расходятся все дальше друг от друга. Обычно это не заметно на изображении, если только несколько DN не распределены по всему диапазону. Также обратите внимание, что кусочно-линейно преобразованная гистограмма напоминает выровненную гистограмму в смысле больших промежутков между DN для более низкого DN по сравнению с более высоким DN.

3 МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ МЕТОДОВ ПО ОБРАБОТКЕ СНИМКОВ

Алгоритм моделирования методов по обработке аэрокосмических снимков высокого разрешения состоит из нескольких этапов, которые приведены в рисунке 3.1.

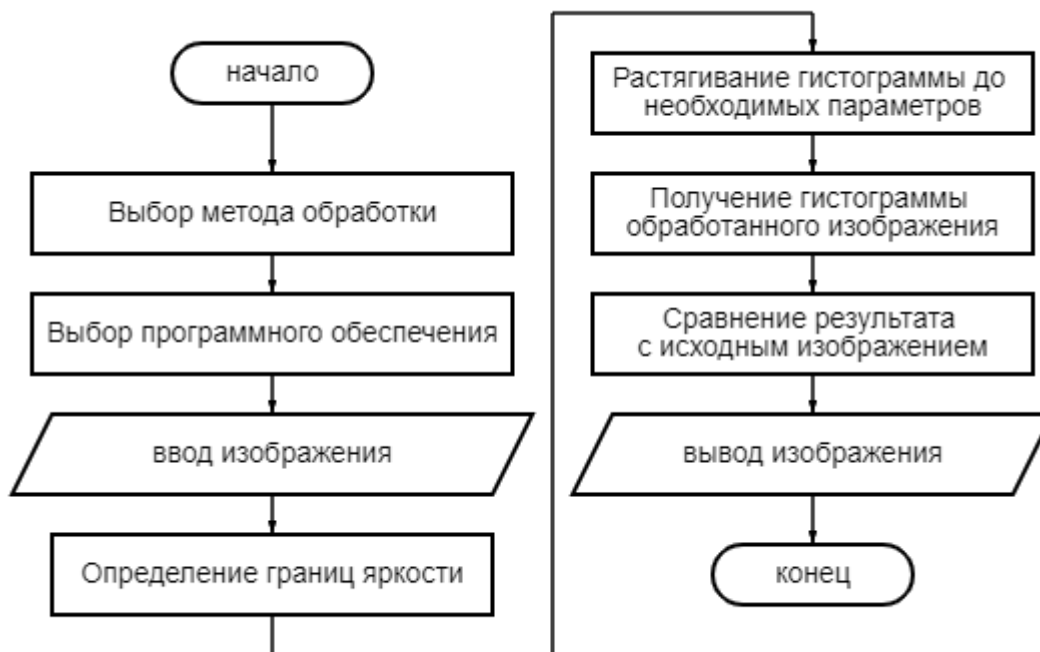


Рисунок 3.1 Алгоритм действия при моделировании и сравнительном анализе методов повышения контрастности космических снимков высокого разрешения.

3.1 Выбор программного обеспечения для дальнейшей работы

В настоящее время, из существующих редакторов изображения выбрали следующие программные обеспечения: Photoshop, ERDAS, ArcGIS, ENVI, GIMP.

Adobe Photoshop, широко известный как просто Photoshop, представляет собой мощную программу для редактирования фотографий и графического дизайна. Photoshop не подходит для обработки аэрокосмических снимков, потому что недостаточно развиты модули пространственной географической привязки, фильтрации и классификации аэрокосмических изображений.

ERDAS Imagine — это программное обеспечение на основе растров, специально разработанное для извлечения информации из спутниковых изображений. Встроенные функции включают импорт, просмотр, изменение и анализ как растровых, так и векторных наборов данных. Это программное

обеспечение способно обрабатывать неограниченное количество полос данных изображения в одном файле. Но одним из основных недостатков является стоимость и условия приобретения программного обеспечения.

GNU Image Manipulation Program (GIMP) – это свободно распространяемая программа для таких задач, как ретушь фотографий, композиция изображений и создание изображений. Является альтернативой для программного обеспечения Adobe Photoshop. Предназначена для специалистов в области редактирования фотографии, графическим редакторам и цифровым художникам. Следует отметить, что GIMP имеет все необходимые инструменты для полноценной обработки аэрокосмических снимков, но имеет много лишних инструментов которые в лишней раз будут только нагружать устройство.

Программный комплекс ENVI (Environment for Visualizing Images – среда для отображения снимков) от компании ITT Visual Information Solutions включает набор функций для обработки данных ДЗЗ и их интеграции с данными ГИС. ENVI лицензирован ведущими операторами космических данных, поэтому обеспечивает поддержку данных ДЗЗ, полученных со спутников.

ArcGIS — это географическая информационная система (ГИС) для работы с картами и географической информацией, созданная и поддерживаемая Исследовательским институтом экологических систем («Environmental Systems Research Institute», сокращенно Esri).

Для моделирования были выбраны программы ArcGIS и ENVI, так как широко используются среди специалистов в области дистанционного зондирования земли и имеют лучшие инструменты для обработки аэрокосмических снимков.

3.2 Моделирование

Операции обработки изображений манипулируют отдельными пикселями изображения для получения другого изображения. Точечные операции преобразуют каждый пиксель входного изображения в результирующий выходной пиксель.

Для данной работы были выбраны снимки спутника европейского космического агентства Sentinel-2. SENTINEL-2 — это европейская миссия по созданию многоспектральных изображений с широким диапазоном и высоким разрешением. Полная спецификация миссии спутников-близнецов, летящих по одной и той же орбите, но поэтапно на 180°, рассчитана на высокую частоту повторных посещений экватора в течение 5 дней.

SENTINEL-2 несет полезную нагрузку оптического прибора, который отсчитывает 13 спектральных полос: четыре полосы на расстоянии 10 м, шесть полос на расстоянии 20 м и три полосы с пространственным разрешением 60 м. Ширина орбитальной полосы составляет 290 км.

Спутники-близнецы SENTINEL-2 обеспечивают непрерывность данных

изображений типа SPOT и LANDSAT, способствуют непрерывным многоспектральным наблюдениям и приносят пользу службам и приложениям Copernicus, таким как управление земельными ресурсами, сельское и лесное хозяйство, борьба со стихийными бедствиями, операции по оказанию гуманитарной помощи, картирование рисков и проблемы безопасности.

Все обрабатываемые аэрокосмические снимки были полученные из официального веб-сайта НАСА[8].

3.2.1 Линейное Усиление Контраста

Основной целью этого метода является усиление связи между динамическим спектром получаемого изображения и экранирующего устройств. Для оцифровывания каждого отсчета дается 1 байт (8 бит) от запоминающего устройства, и таким образом входной либо выходящий сигналы смогут брать один из 256 значений. Обычно, рабочим диапазоном являются значения от 0 до 255, от полной темноты до белого цвета. Допустим, что наименьшая и наибольшая яркости необработанного снимка соответственно равны X_{\min} и X_{\max} . В случае если данные значения сильно различаются от граничных значений, то визуализированная картина будет смотреться ненасыщенной и пересвеченной, как на приведенном ниже изображении(рис 3.2) где диапазон яркостей идет от минимальной 8 до максимальной 213.



Рисунок 3.2 Необработанное изображение показывает структуру предгорья Алатау, рек Чарын и Или. Получен с помощью спутника Sentinel-2, 02.04.2022г.

Основное преобразование, используемое линейным усилением контраста:

$$y = a \cdot x + b, \quad (3.1)$$

В параметрах a и b указываются желаемые значения наименьшей y_{min} и наибольшей y_{max} выходной яркости. Решив систему уравнений:

$$\begin{cases} y_{min} = a \cdot x_{min} + b \\ y_{max} = a \cdot x_{max} + b \end{cases} \quad (3.2)$$

относительно параметров преобразования a и b , нетрудно привести (1) к виду:

$$y = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} (y_{max} - y_{min}) + y_{min}, \quad (3.3)$$

Обработанный снимок линейным контрастированием исходного снимка, ранее показанным на рис. 3.2, показан на рис.3.3 при $y_{min} = 0$ и $y_{max} = 255$. Визуальное сравнение этих двух рисунков говорит о значительном улучшении уровня различаемости объектов рисунка, связанный с использованием полного диапазона экрана.

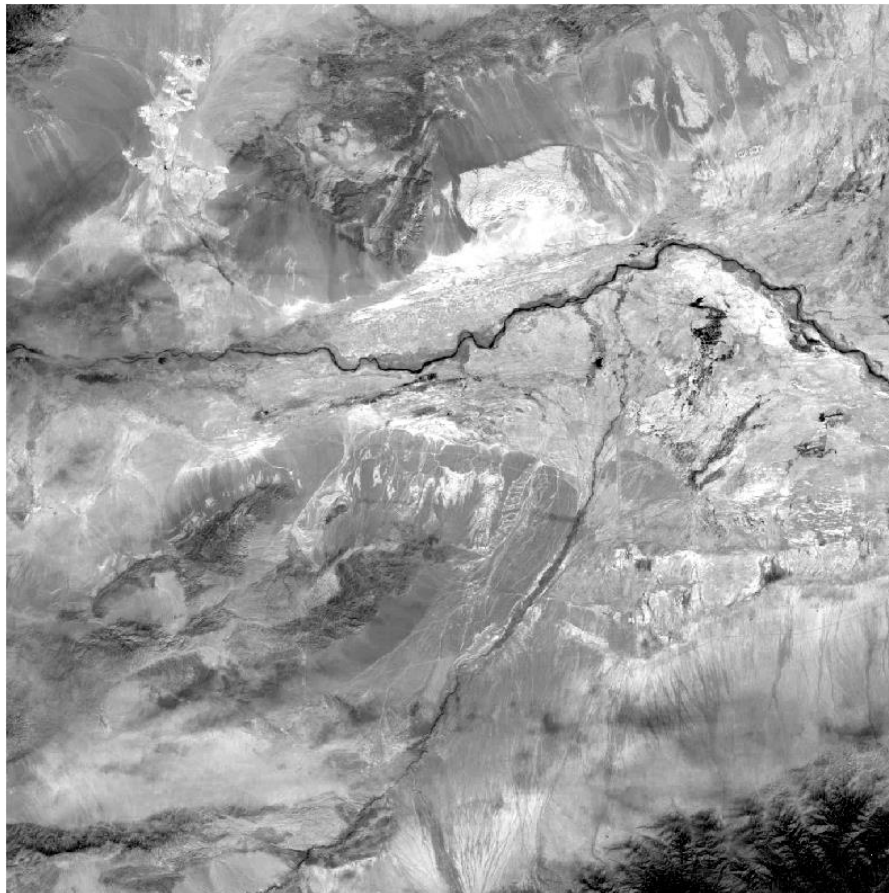


Рисунок 3.3 Снимок после линейного растягивания гистограммы.

При минимаксном линейном преобразовании используется уравнение:

$$y = \frac{255}{x_{max} - x_{min}} (x - x_{min}), \quad (3.4)$$

На рисунке 3.4 представлены снимки после линейного преобразования снимка, и их гистограммы для сравнения.

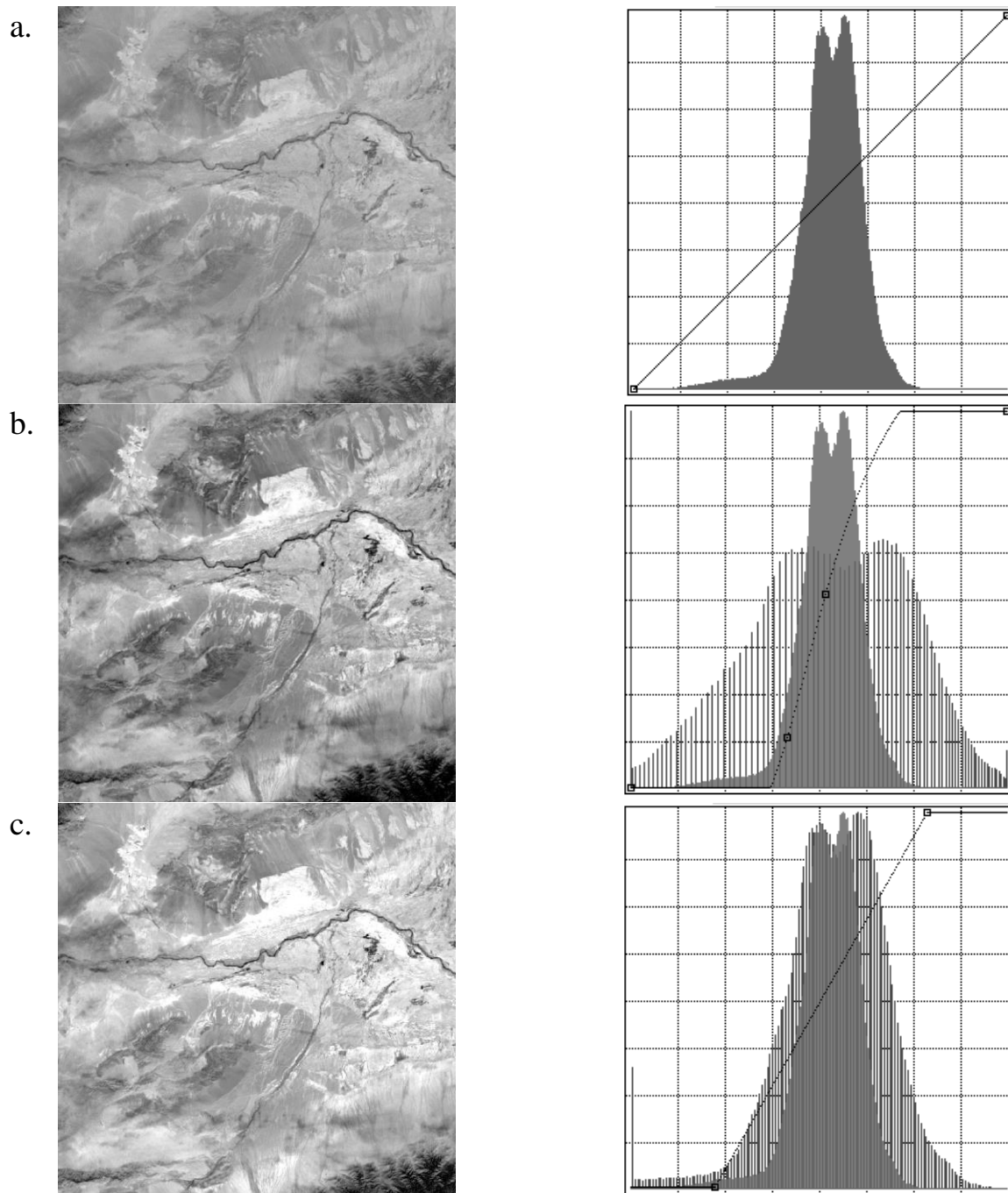


Рисунок 3.4 а) Необработанный снимок и его гистограмма; б) Линейное преобразование; с) Минимаксное линейное преобразование.

3.2.2 Нелинейное усиление контраста

Распространенным методом улучшения контрастности изображения при обработке изображений является выравнивание гистограммы. Статистическая таблица пикселей изображения представляет собой гистограмму изображения. Функция распределения плотности вероятности пикселей изображения представляет собой нормализованную гистограмму. Отражают информацию о распределении пикселей изображения. Технология улучшения изображения, основанная на выравнивании гистограммы и заданной обработке, может улучшить контрастность изображения и диапазон оттенков серого. Наилучшим методом обработки изображений с концентрированными уровнями серого является алгоритм выравнивания гистограммы. Но он не может эффективно бороться с шумом. Классификация методов выравнивания гистограмм показана на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 Классификация методов выравнивания гистограмм

Простая цифровая обработка изображений, гистограмма изображения должна быть введена в дискретную форму. Дискретная функция гистограммы цифрового изображения, у которого уровень серого находится в $[0, L-1]$ диапазоне, равна

$$h(r_k) = n_k, \quad (3.5)$$

Среди них r_k — это уровень серого уровня k , а n_k - количество пикселей уровня серого r_k на изображении. Общее количество пикселей в изображении n делится на каждое значение, чтобы получить нормализованную гистограмму:

$$P(r_k) = \frac{n_k}{n}, 0 \leq r \leq 1, k = 0, 2, \Delta, L - 1, \quad (3.6)$$

$P(r_k)$ дает оценку вероятности возникновения r_k .

Для обработки был выбран снимок местности недалеко от города Монтерей, США.

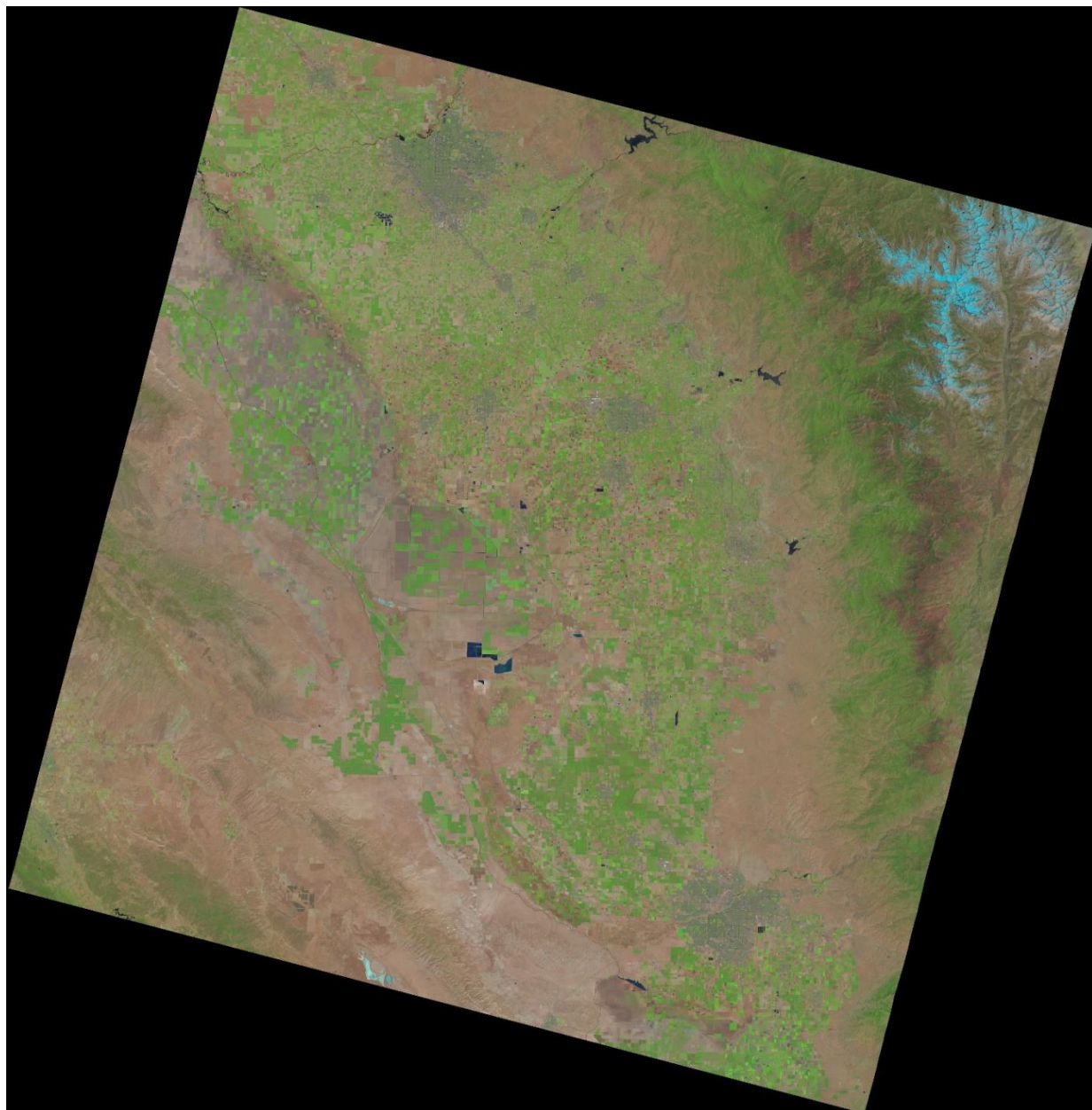


Рисунок 3.6 Необработанное изображение местности недалеко от города Монтерей, штат Калифорния, США. Получен с помощью спутника Sentinel-2, 21.05.2022г.

Обработанный методом выравнивания гистограммы рис. 3.6, показан на рис. 3.7. Простой осмотр этих изображений показывает, что на обработанном снимке присутствует больше различимых деталей в сравнении с исходным изображением.

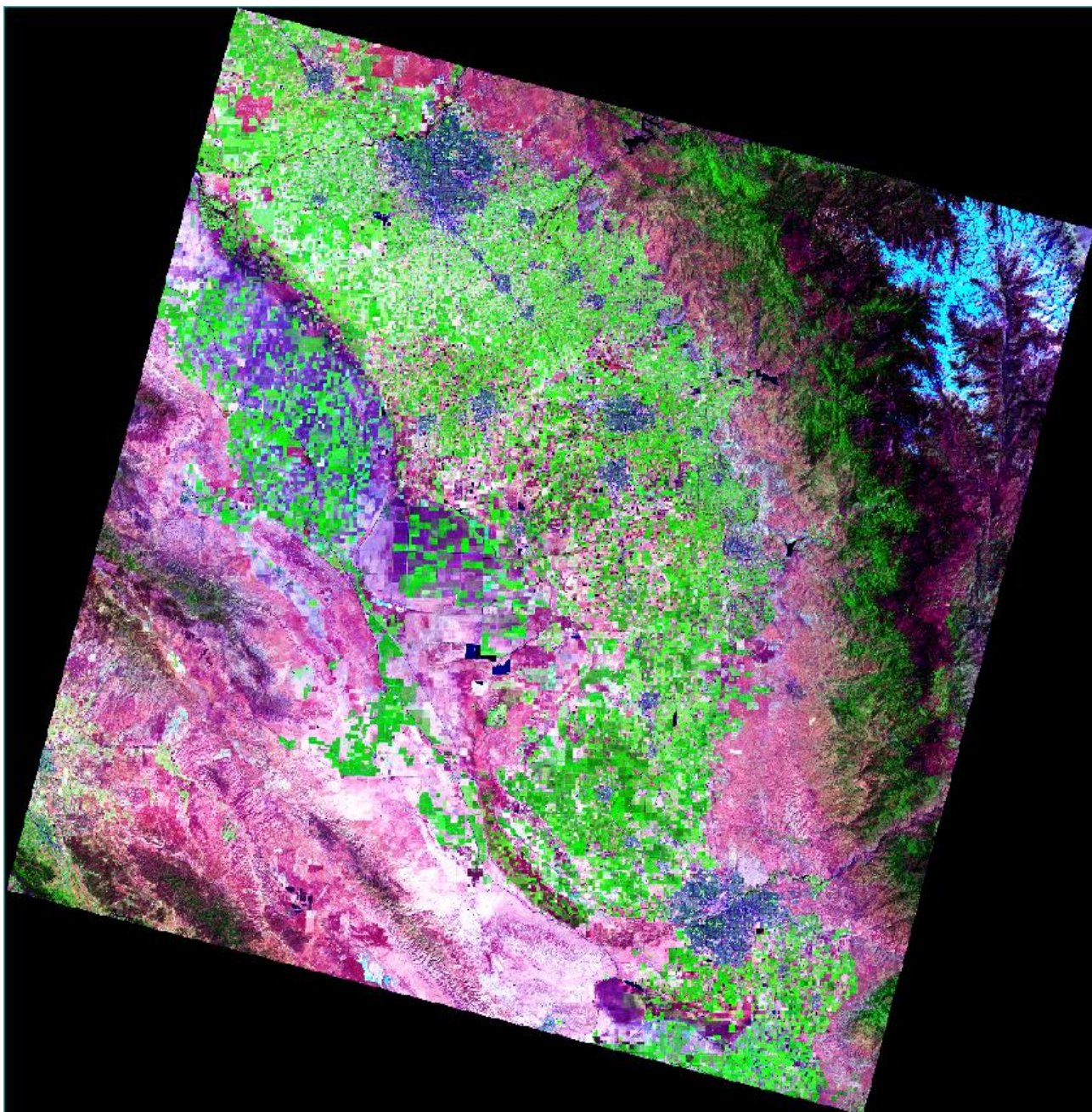


Рисунок 3.7 Снимок после выравнивания гистограммы.

Обработка таким образом позволяет подчеркнуть оригинальные цвета объектов и провести более глубокий анализ. После обработки, на снимке четко видны очертания сельскохозяйственных угодий, границы населенных пунктов и дороги в виде паутинообразных сплетений. Заснеженные вершины гор стали очевидно четче и таким образом можно наблюдать за структурой горных цепей.

4 ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ

С быстрым развитием информационных технологий цифровая обработка изображений широко используется в военной технике и мультимедийных технологиях. Целью шумоподавления и улучшения изображения является улучшение качества изображения и приближение его к потребностям практического применения, поэтому оно имеет очень хорошую исследовательскую ценность. Разрешение изображения относится к показателю способности различать определенные детали объекта на изображении. Можно показать, что чем мельче детали изображения, тем выше разрешение изображения.

С быстрым развитием мультимедийных цифровых видеотехнологий цифровая обработка изображений широко используется в различных аспектах, таких как аэрокосмическая промышленность, национальная оборона, наблюдение, жизнь людей и мультимедийные технологии. Это может помочь людям видеть и понимать информацию об изображениях более непосредственно и точно. Это позволяет нам более эффективно использовать данные изображений. Улучшение изображения — это эффективный метод улучшения качества изображения и визуальных эффектов, создающий хорошие условия для последующей обработки изображений и отслеживания видео. Контраст улучшенных изображений является основным аспектом улучшения изображения. В частности, это относится к разрешению пространственной тонкости изображения. Шумоподавление и улучшение изображения — это направление исследований, появившееся с развитием технологий обработки изображений.

Одной из наиболее важных функций данных дистанционного зондирования является составление карт землепользования и растительного покрова, и поэтому ими можно управлять с помощью процесса, называемого классификацией изображений.

Основываясь на идее о том, что различные типы объектов на поверхности земли имеют различную спектральную отражательную способность и свойства переноса, их распознавание осуществляется посредством процесса классификации. Примером классификации служит дальнейшая обработка снимка, приведенного в главе 3.2 (рис.4.1). Классифицирование позволяет провести дальнейшую обработку снимка посредством деления снимка по уровню контрастности на «участки» раскрашенные в несколько цветов. Например, в этом обработанном изображении места содержащие водные поверхности отмечены красным цветом и т. д. Таким образом, классификация позволяет определить и отметить участки с высоким содержанием разных руд или области в повышенном уровне задымленности.

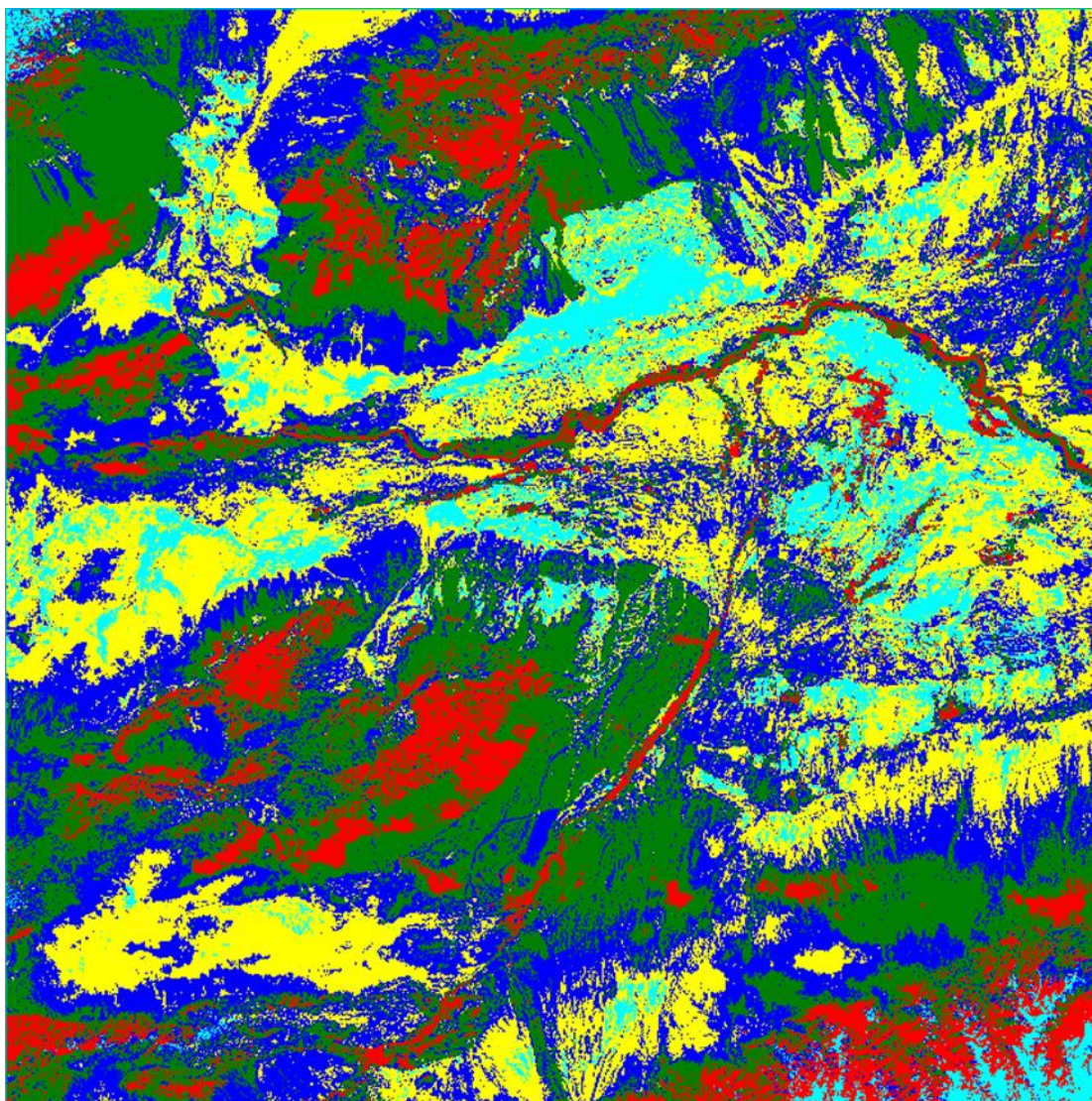


Рисунок 4.1 Классификация снимка после линейного вытягивания гистограммы

Также, данные спутниковых изображений дистанционного зондирования являются важным инструментом и технологией, которые используются для мониторинга стихийных бедствий и управления ими, для разработки моделей стратегического планирования, а также для прогнозирования и контроля стихийных бедствий по мере их возникновения. Оценки конкретных классов почвенного покрова, которые могут быть затоплены в результате стихийного бедствия, могут позволить операторам и планировщикам лучше оценить риски и уязвимость своего региона. Эта информация позволит определить приоритетность целевых мероприятий по смягчению последствий и обеспечению готовности для их района.

Использование многоспектральных спутниковых снимков имеет решающее значение для разделения составляющих материалов на спутниковой карте и для интерпретации изображений ущерба для оценки до или после бедствия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты обработки демонстрируют, что получение космических снимков земной поверхности максимального качества путем выбора параметров работы космического аппарата в настоящее время невозможно. При попадании в полосу обзора объектов с широким диапазоном отражательных характеристик на полученных изображениях будут формироваться области из светлых и темных полутонов, детали объектов в которых неразличимы. Причиной затруднения интерпретации таких снимков является низкий контраст изображения. В условиях, когда выбор параметров работы оптико-электронного комплекса носит неоднозначный характер, решить проблему повышения контраста можно путем постобработки аэрокосмического снимка полученного фото-приемным устройством. Такой подход позволяет отобразить на снимке объекты с лучшим контрастом, даже если они размещены в плохих условиях освещенности.

Важно отметить, что в этой работе были рассмотрены не все, но самые распространенные методы по контрастной обработке аэрокосмических снимков высокого разрешения. Эта область исследований имеет большой потенциал и простор для развития.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ ТЕРМИНОВ, ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ГИС	Географическая информационная система
КА	Космический аппарат
НАСА	Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (англ. National Aeronautics and Space Administration, сокр. NASA (НАСА))
США	Соединенные Штаты Америки
GL	Grey Level – уровень серого
DN	Digital Number – значение пиксела

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 N.R. Mokhtar, N.H. Harun, M.Y. Mashor, H. Roseline, N. Mustafa, R. Adollah, H. Adilah, N.F. Mohd Nasir, «Proceedings of the World Congress on Engineering», Vol 1 WCE 2009, July 1 - 3, London, U.K,2009.

2 M. Isa, M.Y. Mashor, N.H. Othman, «Contrast Enhancement Image Processing on Segmented Pap smear Cytology Images», Prof. of Int. Conf. on Robotic, Vision, Information and Signal Processing.pp. 118 – 125, 2003.

3 Y.T. Kim, «Contrast enhancement using brightness preserving bi-histogram equalization», IEEE Transactions on Consumer Electronics 43(1), 1–8, 1997.

4 J.Y. Kim, L.S. Kim, S.H. Hwang, «An Advanced Contrast Enhancement Using Partially Overlapped Sub-Block Histogram Equalization», IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 11, No. 4, 2001.

5 T.K. Kim, J.K. Paik, B.S. Kang, «Contrast enhancement system using spatially adaptive histogram equalization with temporal filtering», IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 1, PP. 82–86, 1998.

6 P.I. Vladimir, P.B. Alexi, «Image enhancement by homomorphic filters», Proc. SPIE Vol. 2564, pp. 153-159, Applications of Digital Image Processing XVIII, Andrew G. Tescher; Ed,1995.

7 William K. Pratt, «Digital Image Processing», ISBN-10: 0471857661 | ISBN-13: 978-0471857662 | Edition: 2 Publication Date: April 1991

8 Космические снимки получены с вебсайта: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На дипломную работу
Думанов Мағжан Думанұлы

5B074600 – Космическая техника и технологии

На тему: **Методы повышения контраста в аэрокосмических снимках
высокого разрешения**

В данной дипломной работе выполнены работы по анализу и моделированию методов улучшения изображения, по исследованию методов линейной и нелинейной обработке контрастности. Проведены работы по моделированию и анализу методов по обработке снимков, для более подробного изучения приведен алгоритм по моделированию каждого описанного метода по повышению контраста с помощью использования программного обеспечения для обработки аэрокосмических снимков. Также показаны примеры дальнейшего использования в разных сферах промышленности, использующих картографию.

Проведенная студентом работа позволяет решить проблему повышения контраста с помощью постобработки аэрокосмических снимков.

За время учебы и в процессе выполнения дипломной работы Думанов Мағжан проявил себя как теоретически подготовленный, дисциплинированный, грамотный и способный исследователь. В целом, дипломная работа Думанова М. отвечает основным требованиям, предъявляемым к дипломной работе и рекомендуется к защите с оценкой «96/А/отлично», а его автор достоин квалификации бакалавра по специальности 5B074600 - «Космическая техника и технологии».

Научный руководитель

м.т.н., лектор кафедры «ЭТиКТ»


подпись

Боранбаева А.Т.

Ф.И.О.

« 27 » 05 2022г.

РЕЦЕНЗИЯ
на дипломную работу Думанова Мағжана Думанұлы
на тему: «Методы повышения контраста в аэрокосмических снимках
высокого разрешения»

Целью дипломной работы Думанова М. Д. является исследование и моделирование методов по повышению контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения.

При попадании в полосу обзора объектов с широким диапазоном отражательных характеристик на полученных изображениях будут формироваться области из светлых и темных полутонов, детали объектов в которых неразличимы. Причиной затруднения интерпретации таких снимков является низкий контраст изображения. В условиях, когда выбор параметров работы оптико-электронного комплекса носит неоднозначный характер, решить проблему повышения контраста можно путем постобработки аэрокосмического снимка, полученного фото-приемным устройством. Методы улучшения изображения аэрокосмического снимка облегчают анализ и интерпретацию изображения. Таким образом, в рецензируемой дипломной работе рассматривается достаточно актуальная и интересная задача, связанная с изучением методов по повышению контраста в аэрокосмических снимках высокого разрешения.

В данной дипломной работе выполнены работы по анализу и моделированию методов улучшения изображения, по исследованию методов линейной и нелинейной обработке контрастности. Проведены работы по моделированию и анализу методов по обработке снимков, для детального изучения приведен алгоритм по моделированию каждого описанного метода по повышению контраста с помощью использования программного обеспечения для обработки аэрокосмических снимков. Также показаны примеры дальнейшего использования в разных сферах промышленности, использующих картографию.

Проведенные работы студентом позволяют решить проблему повышения контраста путем постобработки аэрокосмических снимков полученного фото-приемным устройством.

В целом дипломная работа выполнена на достаточно высоком уровне, соблюдены все требования к исследованию методов улучшения изображения и к оформлению работы. В тексте работы наблюдаются стилистические ошибки, которые не влияют на качество выполненного проекта.

Учитывая вышесказанное, считаю, что дипломная работа заслуживает высокой оценки 91 баллов и рекомендуется к защите.

Заведующий лабораторией
разработки космических систем
ДТОО «Институт космической
техники и технологий»



С.А. Елубаев

«25» 05 2022 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Думанов Мағжан Думанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения

Научный руководитель: Ерлан Таштай

Коэффициент Подобия 1: 3.9

Коэффициент Подобия 2: 0.5

Микропробелы: 15

Знаки из других алфавитов: 5

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

25.05.2022

Дата

 Мағжан
проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Думанов Мағжан Думанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения

Научный руководитель: Ерлан Таштай

Коэффициент Подобия 1: 3.9

Коэффициент Подобия 2: 0.5

Микропробелы: 15

Знаки из здругих алфавитов: 5

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

8.5.05.2022

Дата

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Думанов Мағжан Думанұлы

Тақырыбы: Методы повышения контрастности в аэрокосмических снимках высокого разрешения

Жетекшісі: Ерлан Таштай

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3.9

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.5

Дәйексөз (35): 1.8

Әріптерді ауыстыру: 5

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 15

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

26.05.2022
Күні

Кафедра меңгерушісі

