

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.421  
631.17

Тузик Леонид Михайлович

Автоматизированная система определения пораженных участков  
сельскохозяйственных земель

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-94 80 01 «Предупреждение и ликвидация  
чрезвычайных ситуаций»

---

Научный руководитель  
Мельниченко  
Дмитрий Александрович  
кандидат технических наук

---

Минск 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Прошло немногим более 50 лет с момента появления первых электронных вычислительных машин – компьютеров. За это время сфера их применения охватила практически все области человеческой деятельности. Сегодня невозможно представить себе эффективную организацию работы без применения компьютеров в таких областях, как планирование и управление производством, проектирование, разработка сложных технических устройств, издательская деятельность, образование – словом, во всех областях, где возникает необходимость в обработке больших объемов информации. Однако наиболее важным по-прежнему остается использование их в том направлении, для которого они собственно и создавались, а именно, для решения больших задач, требующих выполнения больших объемов вычислений. Такие задачи возникли в середине прошлого века в связи с интенсивным развитием научных отраслей.

В наше время круг задач, требующих для своего решения применения мощных вычислительных ресурсов, еще более расширился. Это связано с тем, что произошли фундаментальные изменения в самой организации научных исследований. Вследствие широкого внедрения вычислительной техники значительно усилилось направление численного моделирования и численного эксперимента. Численное моделирование, заполняя промежуток между физическими экспериментами и аналитическими подходами, позволило изучать явления, которые являются либо слишком сложными для исследования аналитическими методами, либо слишком дорогостоящими или опасными для экспериментального изучения. При этом численный эксперимент позволил значительно удешевить процесс научного и технологического поиска. Стало возможным моделировать в реальном времени научные процессы, проводить детальную оценку различных исследований и т.д. Очевидно, что решение таких масштабных задач требует значительных вычислительных ресурсов.

Вычислительное направление применения компьютеров всегда оставалось основным двигателем прогресса в компьютерных технологиях. Не удивительно поэтому, что в качестве основной характеристики компьютеров используется такой показатель, как производительность – величина, показывающая, какое количество арифметических операций он может выполнить за единицу времени. Именно этот показатель с наибольшей очевидностью демонстрирует масштабы прогресса, достигнутого в компьютерных технологиях.

Многопроцессорные системы, которые ранее ассоциировались в основном с суперкомпьютерами, в настоящее время прочно утвердились во

всем диапазоне производимых вычислительных систем, начиная от персональных компьютеров и заканчивая суперкомпьютерами на базе векторно-конвейерных процессоров. Это обстоятельство, с одной стороны, увеличивает доступность суперкомпьютерных технологий, а, с другой, повышает актуальность их освоения, поскольку для всех типов многопроцессорных систем требуется использование специальных технологий программирования для того, чтобы программа могла в полной мере использовать ресурсы высокопроизводительной вычислительной системы. Обычно это достигается разделением программы с помощью того или иного механизма на параллельные ветви, каждая из которых выполняется на отдельном процессоре.

Разрабатываемый программный продукт посвящен такому актуальному направлению предметной области, как параллельная обработка растровых изображений сельскохозяйственных полей. Снимки сельскохозяйственных полей имеют определенную специфику: высокое пространственное разрешение, неоднородность окраски, высокое влияние освещения на цветовые характеристики. Под задачей обработки понимается формализованная задача, в которой имеется множество фотоаэроснимков, полученных в результате облета беспилотного летательного аппарата участка поля или всего поля. Для обеспечения оперативности обработки необходимо реализовать параллельную обработку множества кадров, что позволит существенно сократить временные затраты задействовав ресурсы ЭВМ в полной мере.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью диссертационной работы является разработка автоматизированной системы параллельной обработки растровых аэрофотоснимков сельскохозяйственных полей, а также алгоритмов выделения и классификации площадных объектов на снимках различного пространственного разрешения, получаемых средствами ДЗЗ, с целью повышения оперативности и качества анализа изображений для формирования карт состояния растительности в задачах точного земледелия.

Достижение указанной цели обеспечит формирование карт пораженной растительности для последующей необходимой оценки количества средств защиты растений на сельскохозяйственном поле с учетом степени заболевания, имеющее важное народно-хозяйственное значение.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать автоматизированную систему для обработки аэрофотоснимков сельскохозяйственных полей, реализовать систему максимально гибкой и понятной для пользователя;
2. Разработать алгоритмы классификации выделенных площадных объектов на изображениях растительных покровов;
3. Разработать алгоритмы распознавания площадных объектов на изображениях различного пространственного разрешения с использованием текстурных признаков в дополнении к яркостным;

Объектом исследования являются цветные аэроснимки полей сельхозрастительности различного пространственного разрешения, предметы исследования – методы и алгоритмы выделения площадных объектов и их классификации.

Методология исследования. Теоретические исследования проводились на основе аппарата теории цифровой обработки сигналов и изображений, теории нейронных сетей, параллельной обработки, теории построения вычислительных систем. Экспериментальные исследования выполнялись путем моделирования на ЭВМ.

Положения, выносимые на защиту

На защиту выносятся следующие положения:

1. Автоматизированная система параллельной обработки растровых фотоаэроснимков, как полноценный программный продукт, обеспечивающий максимальное быстродействие при обработке снимков за счет распараллеливания процессов обработки.

2. Алгоритмы распознавания площадных объектов на основе оценок локальной вариативности яркости, которые позволяют предварительно разделить области растительности и почвы для уменьшения объема вычислений при обработке и повышения точности распознавания.

3. Алгоритмы совместной сегментации аэрофотоснимков сельскохозяйственных полей на основе яркостных и текстурных признаков, которые позволяют осуществлять более точное выделение площадных объектов с неоднородной окраской по сравнению с традиционными алгоритмами без существенного возрастания времени обработки.

Научная значимость результатов.

Полученные в диссертации результаты обеспечивают решение важной научно-технической задачи формирования карт состояния сельскохозяйственной растительности для дальнейшего их использования в точном земледелии.

Личный вклад соискателя

Основные результаты, представленные в диссертационной работе, получены лично соискателем. Научный руководитель и соавторы совместных работ принимали участие в постановке цели и задач исследований, их предварительном анализе, а также обсуждении полученных результатов.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе магистерской диссертации выполнен анализ существующих средств обработки аэрофотоснимков, приведена классификация параллельных ЭВМ, выделены основные методы параллельного программирования, также в данной главе дается краткий обзор графической библиотеки OpenCV, которая легла в основу проектирования методов разработки автоматизированной системы.

Во второй главе магистерской диссертации выполнено описание архитектурного паттерна программной разработки, для системы был выбран MVC(модель-представление-контроллер) паттерн, данный паттерн наиболее эффективен для данной программной разработки, также приведена структурная схема системы и произведен выбор программных средств для разработки программного обеспечения. В результате анализа существующих инструментов разработки, был выбран Qt SDK. Qt SDK – кроссплатформенный инструментарий разработки ПО на языке программирования C++. Qt позволяет создавать собственные плагины и размещать их непосредственно в панели визуального редактора. Также существует возможность расширения привычной функциональности виджетов, связанной с размещением их на экране, отображением, перерисовкой при изменении размеров окна.

В третьей главе магистерской диссертации выполнено функциональное проектирование программной разработки. Функциональное проектирование – это основной раздел работы, дающий ключ к пониманию функционирования разрабатываемой программы и исчерпывающую информацию о ее структуре с точки зрения описания данных и обрабатывающих их подпрограмм – функций и процедур. В данной главе детально описана реализация системы, приведены основные классы и методы обработки, которые используются в системе, также дается детальное описание реализации многопоточной обработки.

В четвертой главе магистерской диссертации описано пошаговое тестирование программной разработки, тестирование является неотъемлемой частью разработки программного изображения. Процесс тестирования разработанного приложения заключается в том, чтобы после компиляции его под различные платформы выполнить перечисленные выше варианты тестирования, образующих своеобразный тестовый набор. При успешном завершении данного тестового набора, можно судить о работоспособности продукта в целом. Также в данной главе описано пошаговое руководство для пользователя и необходимые системные требования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате разработки в рамках данной работы был реализован полноценный программный продукт, полностью удовлетворяющий поставленным требованиям. Достоинства разработанной системы параллельной обработки растровых изображений:

- поддержка множества современных операционных систем;
- высокая производительность системы в целом;
- удобная возможность просмотра результатов обработки;
- возможность обработки несколькими методами одновременно;
- четыре изначально реализованных метода обработки;
- реализована возможность подключения своего собственного метода обработки без изменения кода системы;
- гибкий, интуитивно понятный интерфейс;
- автоматическая проверка на корректность вводимых пользователем входных данных;

В то же время следует отметить некоторые недоработки продукта:

- фиксированное количество методов обработки;
- относительно высокая вычислительная потребность для выполнения потоковой обработки;

Разработанные алгоритмы представляют собой основу для разработки подключаемых библиотек и независимых программных утилит, которые могут использоваться в коммерческих и свободно распространяемых программных комплексах и пакетах, предназначенных для решения задач мониторинга окружающей среды по данным ДЗЗ. Также возможна программная реализация отдельных алгоритмов обработки данных для систем обработки и анализа информации.

Разработанная структура аппаратно-программного комплекса мониторинга сельскохозяйственных полей является основой для разработки комплексов для мониторинга состояния растительности и автоматизированного принятия решений в задачах точного земледелия и лесопользования. Разработанный программный комплекс обработки данных дистанционного зондирования земли для решения задач устойчивого лесопользования может использоваться на предприятиях Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Результаты работы предназначены для использования в организациях, решающих задачи в области сельского хозяйства, лесопользования, контроля

пожаров, наводнений и иных областей требующих обработки мультиспектральных данных ДЗЗ.

### Сведения об участии в конференциях

Название мероприятия, место проведения, дата (количество выступивших с докладами)	Участие с публикацией (сборники тезисов докладов, материалы либо труды конференции) ФИО автора, название, изд-во, год, номера стр.	
	Тезисы докладов	Материалы конференции
<b>Республика Беларусь</b>		
МАТЕРИАЛЫ XX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, «Современные средства связи» 14–15 октября 2015 года Минск, Республика Беларусь	Тузик Л.М. Организация параллельной обработки изображений в автоматизированной системе анализа состояния сельскохозяйственных земель. С. 169	
МАТЕРИАЛЫ XXI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, «Современные средства связи» 20–21 октября 2016 года Минск, Республика Беларусь	Тузик Л.М. Применение современных информационных технологий при экспресс-анализе состояния растительных покровов. С. 155	