

На правах рукописи

ДАО КХАНЬ ХОАЙ

**РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ ТРАНСФОРМИРОВАНИЯ И
ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СВЕРХБОЛЬШИХ МАССИВОВ
ВИДЕОДАННЫХ**

Специальность 25.00.35 –
Геоинформатика

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва – 2005

Работа выполнена на кафедре вычислительной техники и автоматизированной обработки аэрокосмической информации Московского государственного университета геодезии и картографии.

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор

Журкин И.Г.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор, Чугреев И.Г.

кандидат технических наук, доцент, Говоров А.В.

Ведущая организация:


Институт проблем управления РАН

Защита состоится « » декабря 2005 г. В ____ час. на заседании диссертационного совета Д.212.143.03 в Московском государственном университете геодезии и картографии по адресу: 105064, Москва К-64, Гороховский переулок, д. 4, МИИГАиК.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МИИГАиК

Автореферат разослан «.....».....2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

 Ю.М. Климков

2006-4
26158

2240436

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

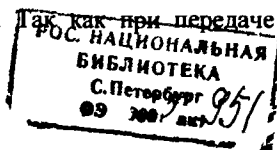
Фактически любой процесс тематической обработки аэрокосмических снимков включает этап (или этапы) получения трансформированного изображения (ТИ), который представляет собой преобразование проекции исходного изображения в проекцию выходного документа, необходимую потребителю. Этап трансформирования обычно выполняется перед процессами стереоизмерений и дешифрирования снимков, а также при составлении фотопланов. Во всех перечисленных процессах важно обеспечить высокую геометрическую точность трансформирования изображения при сохранении на ТИ изобразительного качества исходного изображения.

Особую значимость вопросы цифрового трансформирования изображений получили в современной фотограмметрии. В последнее время цифровые фотограмметрические системы (ЦФС) с успехом заменяют традиционные системы, основанные на использовании аналоговых изображений.

Теоретические основы трансформирования снимков детально разработаны в трудах отечественных и зарубежных специалистов. Среди них следует назвать Н.М. Алексапольского, Ф.В. Дробышева, А.Н. Лобанова, Г.П. Жукова, И.Г. Журкина, Е.И. Калантарова, А.В. Чекалина и другие, а также Blachut T, FinsterWalder R, Konesny G, Krauss K и другие. Вместе с тем, реализация современной технологии цифрового трансформирования на персональных компьютерах требует дополнительных исследований.

Среди основных производителей ЦФС в настоящее время являются "Helava" (США), "Intergraph" (США), "Orthon" (Франция), "Phodis" (Германия), "Leica GeoSystem" (Швейцария), "OrthoPhoto-SDS", "Талка", "PhotoMod" (Россия) и другие.

Во всех фотограмметрических станциях вышеперечисленных фирм в основном реализуется метод обратного трансформирования изображения. Этот метод обеспечивает простоту в реализации и строгость в сохранении геометрических свойств снимков, но он не всегда гарантирует хорошее визуальное дешифровочное качества ТИ.



плотности элементу ТИ из исходного изображения, в которой используются упрощенные методы передачи, например «метод ближайшего соседа» или «метод билинейной интерполяции», то во многих случаях это приводит к существенному ухудшающего фотометрического качества исходного изображения. Таким образом, необходимо разработать новые алгоритмы трансформирования изображения с возможностью более эффективной передачи оптической составляющей исходного изображения в трансформированное, что позволило бы повысить изобразительное качество конечного продукта.

Кроме того, важной задачей при проектировании и эксплуатации ЦФС и ГИС является процесс визуализации цифровых изображений. Все производители этих систем стремятся к совершенству и расширению возможности отображения цифровых моделей местности. В настоящее время имеется широкий выбор программ: GIS(из комплекта Erdas Imagine), MultiGEN, Arcview 3D-Alalyst и т.д.

Несмотря на достоинства вышесказанных ГИС программ, в них реализуются алгоритмы отображения данных с учетом только локального экрана с невысоким физическим разрешением. Следовательно, объем выводимых данных на экран всегда ограничен и тем самым ограничивается скорость работы оператора.

Важно также обратить внимание и на такой важный этап эксплуатации ГИС как редактирование цифрованных данных. От его качества в значительной мере зависят последующие этапы проектирования и эффективности функционирования ГИС проекта в целом. Взаимодействие оператора с ГИС осуществляется в диалоговом режиме, суть которого заключается в формировании запросов серверу ГИС и получении откликов в виде картографических изображений. Просматривая фрагменты карты, оператор редактирует оцифрованные данные для выявления ошибок цифрования. Следовательно, чем больше число оцифрованных объектов оператор может одновременно увидеть на экране монитора, тем быстрее и точнее он осуществит процесс редактирования. Таким образом, экран большого формата

и высоким разрешением позволил бы точнее и быстрее выполнять этап редактирования в ГИС.

Традиционные аппаратные средства, которые непосредственно служат для отображения данных, являются мониторами ЭВМ, от характеристик которых существенно зависит работа пользователей с графическими приложениями.

При обработке и визуализации больших объемов видеоданных, к экранам отображения видеоданных требуется предъявлять существенно более высокие требования, чем к традиционным мониторам ЭВМ, которые в основном и используются в существующих системах обработки изображений: ЦФС и ГИС. Таким образом, становится весьма актуальной проблема разработки более эффективных систем отображения цифровых изображений, которые имели бы возможность визуализации видео данных с более высоким разрешением и большим увеличением.

Цели диссертации

Целью диссертационной работы является разработка алгоритмов цифрового трансформирования изображения с повышенным качеством дешифровочных свойств и разработка технологии отображения изображений на БЭВР. Реализации поставленной цели потребовала решения следующих задач:

- Проанализировать существующие методы цифрового трансформирования изображений;
- Разработать новые алгоритмы цифрового трансформирования изображений с повышенным качеством дешифровочных свойств;
- Разработать методику сравнительной оценки качества различных способов цифрового трансформирования изображений;
- Проанализировать традиционные методы организации хранения сверхбольших объемов данных;
- Разработать подходы к созданию технологии отображения изображений на экране большого формата.

Методы исследования

Диссертационное исследование строится на системном подходе и опирается на теоретические и практические разработки в области геоинформатики, обработки изображения, цифровой фотограмметрии и картографии.

На защиту выносятся

- Разработка методов двухмерной фильтрации для передачи оптической плотности при трансформировании видеоизображений
 - а) метод свертки при цифровом трансформировании аэрокосмических снимков.
 - б) метод «деление пополам» при цифровом трансформировании аэрокосмических снимков.
- Разработка методики сравнительной оценки качества различных способов цифрового трансформирования изображений и программные модули, реализующие данные методы
- Разработка требований к параметрам системы отображения видеоданных на экране большого формата.
- Архитектура системы воспроизведения видеоданных на экране большого формата.
- Программное обеспечение для моделирования процесса отображения цифровых видеоизображений на основе мультимедийных проекторов

Научная новизна

В диссертации – Разработаны и исследованы два новых алгоритма цифрового трансформирования изображения на основе двухмерной фильтрации: а) метод свертки при цифровом трансформировании аэрокосмических снимков; б) метод «деление пополам» при цифровом трансформировании аэрокосмических снимков

Разработана архитектура системы визуализации цифровых изображений на основе мультимедийных проекторов.

Разработана методика сравнительной оценки качества различных способов цифрового трансформирования аэрофотоснимков

Практическая значимость работы.

Разработанные в диссертации алгоритмы и программные модули цифрового трансформирования аэрокосмических снимков использовались при выполнении договорных работ с предприятиями «Роскартографии».

Методика оценки качества цифрового трансформирования передана для тестирования ЦФС в «Роскадастрнедвижимости».

Разработанное программное обеспечение для моделирования отображения цифровых видеоизображений на основе мультимедийных проекторов использовалось в учебном процессе и при презентации на международных выставках программных продуктов по ГИС.

Апробация результатов работы.

Диссертационные исследования докладывались и обсуждались: на ежегодных научно-практических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК (2003, 2004 гг.); на международной научно-технической конференции «Геодезия, картография, кадастр на службе России», посвященной 225-летию МИИГАиК (Москва, 25-26 мая, 2004г.); на VII, VIII и IX международной научно-практической конференции «GeoINFOCAD2003-2005»; на международной научно-технической конференции «GeoForm2005».

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 3 статьи.

Объем и структура работы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и 1-ого приложения. Содержит 106 страниц машинописного текста, 2 таблицы, 45 рисунков. Список литературы включает 102 наименования литературных источников, ресурсов Internet.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, поставлены цель и задачи исследований.

Глава 1. Обзор методов цифрового трансформирования снимков

В главе представлен обзор существующих методов цифрового трансформирования изображения, даны теоретические основы для реализации этих методов. Также были рассмотрены способы передачи оптической плотности, которые используются при трансформировании аэрокосмических снимков.

Прямое трансформирование в настоящее время практически не используется одиночно из-за его многих недостатков. Одним из недостатков этого метода является вещественные адреса пикселей на трансформированном изображении, которые приводят к неточному геометрическому преобразованию, а также к образованию разрывов на трансформированном. Обратное трансформирование выполняется по обратным формулам:

$$\begin{aligned}x &= f(x^T, y^T) \\ y &= f(x^T, y^T)\end{aligned} \quad (1)$$

т.е. задаваясь координатами x, y какого-либо пикселя на трансформированном изображении, по формулам (1) вычисляют координаты соответствующего пикселя на исходном снимке x, y , по которым берется плотность d и переносится на трансформированное изображение. На практике чаще используют обратное трансформирование, так как при прямом трансформировании могут возникнуть разрывы в изображении. Комбинированное трансформирование представляет собой комбинацию из прямого и обратного методов трансформирования. Применяется как один из методов определения и заполнения мертвых зон на ортофотоснимке.

Метод обратного цифрового трансформирования изображений успешно решает проблемы разрыва на трансформированном изображении. Однако этому методу также присущи проблема вещественных адресов. При передаче

оптической плотности из исходного изображения в трансформированное применялись различные методы решения проблемы вещественных адресов.

Простой метод передачи оптической плотности при цифровом трансформировании изображения носит название «метод ближайшего соседа», в котором вещественные координаты искомого пикселя округляют до ближайших целых значений. Метод быстро реализуется, но в нем за искомый пиксель берется другой (ближайший сосед) пиксель. Следовательно, ухудшается визуальное качество трансформированного изображения.

Другой более распространенный метод передачи оптической плотности из исходного изображения на трансформированное, который широко используется на практике, является метод «билинейного интерполирования».

В этом методе за значение яркости искомого пикселя на ТИ берется значение, получаемое в результате билинейной интерполяции значений четырех соответствующих пикселей исходного изображения.

Таким образом, и по методу «билинейного интерполирования» способ передачи оптической плотности остается малоэффективным, т.к. для вычисления значения яркости искомого пикселя учитываются только четыре ближайших пикселей.

На основании отмеченного следует необходимость разработки алгоритмов, улучшающих изобразительное качество ТИ.

Глава 2. Разработка методов двумерной фильтрации для передачи оптической плотности при трансформировании видеоизображений.

В главе представлены разработанные алгоритмы трансформирования изображений и методика сравнительной оценки алгоритмов трансформирования изображений.

Необходимость разработки метода сравнительной оценки алгоритмов трансформирования вызвана тем, что процесс трансформирования является важнейшим этапом при фотограмметрической обработке снимков на ЦФС. Так от эффективности выбранного алгоритма трансформирования в значительной

мере зависит и производительность обработки снимков на ЦФС в целом, и актуализация картографической базы данных ГИС.

Метод сравнительной оценки алгоритмов трансформирования изображения основан на подходе двойного трансформирования. В качестве математического аппарата, используемого в нем, выбран корреляционный анализ двух сравниваемых изображений. Корреляционный анализ состоял в вычислении нормированных взаимных корреляционных функций $K_{XX}(\tau_i, \tau_j)$ случайных оптических структур исходного изображения, принимаемого в указанном способе за эталоны, и с теми же структурами, полученными после двойного трансформирования. Нормированные взаимные корреляционные функции $K_{XX}(\tau_i, \tau_j)$ вычислялись по формулам (2):

$$K_{XX}(\tau_m, \tau_n) = \frac{k_{XX}(i, j, it, jt)}{\sqrt{k_{XX}(i, j)k_{XX}(it, jt)}}, \text{ где } \tau_m = it - i, \tau_n = jt - j, \quad (2)$$

i, j -индексы пикселя с оптической плотностью $X(i, j)$ на исходном изображении, it, jt -индексы пикселя с оптической плотностью $Xt(it, jt)$ на трансформированном изображении, $k_{XX}(i, j), k_{XX}(it, jt)$ -автокорреляционные функции оптической плотности исходного и трансформированного изображений, $k_{XX}(i, j, it, jt)$ –взаимная корреляционная функция оптической плотности исходного и трансформированного изображений.

Этапы выполнения метода сравнения:

1)Подготовка тестовых изображений и выбор на этих изображениях специфических структур, принимаемых за эталонные изображения.

2)Проведение трансформирования исходного изображения по выбранному методу (алгоритму) с заданными параметрами трансформирования.

3)Преобразование трансформированного изображения по формулам обратного трансформирования (проектирования) в положение исходного изображения.

4)Вычисление значений взаимной корреляционной функции по формулам (2) для дважды трансформированного и исходного изображений.

5) Нахождение максимального значения взаимной корреляционной функции.

6) Визуальная сравнительная оценка сравниваемых изображений, включающая:

- передачу линейных форм изображений,
- передачу периодических структур изображений,
- передачу и дешифрирование микроструктур изображений,
- субъективную оценку изображений.

Метод свертки в процессах трансформирования изображений.

Для математического описания процесса трансформирования можно применить модель линейной передачи оптической информации, использующую понятие свертки двумерного сигнала. При этом, если за отклик трансформирующей системы принять функцию $h(k, l)$, тогда процесс трансформирования дискретного изображения можно описать:

$$\rho^t[n_t, m_t] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=-\infty}^{\infty} h(n-k, m-l) \times \rho(n, m), \quad (3)$$

где $\rho[n, m]$ - исходное изображение,

$\rho^t[n_t, m_t]$ - трансформированное изображение.

Круглые скобки, введенные в данной формуле, свидетельствуют о том, что значения дискретных аргументов m, n в этих формулах могут принимать действительные значения.

В данном эксперименте в качестве передаточной функции h выбрано прямоугольное окно размером $m_x \times m_y$:

$$\begin{aligned} m_x &= \frac{dx}{dx_t} = \frac{a1 \times (a3 \times x_t + b3 \times y_t - c3 \times f) - a3 \times (a1 \times x_t + b1 \times y_t - c1 \times f)}{(a3 \times x_t + b3 \times y_t - c3 \times f)^2} \\ m_y &= \frac{dy}{dy_t} = \frac{b2 \times (a3 \times x_t + b3 \times y_t - c3 \times f) - b3 \times (a2 \times x_t + b2 \times y_t - c2 \times f)}{(a3 \times x_t + b3 \times y_t - c3 \times f)^2} \end{aligned} \quad (4)$$

Используя дискретные значения x_i, y_i текущего пикселя, по формулам обратного проектирования (1) находят вещественные координаты x, y . Вычислив по зависимостям (4) значения m_x, m_y , определяем положение краевых точек для прямоугольной области задания функции h на исходном снимке (рис. 1а).

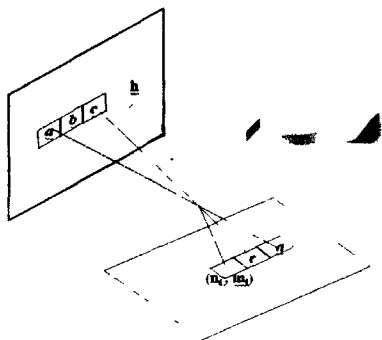


Рис. 1а.

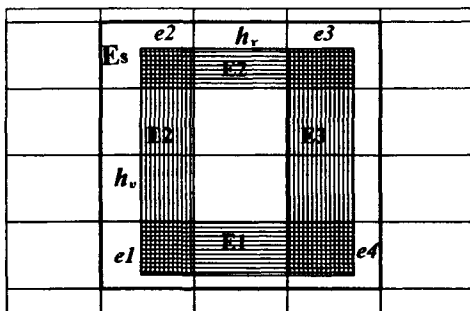
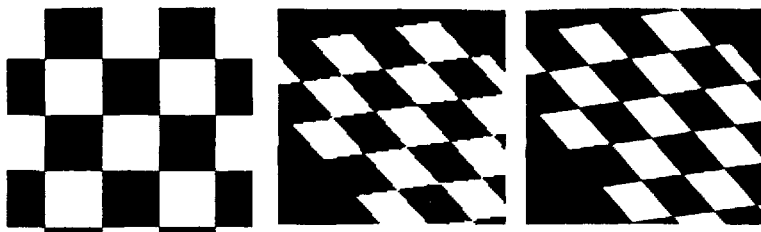


Рис. 1б.

Реализация алгоритма (3) выполняется поэтапно.

Сначала вычисляется энергия E_s для всех целых пикселей, содержащих область задания функции h . На рис.1б. эти пиксели обведены жирной линией. Затем вычисляются доли энергии пикселей для зон, входящих в E_s , но не попадающих в область задания функции h – E_1, E_2, E_3, E_4 . Вычислив значение энергии перекрывающихся зон (двойная штриховка) – e_1, e_2, e_3, e_4 , определяем плотность энергии пятна h :

$$E_h = \frac{E_s - (E_1 + E_2 + E_3 + E_4) + (e_1 + e_2 + e_3 + e_4)}{m_x \times m_y} . \quad (5)$$



а) Исходное изображение б) Метод билинейного интерполирования в) Метод СВ

Рис. 2. Передача деталей изображения при прямом трансформировании (Одinarное трансформирование; $\alpha=\omega=\kappa=30$; Масштаб $M=1:2.5$; Частота сканирования 21 мкм)



а) Исходное изображение б) Метод билинейного интерполирования в) Метод СВ

Рис. 3. Передача деталей изображения случайного оптического поля (Двойное трансформирование; $\alpha=\omega=\kappa=30$; Масштаб $M=1:1$; Частота сканирования 21 мкм)

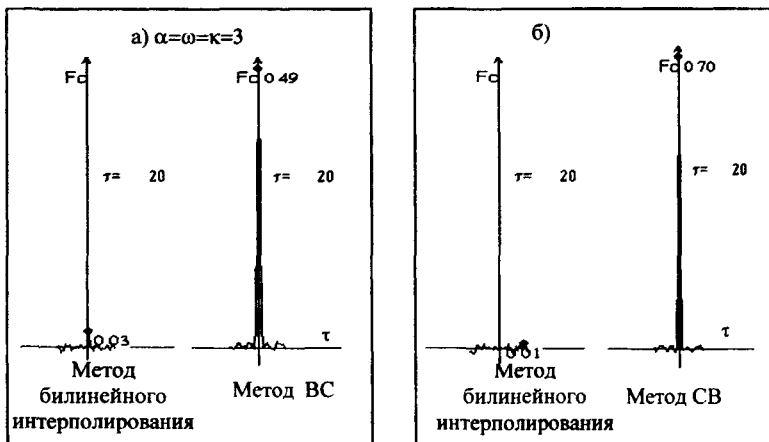
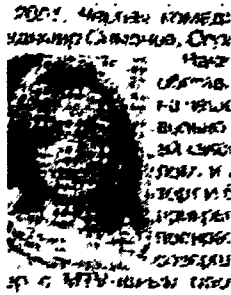


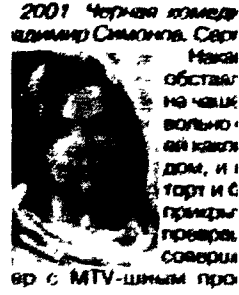
Рис. 4. Графики взаимной корреляционной функции исходного и дважды трансформированного изображения случайного оптического поля



а) Исходное изображение



б) Метод билинейного
интерполирования

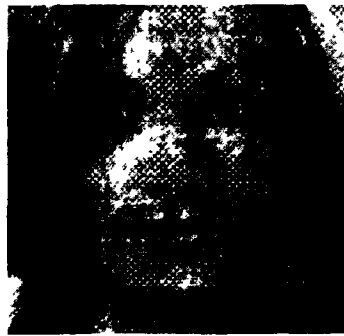


в) Метод СВ

Рис. 5. Дешифровочные свойства трансформированных изображений
(Двойное трансформирование; $\alpha=\omega=k=30$; Масштаб $M=1:1$; Частота
сканирования 21мкм)



б) Метод билинейного
интерполирования



в) Метод СВ

Рис. 6. Нарушение микроструктуры изображения при обычном увеличении
(Обычное увеличение; $\alpha=\omega=k=0$; Масштаб $M=1:2.5$;
Частота сканирования 21мкм)



а) Исходное изображение



б) Метод билинейного
интерполирования



в) Метод СВ

Рис.7. Проявление побочного методического эффекта при обработке
растровых изображений.

Для тестирования разработанного алгоритма были проведены эксперименты с использованием методики сравнительной оценки и

различными тестовыми изображениями: “шахматная доска”; случайное оптическое поле; фрагмент журнальной статьи.

Все результаты эксперимента представлены на рис. 2,3,4,5,6,7.

По результатам эксперимента можно сделать следующие выводы:

Сравнение одинарно трансформированных изображений шахматного поля (рис. 2) явно показывает недостатки математически нестроого метода билинейного интерполирования. Границы черно-белых полей имеют структуру “гребенки” вместо прямой границы. В методе (СВ) этот эффект визуально не обнаруживается.

Более явно и объективно недостатки способа билинейного интерполирования выявлены в эксперименте со случайными оптическими полями. Сравнение дважды трансформированных фрагментов изображений случайного оптического поля показывает, что на изображениях полученных способом билинейного интерполирования невозможно переопознать какие-либо структуры, образованные группами-соединениями пикселей с близкими по значению яркостями. На трансформированных по способу (СВ) изображениях легко переопознаются такие структуры размером 20-30 пикселей. Более объективные выводы можно сделать из анализа взаимных корреляционных функций исходных изображений с дважды трансформированными. Превышающие в 3-4 раза пики корреляционных функций ($\tau_i=0$) и низкий уровень собственных шумов выгодно отличают способ (СВ) от традиционного способа билинейного интерполирования (рис. 4а, 4б).

Приводимые в работе результаты экспериментов относятся к самым неблагоприятным условиям для метода билинейного интерполирования (расположение участка трансформирования на исходном снимке, большие углы наклона снимка). Но даже при малых углах наклона - 2° , имеются участки, на которых трудно определить максимум взаимной корреляции изображений (рис. 4б).

Эксперимент с изображением фрагмента журнального текста показал, что при принятых параметрах ($\alpha=\omega=\kappa= 30^\circ$, масштаб $M= 1:1$) процент читаемых

слов (распознанных объектов) в способе билинейного интерполирования составляет 30% , в то время как в способе (СВ) этот показатель равен 100%.

Операция обычного увеличения ($\alpha=\omega=\kappa=0^\circ$, масштаб $M=1:2,5$) также выявила недостатки метода билинейного интерполирования. При внимательном рассмотрении двух изображений (рис. 7) обнаруживается, что в методе (СВ) точно передается взаимно поперечная диагональная штриховая структура раstra. В методе билинейного интерполирования наблюдается полная регенерация раstra (более крупная мозаичная структура).

Все цифровые методы обработки растровых изображений имеют побочный методический эффект, приводящий к появлению ложных оптических интерференционных структур на обработанных изображениях. Исключить полностью этот фактор очень сложно, но уменьшить его влияние при правильно построенном алгоритме вычислений вполне возможно. Это подтверждается рис. 7, на котором наглядно показаны преимущества метода (СВ), значительно снижающего влияние этого фактора.

К недостатку способа (СВ) можно отнести увеличение времени обработки изображения. Но этот фактор должен рассматриваться в контексте всей технологической цепочки обработки изображений. Так, применение простых методов трансформирования, может привести в последующих процессах к потере геометрической точности цифровых моделей рельефа из-за снижения степени корреляции двух идентичных участков стереоизображений.

Алгоритм половинного деления для цифрового трансформирования изображений.

Суть предложенного способа состоит в следующем. Строится виртуальная более плотная сетка на исходном изображении по правилу «деление пополам» как показано на рис.8. Далее за центральный элемент принимается узел, полученный в результате деления пополам фрагмента изображения вдоль осей x и y . Так если на фрагмент исходного изображения заданы элементы 0, 4, 20, 24 со значениями яркостей P_0, P_4, P_{20}, P_{24} , то по

правилу «деления пополам» плотность центрального элемента 12 будет вычислена следующим образом:

$$P_{12} = \frac{P_0 + P_4 + P_{24} + P_{20}}{4}. \quad (6)$$

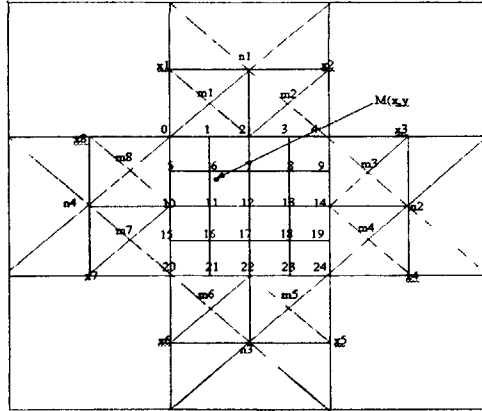


Рис. 8.

Аналогично будут последовательно вычислены значения яркостей для элементов n_1, n_2, \dots, n_4 , а затем $x_1, x_2, x_3, \dots, x_8, m_1, m_2, m_3, \dots, m_8$ и т.д. В результате получается преобразованное исходное цифровое изображение с более плотной сеткой дискретизации.

Теперь элемент $P(x^i, y^j)$ ТЦИ обратно проектируется на преобразованное исходное изображение в точку $M(x, y)$, которая локализуется между элементами 6, 7, 11, 12. Здесь можно применять один из традиционных методов передачи оптической плотности для вычисления яркости выходного элемента. Применяя метод «ближайшего соседа» для этих новых элементов, принимаем значение яркости для нашего примера P_6 за значение яркости элемента $M(x, y)$ и присваивается его элементу $P(x^i, y^j)$. Описанный выше алгоритм ЦТИ назовём алгоритмом половинного деления (ТИПЦ). Для получения лучшего качества трансформированного изображения используется рекурсивного алгоритма при разделении виртуальной сетки на более подробную сетку.

Для тестирования разработанного алгоритма были проведены эксперименты с использованием изложенной выше методики сравнительной оценки трансформирования при тех же тестовых изображениях, что и при проверке выше изложенных алгоритмов.

Сохранялись фотометрические характеристики ТИ полученные по алгоритму свертки, и в тоже время сокращалось время трансформирования на 2-3 раза по сравнению с методом свертки.

Глава 3. разработка и исследования аппаратно-программных средств для отображения сверхбольших массив видеоданных.

В главе представлены результаты анализа аппаратных и программных средств для отображения видеоданных. В работе проанализированы существующие технологии отображения видеоданных, а также требования к параметрам системы отображения видеоданных на экране большого формата, в результате была выбрана архитектура систем отображения сверхбольших массивов видеоданных на экране большого формата на основе мультимедийных проекторов.

Проведенный анализ аппаратных средств для отображения видеоданных с учетом критических параметров, таких как физическое разрешение и размеры экрана показал, что экран монитора современных ЭВМ, как правило, ограничен размером 22 дюйма. Значения физического разрешения современных мониторов типа LCD приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Размер диагонали	Разрешение
14	800 x 600
15	1024 x 768
17	1600x1200
19	1900x1200

Плазменные мониторы отображают изображения с более высокими по качеству фотометрическими характеристиками. Однако их существенным недостатком является низкая разрешающая способность, обусловленная

большим размером элемента изображения. Из-за этого ограничения такие мониторы используются пока только для конференций, презентаций, информационных щитов, т.е. там, где требуются большой размер экрана и высокая яркость отображения информации.

Современные мультимедийные проекторы обладают более высокими фотометрическими характеристиками, чем монитора LCD:

- контрастность достигает 2000:1.

- световой поток от 600 до 18 000 ANSI люменов.

- линейный размер элемента модулирующей матрицы составляет 10-16 микрон.

- линейный размер модулирующей матрицы составляет 0,7-1,9 дюймов.

- разрешающая способность находится в пределах от SVGA (600x800) до UXGA (1200x1600).

Кроме того, они имеют малые габариты.

Технология LCOS позволяет выпускать матрицы, размер ячейки которой меньше 10 микрон. На сегодняшний день физическое разрешение проекторов по технологии LCOS достигает 4096x2048.

Основным недостатком указанных проекторов является их высокая стоимость.

Концептуальный подход к созданию системы отображения в задачах обработки сверхбольших изображений и картографической визуализации.

Концептуальный подход к созданию системы отображения заключается в объединении информационных ресурсов, аппаратных и программно-инструментальных средств для создания системы отображения, которая обеспечивала бы просмотр цифровых изображений как в процессе их обработки так и на конечной стадии с более высокими фотометрическими характеристиками, чем на экране обычного монитора компьютера. Это позволило бы производить обработки изображения и улучшить дешифровочные свойства цифрового изображения.

*Разработка требований к параметрам системы отображения на основе
мультимедийных проекторов.*

Разрабатываемая система отображения является мультипроекционной, т.е. она содержит ряды и колонки проекторов. Примем сокращения: m - число рядов, n - число колонок, RH - разрешение по строке проектора, RV - разрешение по столбцу проектора, Rx - разрешение по строке системы отображения, Ry - разрешение по столбцу системы отображения, тогда

$$Rx = m \cdot RH; Ry = n \cdot RV. \quad (7)$$

Важными параметрами системы отображения являются формат экрана, расстояние оператора до экрана и минимальный элемент отображения экрана проектора.

Известно, что зрительная система глаз человека способна различать две светящиеся точки под углом не менее одной минуты. На рис. 9. показана упрощенная схема зрительной системы глаза человека:

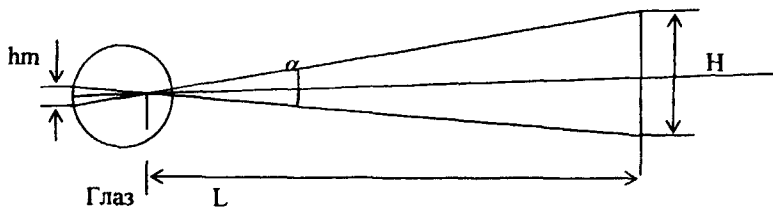


Рис. 9. Упрощенная схема зрительной системы глаза

где: α - угол зрения, L - расстояние от глаза до объекта, H - высота объекта, h - высота изображения объекта на сетчатке.

$$\alpha(H, L) = 2 \cdot \arctg \left(\frac{H}{2 \cdot L} \right) \cdot \frac{180}{\pi} \cdot 60'. \quad (8)$$

В результате расчетов по формуле (8) для мониторов с шагом точки экрана 0,12-0,3; при $L = 40$ см $1.03' \leq \alpha \leq 2.23'$; при $L = 30$ см $1.37' \leq \alpha \leq 2.98'$, получен угол зрения, под которым оператор различает два соседних пикселя экрана:

$$1.03' \leq \alpha \leq 2.98'. \quad (9)$$

Отсюда следует, что при проектировании систем отображения угол α должен лежать в указанном диапазоне (9).

Приведем систему проецирования для одного проектора (рис. 10.). Из данной схемы по формуле (10) можно рассчитать минимальный элемент (пиксель) проектируемого экрана:

$$p = hm * k . \quad (10)$$

где p – линейный размер пикселя, hm – линейный размер ячейки модулирующей матрицы, k – линейное увеличение при проектировании, которое вычисляется по формуле:

$$k = \frac{l}{f} \quad (11)$$

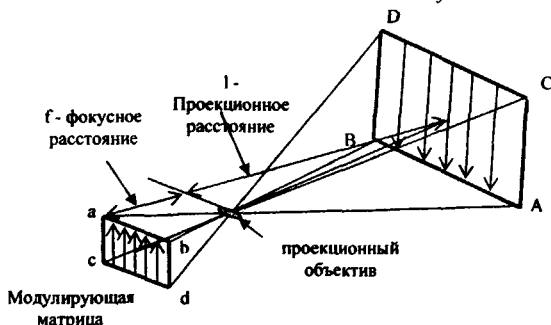


Рис. 10. Упрощенная схема проецирования для одного проектора

Получим формулы для расчета ширины(W_i) и высоты(H_i) изображения на экране:

$$W_i = n * RH * p \quad (12)$$

$$H_i = m * RV * p .$$

Угол обзора(e) оператора вычисляется как отношение диагонали экрана (dm) к расстоянию от экрана до оператора(L) по формуле:

$$e = 2 * \arctan\left(\frac{dm}{2 * L}\right). \quad (13)$$

Вычисленные параметры экрана для проекторов с разрешением 1600x1200, проекционным увеличением и значением hm , равным 10мк, приведены в таблице 2.

На основе указанных проекторов была построена архитектура системы отображения, функциональная схема которой показана на рис. 11.

Таблица 2

n	m	L (см)	l f	l _{ин} (мм)	H (мм)	R _x (пик.)	R _y (пик.)	W _i (см)	H _i (см)	a (град.)	e (град.)
2	2	50	30	10	0,3	3200	2400	96	72	2,06	100,38
2	2	60	30	10	0,3	3200	2400	96	72	1,72	90
2	2	70	30	10	0,3	3200	2400	96	72	1,47	81
2	2	80	30	10	0,3	3200	2400	96	72	1,29	73,74
2	2	90	30	10	0,3	3200	2400	96	72	1,15	67,38
3	3	90	30	10	0,3	4800	3600	144	108	1,15	90

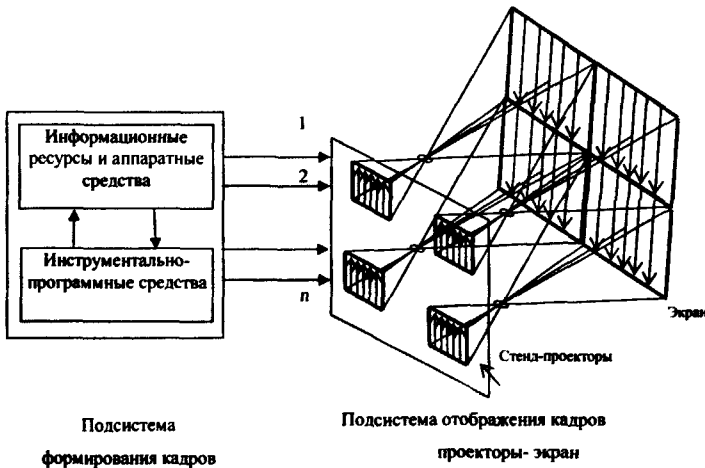


Рис. 11. Функциональная схема системы отображения.

Подсистема формирования кадров в свою очередь состоит из двух частей: информационные ресурсы и аппаратные средства; инструментально-программные средства. Работа подсистемы выполняется в режиме клиент-сервера. Инструментально-программные средства включают серверную программу и клиентскую программу. Архитектура и взаимосвязь между клиентом и сервером иллюстрируются в виде блок-схеме, представленной на рис. 12.

Подсистема отображения кадров (проекторы - экран) представляет проекционную систему проекторов и экрана (рис. 11).

Для моделирования процесса отображения изображений на БЭВР было разработано программное обеспечение, которое способно работать с

изображениями большой информационной емкости, распространять кадры изображения на необходимое число рабочих станций.

Одним из способов стыковки кадров от проекторов на экране является программный метод совмещения марок.

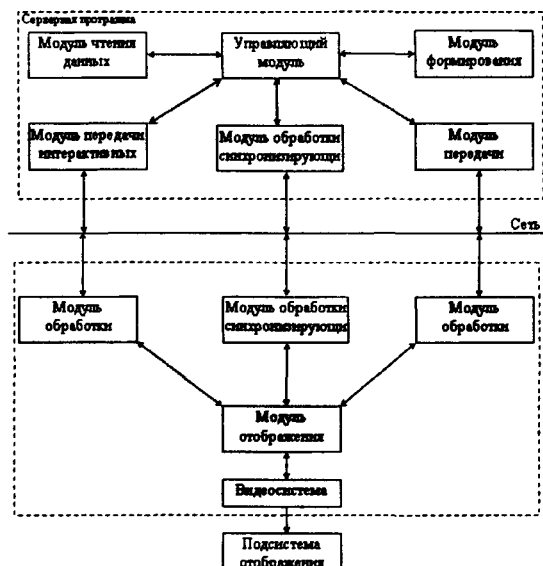


Рис. 12. Архитектура и взаимосвязь между серверной программой и клиентской программой.

В лабораторном условии с локальной сетью 100 Мб/сек., рабочими станциями с жестким диском 7500обр/сек., двумя проекторами МР3750 и разработанным программным обеспечением было проведен эксперимент отображения изображения одновременно на двух проекторах. Результат эксперимента показывает, что кадры цифрового изображения с сервера быстро скачиваются и отображаются на большом экране. В результате совмещения марок получилось единое изображение с высоким разрешением на экране большого формата.

Заключение.

В процессе работы над диссертацией получены следующие основные результаты:

1. Разработаны методы двумерной плотности при трансформировании
2. Разработана методика сравнит РНБ Русский фонд
способов цифрового трансформации модули, реализующие данные мет
3. Разработан подход к созданию массивов видеоданных.
4. Разработаны требования к параметрами системы отображения видеоданных на основе мультимедийных проекторов, а также была построена ее архитектура.
5. Разработано программное обеспечение для моделирования процесса отображения цифровых видеоизображений на основе мультимедийных проекторов.

2006-4
25158

Список публикаций.

1. Журкин И.Г., Тимофеев Ю.С., Дао Кхань Хоай. Метод свёртки при трансформировании аэрокосмических изображений. Исследование земли из космоса. 2003, № 4, стр. 49-54.
2. Журкин И.Г., Дао Кхань Хоай, Анализ моделей описания поверхностей. 8-я международная научно-техническая конференция. Geoimfocad 2004. стр. 32-40.
3. Журкин И.Г., Дао Кхань Хоай, Разработка алгоритма половинного деления для цифрового трансформирования изображения. Международная научно-техническая конференция, посвященная 225-летию МИИГАиК-М., 2004. стр. 178-184.