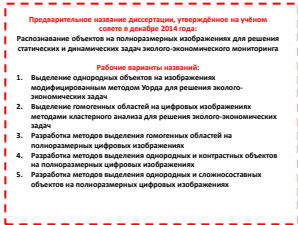


Старое название:

Ханыков Игорь Георгиевич



Разработка методов выделения композитных и однородных по цвету объектов на полноразмерных цифровых изображениях

05.13.01 «Системный анализ, управление, обработка информации»

Научный руководитель,
канд.техн.наук, с.н.с.
ЛПИ СПИИРАН

Харинов Михаил Вячеславович

Объект исследования - цифровое изображение;

Предмет исследования – модель сегментации цифрового изображения;

Цель диссертационного исследования – разработка методов выделения объектов на изображении с использованием установленного критерия качества и иерархической структуры данных на основе динамических деревьев.

Содержание доклада

1. Научная новизна

- 1.1. Двухмасштабная модель сегментации изображения
- 1.2. Трехэтапная типовая блок-схема
- 1.3. Обобщение обратимости вычислений
- 1.4. Идея S/I -метода

2. Сопоставление с известными решениями

3. Список публикаций

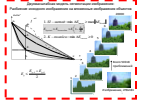
4. Экспериментальные результаты

- 4.1. Улучшение качества отдельного приближения
- 4.2. Улучшение качества иерархии
- 4.3. Выделение объектов на стереопарах

1. Научная новизна

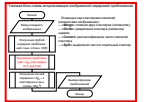
1. Версия двухмасштабной модели изображения, в которой для эффективной сегментации исходное изображение разбивается на вложенные изображения объектов, или частей объектов, описываемые убывающим падением $|\Delta E|$ ошибки аппроксимации E при разделении каждого объекта надвое; и предусматривается параметр числа кластеров g_0 , при котором выполняется минимизация E для разделения изображения на g_0 целостных объектов.

Декомпозиция объектов:



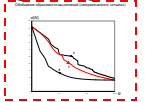
2. Типовая трехэтапная блок-схема аппроксимации изображений иерархией приближений, в которой сначала изображение разделяется на g_0 вложенных (либо стандартным образом, либо укрупнением пикселей), затем выполняется улучшение по E качества приближения с g_0 кластерами пикселей, и иерархия приближений достраивается до полной.

Трехэтапная схема:



3. Для минимизации ошибки аппроксимации за счет встречных операций слияния/разделения любых множеств пикселей предусмотрено *обращение* операции слияния, при котором для каждого кластера пикселей запоминается пара вложенных кластеров, слиянием которых он получен.

Обратимые операции:



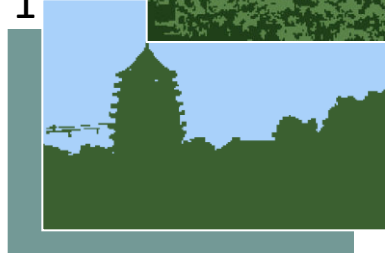
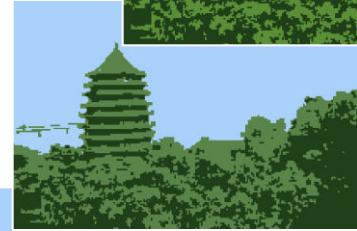
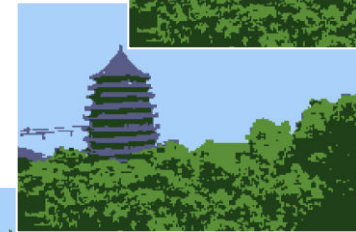
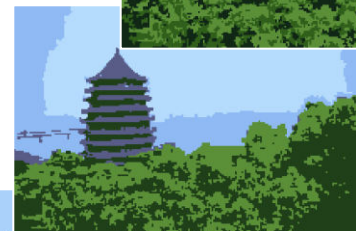
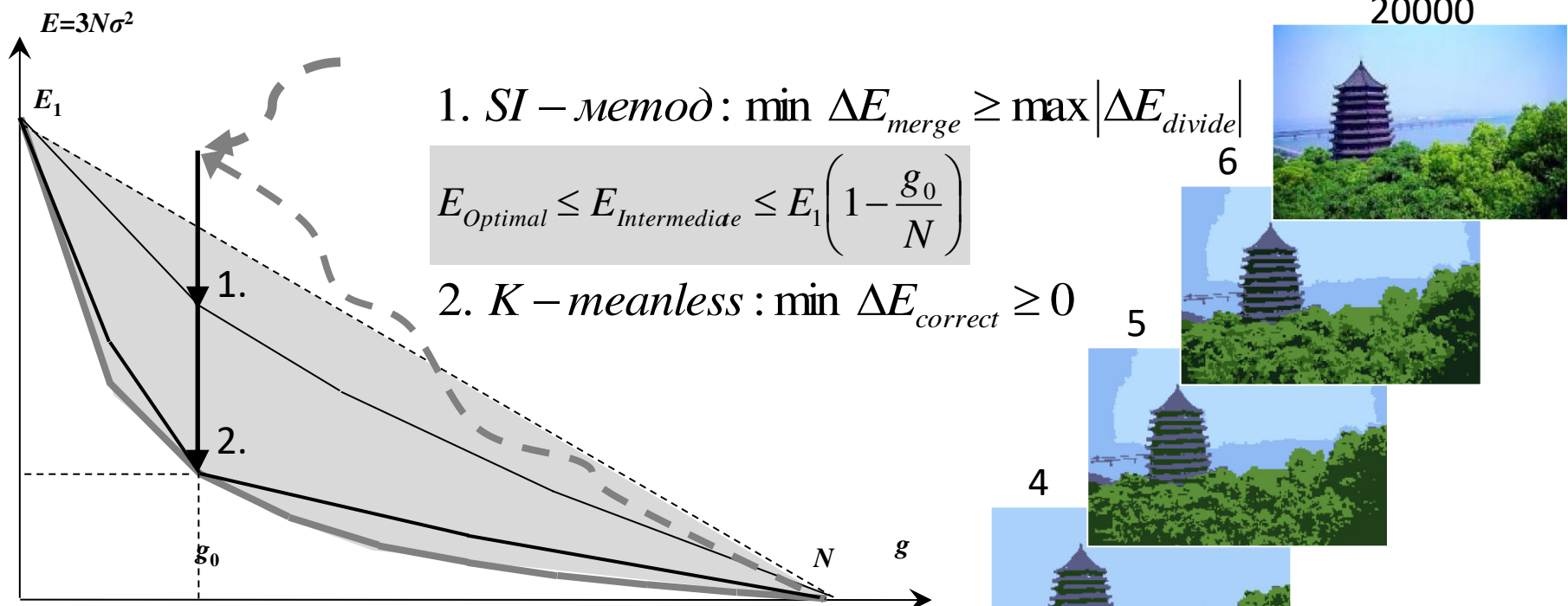
4. Разработан метод улучшения приближения посредством минимизации ошибки аппроксимации с g_0 структурированными кластерами за счет циклического выполнения встречных операций слияния пар и разделения надвое множеств пикселей, который назван *SI*-методом (Segmentation Improvement Method).

5.

Идея *SI*-метода :



1.1. Двухмасштабная модель сегментации изображения: Разбиение исходного изображения на вложенные изображения объектов



Всего 50318 приближений

Изображение, 278x181

$$E_g \leq \frac{E_{g-1} + E_{g+1}}{2}$$

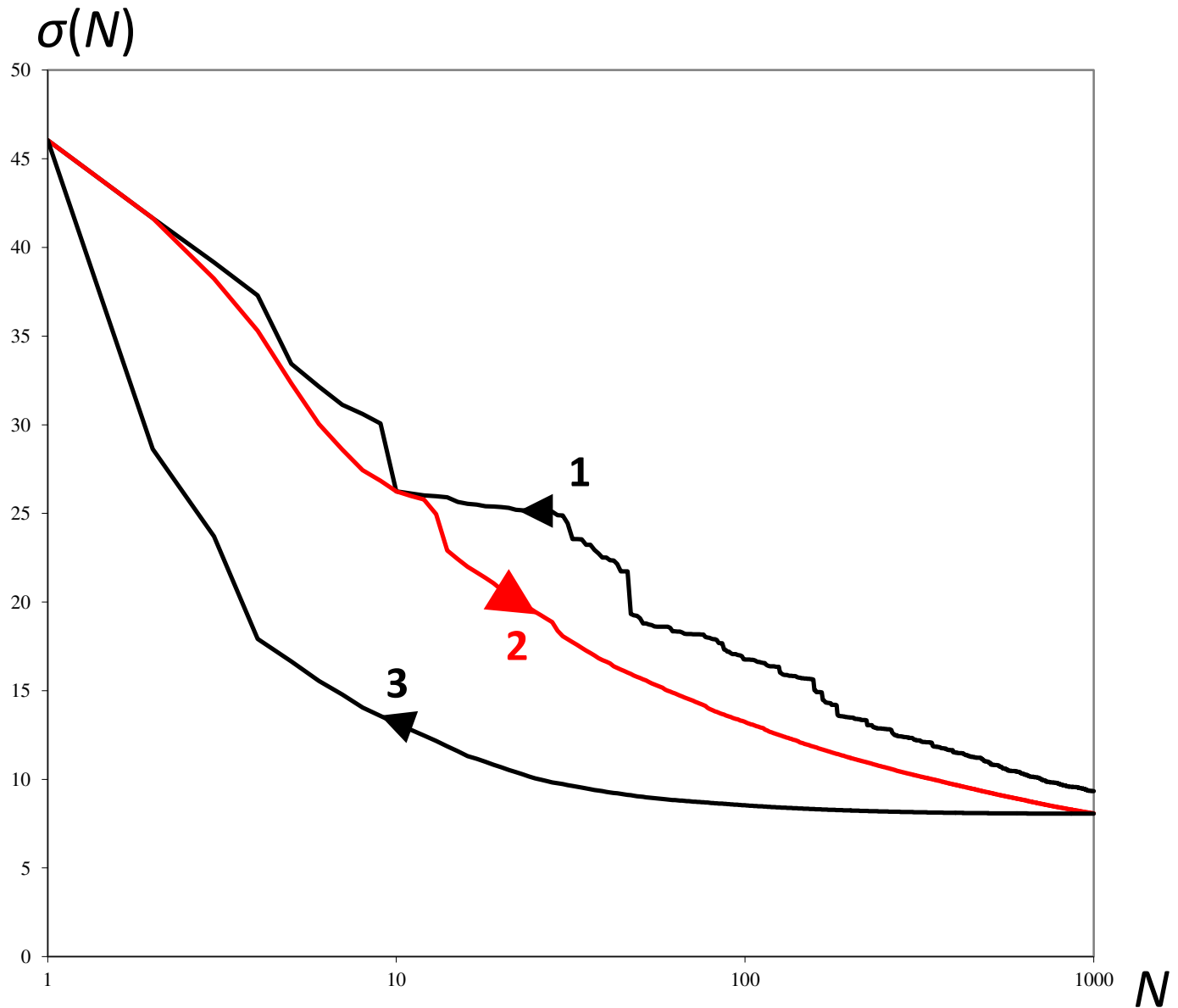
1.2. Типовая трехэтапная блок-схема аппроксимации изображений иерархией приближений



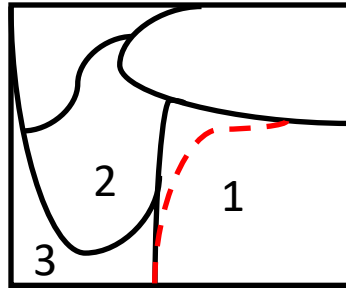
Операции над кластерами пикселей (сегментами изображения):

- «**Merge**» слияния двух кластеров (сегментов);
- «**Divide**» разделения кластера (сегмента) надвое;
- «**Correct**» реклассификация части пикселей кластера
- «**Split**» выделения части в отдельный кластер

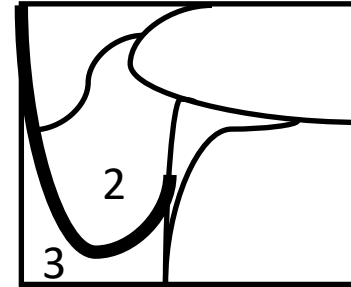
1.3. Обобщение обратимости вычислений (неограниченного «отката»)



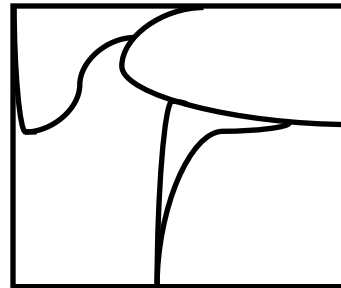
1.4. Идея S/-метода



Исходное разбиение и
выбор тройки сегментов



Разделение
сегмента 1 надвое



Объединение смежных
сегментов 2 и 3 в один

Условия выбора
сегментов (1,2,3):

$$\begin{aligned} \min \Delta E_{divide}(1) < 0; & \Leftrightarrow \max |\Delta E_{divide}(1)| < 0 \\ \min \Delta E_{merge}(2,3) > 0; \\ \min \Delta E_{combine}(1,2,3) < 0. \end{aligned}$$

Правило останова $\Delta E_{combine}(1,2,3) > 0$:

$$\Delta E_{combine}(1,2,3) = \Delta E_{divide}(1) + \Delta E_{merge}(2,3).$$

2. Сопоставление с известными решениями

Признак / Модель	Аналог <i>/П.А.Чочиа, 2015/</i>	Прототип <i>/В.В.Александров, М.В.Харинов, 2013/</i>	Разрабатываемая
На выходе	1 разбиение	$1 < k \leq N$ разбиений	N разбиений
Определение объектов	Сегменты	Сегменты, в количестве $\leq 2N-1$	$2N-1$ кластеров пикселей, в частности, сегментов
Оценка качества приближения	Нет	Нет	Ошибка аппроксимации E или СКО
Гарантия качества	Нет	Нет	Да
Априорная информация	Используется	Нет	Нет
Бинарные операции над множествами пикселей	Нет	Слияние сегментов изображения	Слияние, разделение кластеров. Реклассификация из кластера в кластер
Адаптивная иерархия	Нет (есть квадродререво)	Нерегулярная (любая вычисляемая)	Дихотомическая (любая бинарная)
Структура данных	Нет	Динамические деревья	Динамическая сеть
Запоминание хода вычислений	Нет	Поэтапное	Пошаговое
Обратимость операции слияния	Нет	Нет	Да
Представление изображения	Сумма кусочно-гладкой и добавочной компонент	Иерархия сегментов изображения для ϵ -порога неразличимости	Иерархия кластеров или сегментов

Продолжение таблицы:



Сопоставление с известными решениями (продолжение)

Признак \ Модель	Аналог <i>/П.А.Чочиа, 2015/</i>	Прототип <i>/В.В.Александров, М.В.Харинов, 2013/</i>	Разрабатываемая
Реализация вычислений	В паре окон разного масштаба	Адаптивно, в масштабе всего изображения	Адаптивно, в масштабе всего изображения
Применение	Множество применений с учетом априорных данных	Распознавание объектов с обучением. Встраивание скрытых сообщений	Улучшение традиционной и иерархической сегментации. Устойчивое выделение объектов

3. Список публикаций

Всего публикаций – 21 работа,

из них по теме диссертационного исследования – 14 работ:

ВАК – 7 работ

РИНЦ - 7 работ

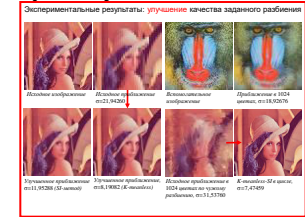
тезисов докладов – 4 работы

Публикации по теме:

Список публикаций по теме диссертационного исследования

1. Ханьков И.Г. Инвариантные соотношения для средних в случае трех измерений // Информационно-управляющие системы. 2014. №2. С.87–92. Журнал входит в список ВАК. <http://www.iis.ucoz.ru/index>
2. Харинов М. В., Ханьков И. Г. Оптимизация кусочно-постоянного приближения сегментированного изображения // Труды СПИИРАН. – 2015. – Т. 3. – №. 40. – С. 183-202. Сборник из списка ВАК. <http://www.spisiran.ru/ru/abstracts/2015/1431316>
3. Харинов М. В., Ханьков И. Г. Комбинированный метод улучшения сегментации изображений // Труды Бурятского государственного университета. – 2015. – С. 119-124. Сборник из списка ВАК. <http://www.bsu.ru/abstracts/2015/1446/matematika/>
<http://vestnik.bsu.ru/2015/118>

Экспериментальные результаты:



Основные публикации:

1. **Khanykov I.G., Kharinov M.V., Patel C.** Image Segmentation Improvement by Reversible Segment Merging. Int. Conf. on Soft Computing and its Engineering Applications, icSoftComp-2017, **IEEE** Gujarat Section Proceedings, at CHARUSAT, Changa, Anand, India, December 1-2, 2017.
2. Харинов М. В., Ханьков И. Г. Оптимизация кусочно-постоянного приближения сегментированного изображения //Труды СПИИРАН. – 2015. – Т. 3. – №. 40. – С. 183-202.
3. Ханьков И.Г. Инвариантные соотношения для средних в случае трех измерений // Информационно-управляющие системы. 2014. №2. С.87–92.
4. Ханьков И.Г. Декомпозиция универсальной классификации алгоритмов сегментации изображений до пяти признаков // XXX Международная конференция «Развитие науки в XXI веке», Харьков, Украина, 15 декабря 2017

Список публикаций по теме диссертационного исследования

1. Ханьков И.Г. Инвариантные соотношения для средних в случае трех измерений // Информационно-управляющие системы. 2014. №2. С.87–92.

Журнал входит в список ВАК.

<http://www.i-us.ru/journals>

2. Харинов М. В., Ханьков И. Г. Оптимизация кусочно-постоянного приближения сегментированного изображения //Труды СПИИРАН. – 2015. – Т. 3. – №. 40. – С. 183-202.

Сборник из списка ВАК.

<http://proceedings.spiiras.nw.ru/ojs/index.php/sp/article/viewFile/3143/1804>

3. Харинов М. В., Ханьков И. Г. Комбинированный метод улучшения сегментации изображения //Труды Бурятского государственного университета. – 2015. – С. 118–124.

Сборник из списка ВАК.

<http://www.bsu.ru/content/page/1466/matematika-i-informatika.PDF#page=118>

Список публикаций по теме диссертационного исследования

4. Ханьков И.Г. Сопоставление двух методов автоматической сегментации// Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2015). IX Санкт-Петербургская межрегиональная конференция. Санкт-Петербург 28-30 октября 2015 г.: Материалы конференции / СПОИСУ. – СПб., 2015. – С.88-89
5. Ханьков И.Г. Сопоставление двух методов автоматической сегментации// Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов (ИБРР-2015). Выпуск 1 / СПОИСУ. – СПб., 2015. – С. 366–370
6. Ханьков И.Г. Программный модуль автоматического выделения объектов// тезисы доклада, материалы 9-ой Российской Мультиконференции по проблемам управления «Информационные технологии в управлении (ИТУ-2016)», Санкт-Петербург, 04-06 октября 2016 г., ЦНИИ «Электроприбор», Секция 10 «Информационные технологии человеко-машинного взаимодействия».

Список публикаций по теме диссертационного исследования

7. Харинов М.В., Ханыков И. Г. Применение метода Уорда для кластеризации пикселей цифрового изображения // Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2016. №4. — С. 34-42. — ISSN 2304-5728
Сборник из списка ВАК:
http://journals.bsu.ru/content/files/articles/article_558.pdf
8. Юдин И., Ханыков И.Г. Модель распознавания дорожных знаков и пешеходов в видеопотоке// тезисы доклада, Научная сессия ТУСУР–2017: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 55-летию ТУСУРа, Томск, 10–12 мая 2017 г.: в 8 частях. – Томск: В-Спектр, 2017 – Ч. 4. – 256 с.
Сборник из списка ВАК
https://storage.tusur.ru/files/61044/2017_4.pdf
9. Ханыков И.Г., Харинов М.В. Кластеризация пикселей цветового изображения методом Уорда // Труды конференции по Компьютерной графике и зрению, ГрафиКон-2017, 24-28 сентября 2017, Пермь, С. 232-235. www.graphicon.ru/html/2014/papers/123-126.pdf

Список публикаций по теме диссертационного исследования

10. Ханьков И.Г., Харинов М.В. Модель цифрового изображения на основе модифицированного метода Уорда кластеризации пикселей// Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2017. №2. С. 61–70.
Сборник из списка ВАК
www.graphicon.ru/html/2014/papers/123-126.pdf
11. Ханьков И.Г. Альтернативный подход выделения объектов на изображении// тезисы доклада, Современные технологии в задачах управления, автоматике и обработки информации: Труды XXVI Международного научно-практического семинара. Алушта, сентябрь 2017. С. 31
12. Ханьков И.Г. Модификация метода Уорда для кластеризации пикселей изображения// тезисы доклада, Современные технологии в задачах управления, автоматике и обработки информации: Труды XXVI Международного научно-практического семинара. Алушта, сентябрь 2017. С.32

Список публикаций по теме диссертационного исследования

13. **Khanykov I.G., Kharinov M.V., Patel C. Image Segmentation Improvement by Reversible Segment Merging. Int. Conf. on Soft Computing and its Engineering Applications, icSoftComp-2017, IEEE Gujarat Section Proceedings, at CHARUSAT, Changa, Anand, India, December 1-2, 2017.**
https://www.charusat.ac.in/icsoftcomp2017/01_Program_schedule.pdf
14. Ханыков И.Г. Декомпозиция универсальной классификации алгоритмов сегментации изображений до пяти признаков // XXX Международная конференция «Развитие науки в XXI веке», Харьков Украина, 15 декабря 2017 (принято к публикации)

4. Экспериментальные результаты:

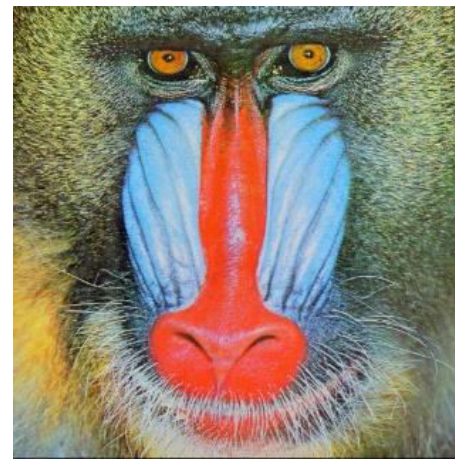
4.1. Улучшение качества заданного разбиения



Исходное изображение



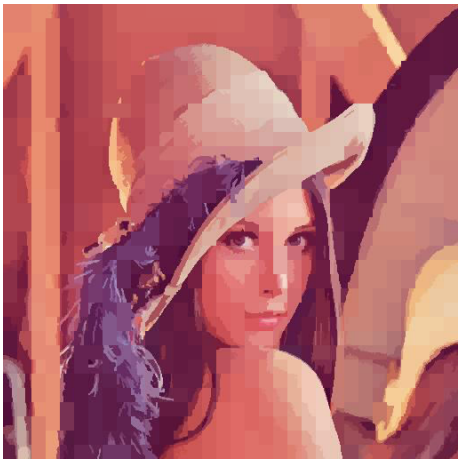
Исходное приближение
 $\sigma=21,94260$



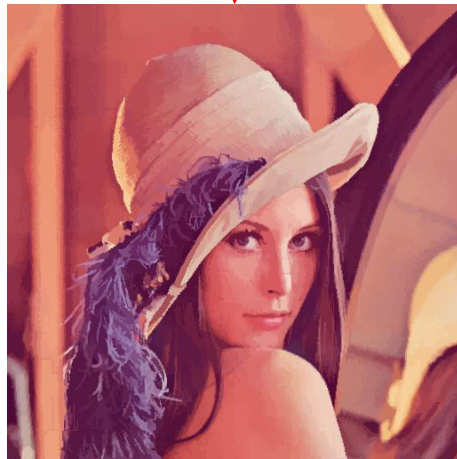
Вспомогательное изображение



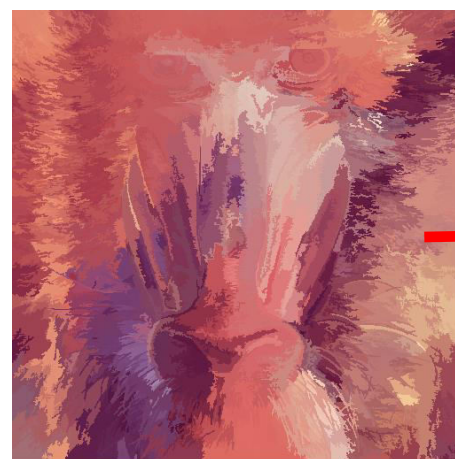
Приближение в 1024 цветах, $\sigma=18,92676$



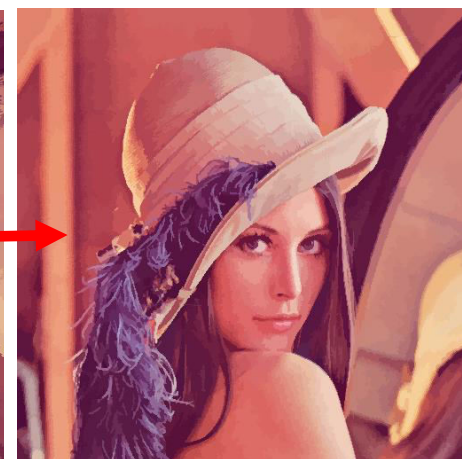
Улучшенное приближение
 $\sigma=11,95288$ (SI-метод)



Улучшенное приближение,
 $\sigma=8,19082$ (K-meanless)



Исходное приближение в 1024 цветах по чужому разбиению, $\sigma=31,53760$

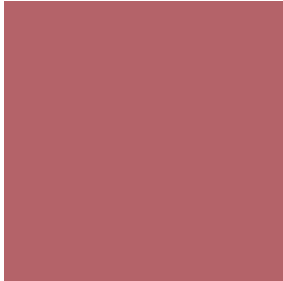


K-meanless-SI в цикле,
 $\sigma=7,47459$

4. Экспериментальные результаты: 4.2. Улучшение иерархии приближений

Иерархическая сегментация

1



$\sigma = 46,04981$

2



$\sigma = 40,95321$

3



$\sigma = 37,08620$

4



$\sigma = 34,94496$

5



$\sigma = 32,68304$

6



$\sigma = 30,37044$

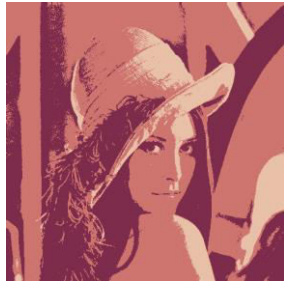
Кластеризация пикселей



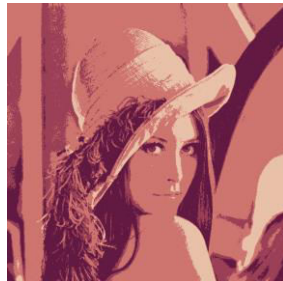
$\sigma = 28,06958$



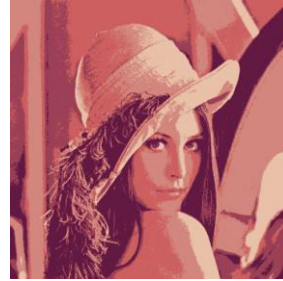
$\sigma = 22,34504$



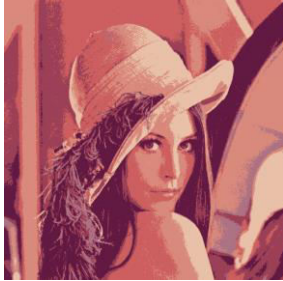
$\sigma = 18,44013$



$\sigma = 15,24650$



$\sigma = 13,96626$



4. Экспериментальные результаты:

4.3. Выделение объектов на стереопаре

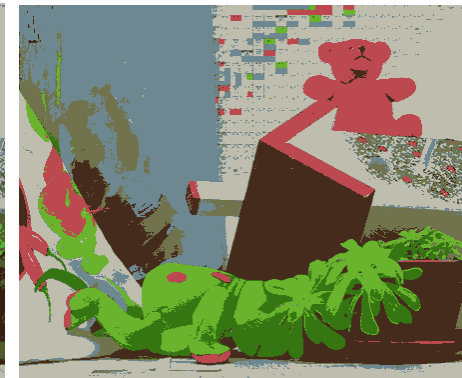
Исходные раздельные и совмещенные стереопары



Кластеризация методом Уорда в трехэтапной схеме.
Число кластеров (различных цветов) $N_{\text{кл}}$ равно 7.



$\sigma = 24,76746$



$\sigma = 24,48623$



$\sigma = 24,85627$

Ханыков Игорь Георгиевич
младший научный сотрудник
Лаборатории прикладной информатики
СПИИРАН

Рабочая э-почта: igk@iias.spb.su,
Домашняя э-почта: igorioniak@mail.ru

**Разработка методов выделения композитных и однородных по
цвету объектов на полноразмерных цифровых изображениях**

05.13.01 «Системный анализ, управление, обработка информации»

Научный руководитель,
канд.техн.наук, с.н.с.
ЛПИ СПИИРАН

Харинов Михаил Вячеславович