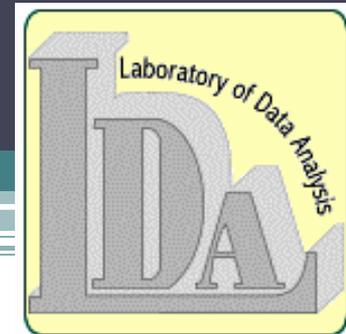


Лаборатория анализа данных

Интеллектуальный анализ сложноорганизованных данных,
анализ сигналов и изображений, распознавание образов



Тульский государственный
университет
Институт прикладной математики
и компьютерных наук

<http://lda.tsu.tula.ru>

300012, Тула, пр. Ленина, 92, 208

+7 4872 257940

Состав лаборатории:



Моттль Вадим Вячеславович, д.т.н.,
профессор ТулГУ, профессор МФТИ,
ведущий научный сотрудник ВЦ РАН



Двоенко Сергей Данилович, д.ф.-м.н.,
профессор ТулГУ



Копылов Андрей Валериевич, к.т.н.,
доцент ТулГУ



Середин Олег Сергеевич, к.ф.-м.н.,
доцент ТулГУ

Состав лаборатории:



Красоткина Ольга Вячеславовна, к.ф.-м.н.,
доцент ТулГУ, доцент МФТИ



Сулимова Валентина Вячеславовна,
к.ф.-м.н., доцент ТулГУ



Кушнир Олеся Александровна, к.т.н.,
ассистент ТулГУ

Состав лаборатории:



Грачева Инесса Александровна, асс. ТулГУ



Ларин Александр Олегович, аспирант МФТИ



Филин Андрей Игоревич, аспирант ТулГУ

Аспиранты – 2 чел., магистранты – 8 чел (на 2019 г.)

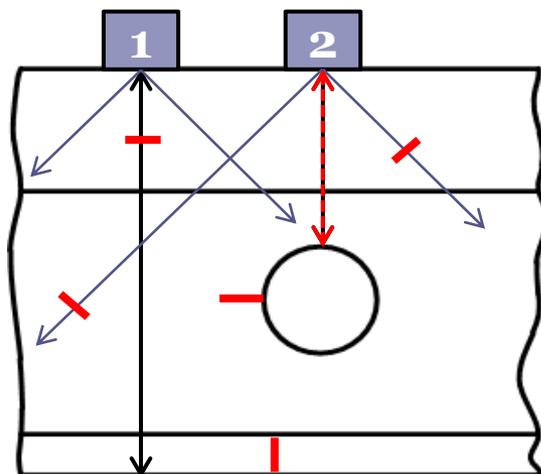
Научные направления:

1. Развитие методов теории машинного обучения, кластер-анализа, факторного анализа, классификации, беспризнакового распознавания образов, комбинирования потенциальных функций;
2. Анализ сигналов, изображений и других видов упорядоченных данных на основе оптимизационного подхода, вероятностных моделей и морфологии;
3. Восстановление эмпирических закономерностей в генеральных совокупностях, свойства которых существенно изменяются во времени.

Основные направления прикладных исследований

Автоматическая разметка стыков на ультразвуковой дефектограмме рельсового пути

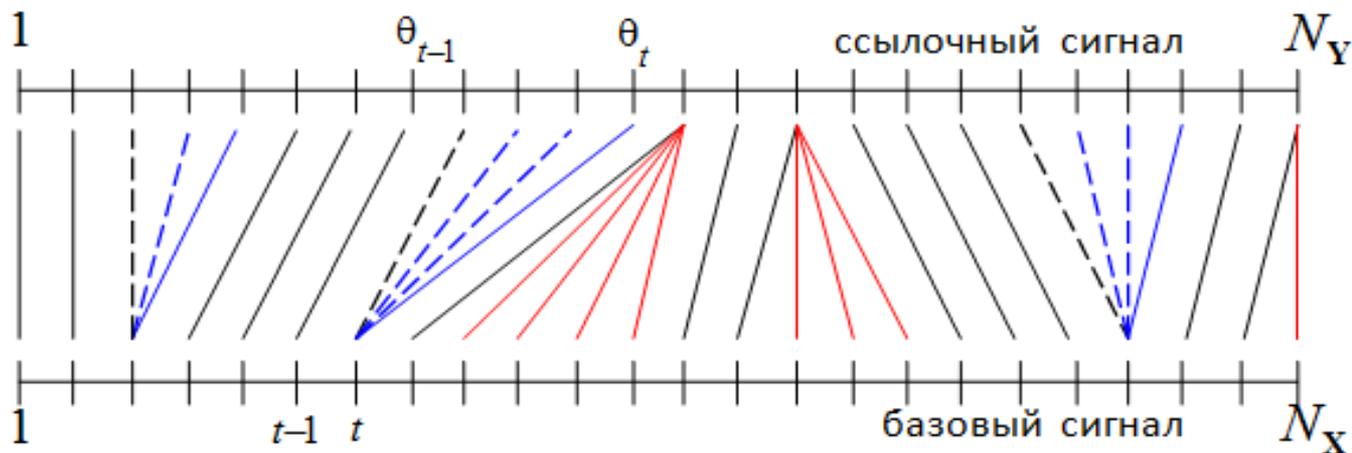
При наличии дефектов или каких-либо конструктивных отражателей (например, болтового соединения) на дефектограмме появляются линии разной формы, ориентации и продолжительности, в зависимости от вида объекта, оказавшегося на пути распространения сигнала. Для снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций на железной дороге важно не только верно идентифицировать дефекты рельсов, но и определять их местоположение на рельсовом пути.



Стрелками отмечены направления распространения ультразвуковых сигналов

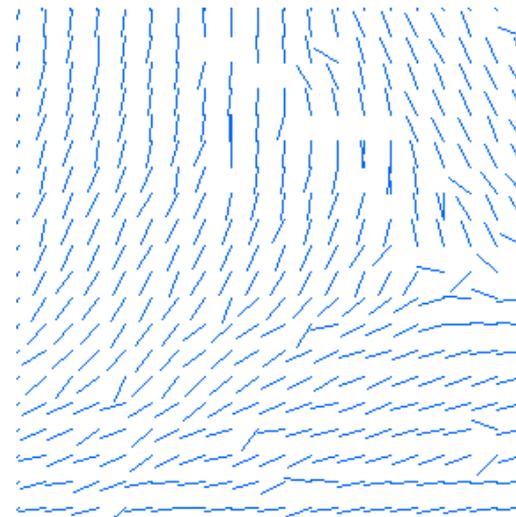
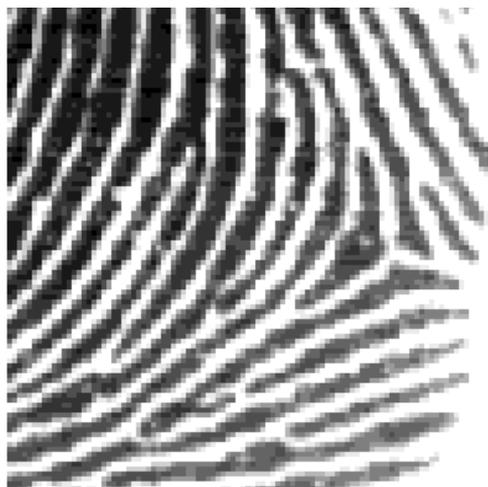
Автоматическая разметка стыков на ультразвуковой дефектограмме рельсового пути

Критерий парного выравнивания



При помощи процедуры парного выравнивания можно точно совместить несколько дефектограмм одного и того же участка пути, содержащего опорные конструктивные элементы. Это позволило получать дефектограммы без потери информации для более точного распознавания и локализации дефектов.

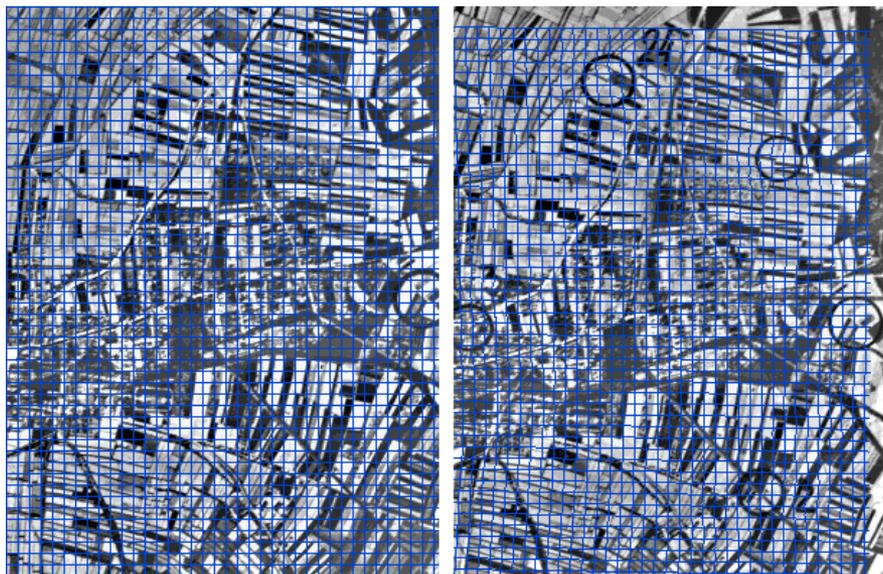
Алгоритмический анализ и разработка системы автоматической идентификации дактилоскопических карт



Определение локальной ориентации рисунка текстуры папиллярных линий отпечатка пальца

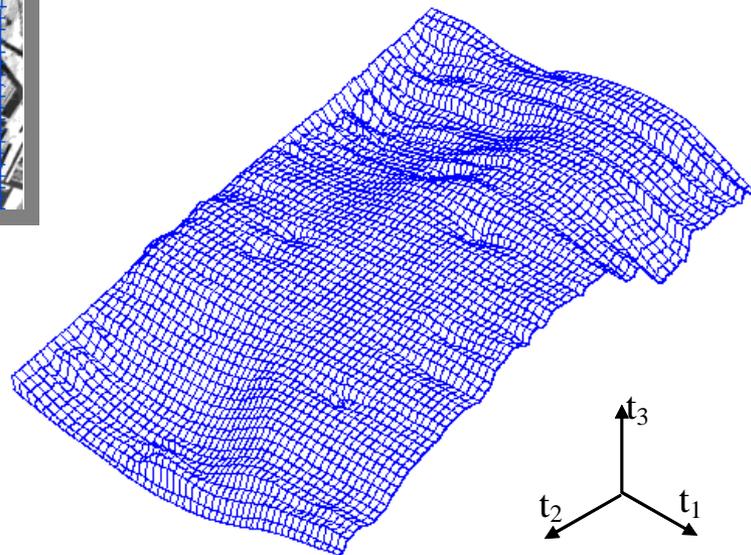
SIEMENS

Совмещение стереопар изображений

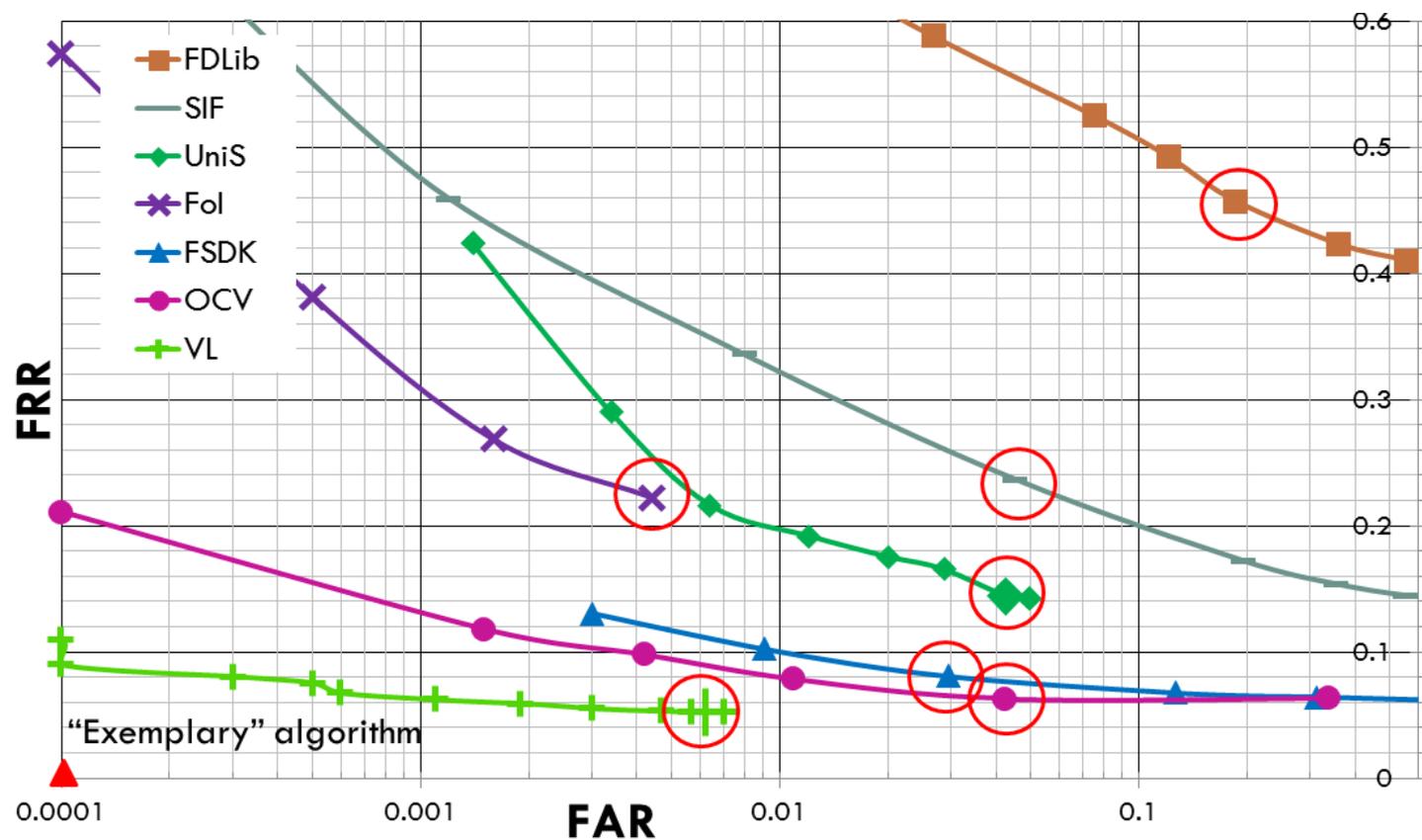


Стереопара
космических
фотоснимков и
построенная по ним
карта диспаратности

Восстановленная
карта высот



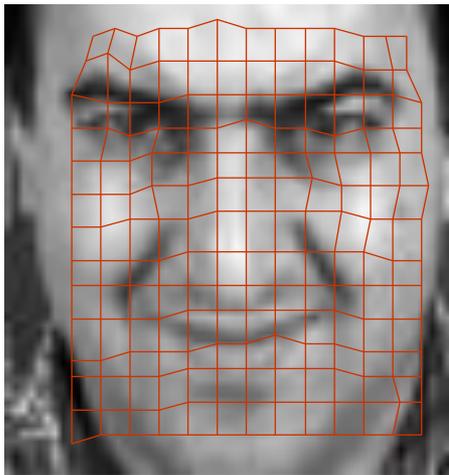
Исследование и сравнение алгоритмов поиска лиц на изображениях



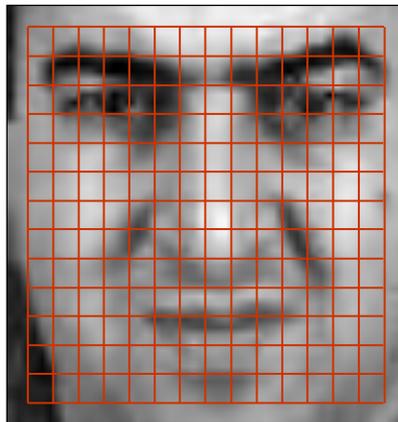
Degtyarev N., Seredin O.: Comparative Testing of Face Detection Algorithms: In A. E Imoataz et al. (Eds.): ICISP 2010, LNCS 6134, pp. 200-209, Springer, Heidelberg.*

*Согласно scholar.google.com на работу ссылаются около 60 раз.

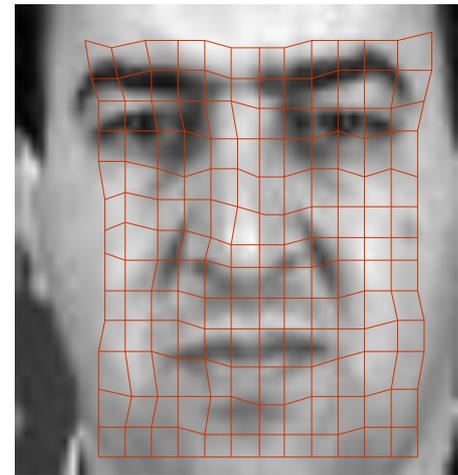
Верификация личности по фотопортрету



Фотопортрет



Фотопортрет,
искусственно
созданный на основе
усреднения двух
изображений



Еще один
фотопортрет того же
человека



Преобразование среднего и левого фотопортретов на основе найденного соответствия (видеофрагмент)

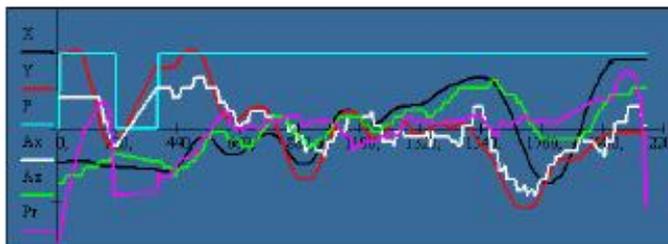
Верификация подписей



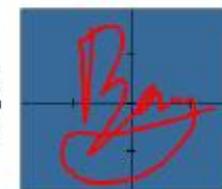
Динамические (on-line) подписи



Ввод подписи в компьютер
в процессе ее написания



Многокомпонентный
дискретный сигнал



Реконструированная
форма подписи

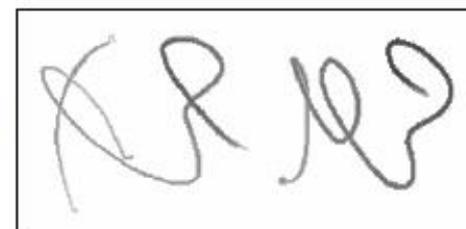
Статические (off-line) подписи



Подпись на бумаге



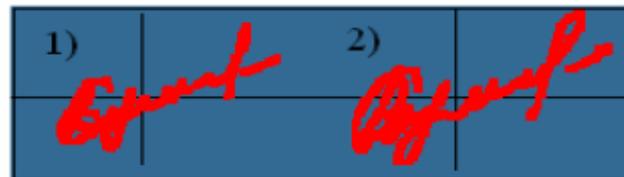
Сканирование



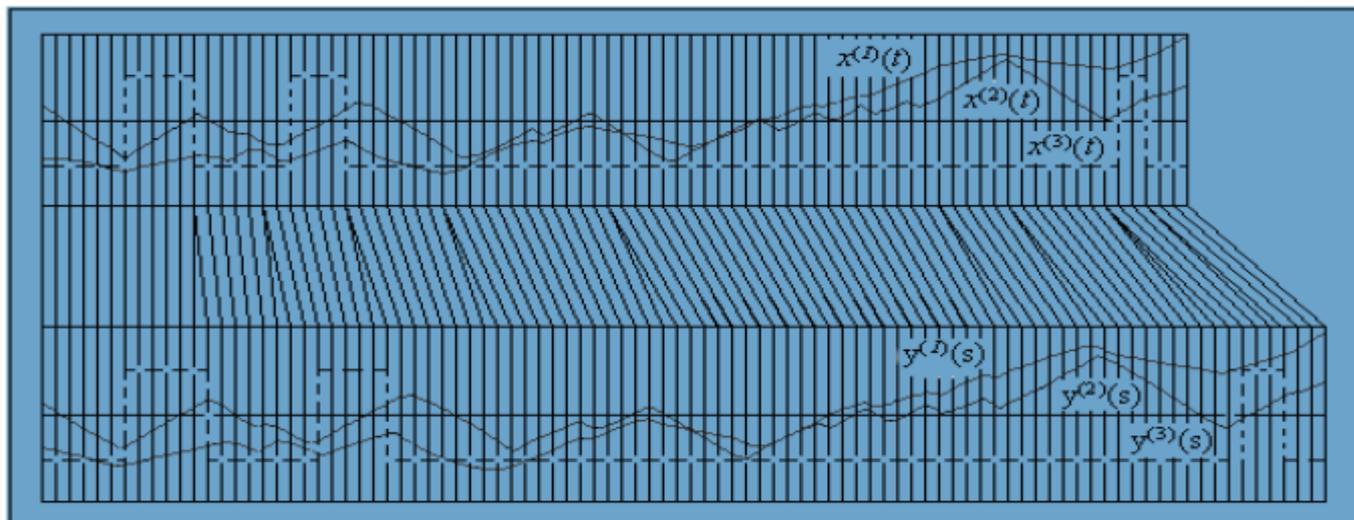
Отсканированное
изображение подписи
в градациях серого

Пример установления оптимального соответствия между элементами двух сигналов

Сравниваемые подписи

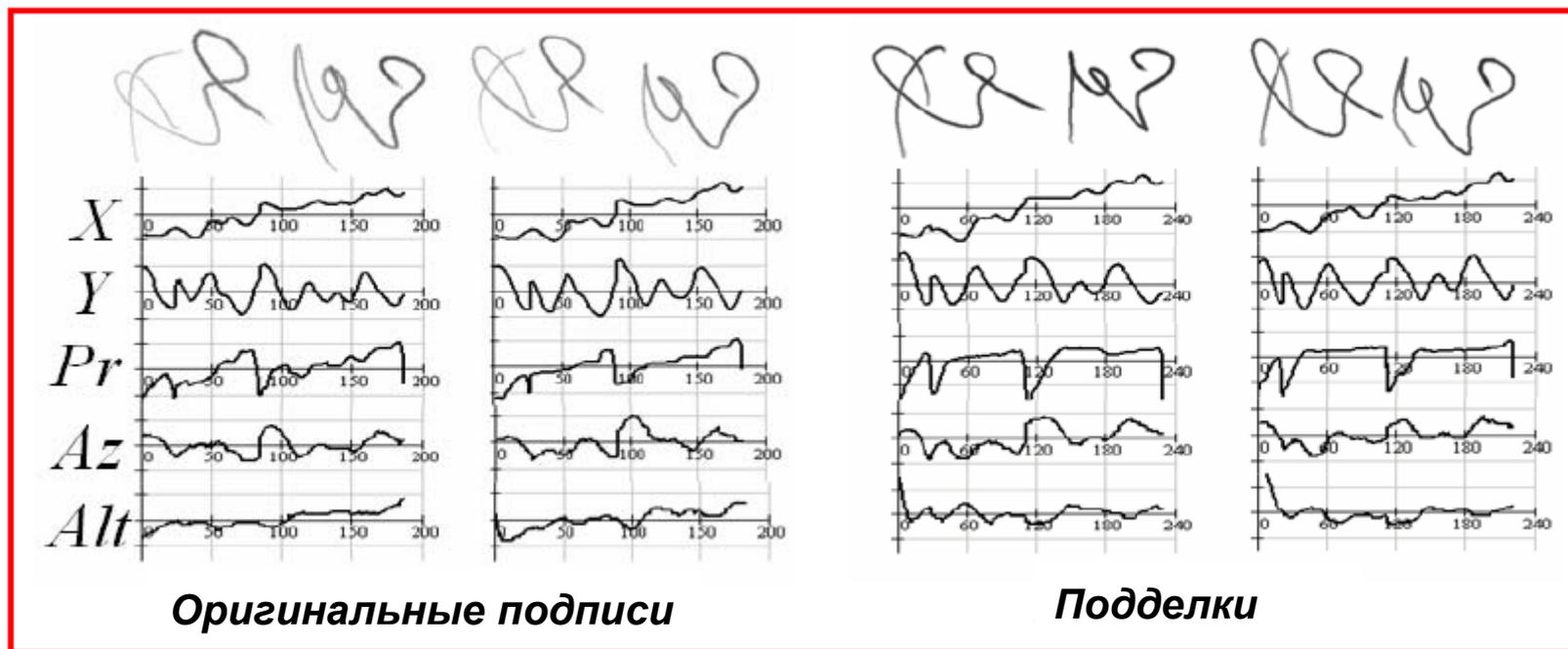


Оптимальное соответствие между элементами сигналов



Пример выявления подписей-подделок

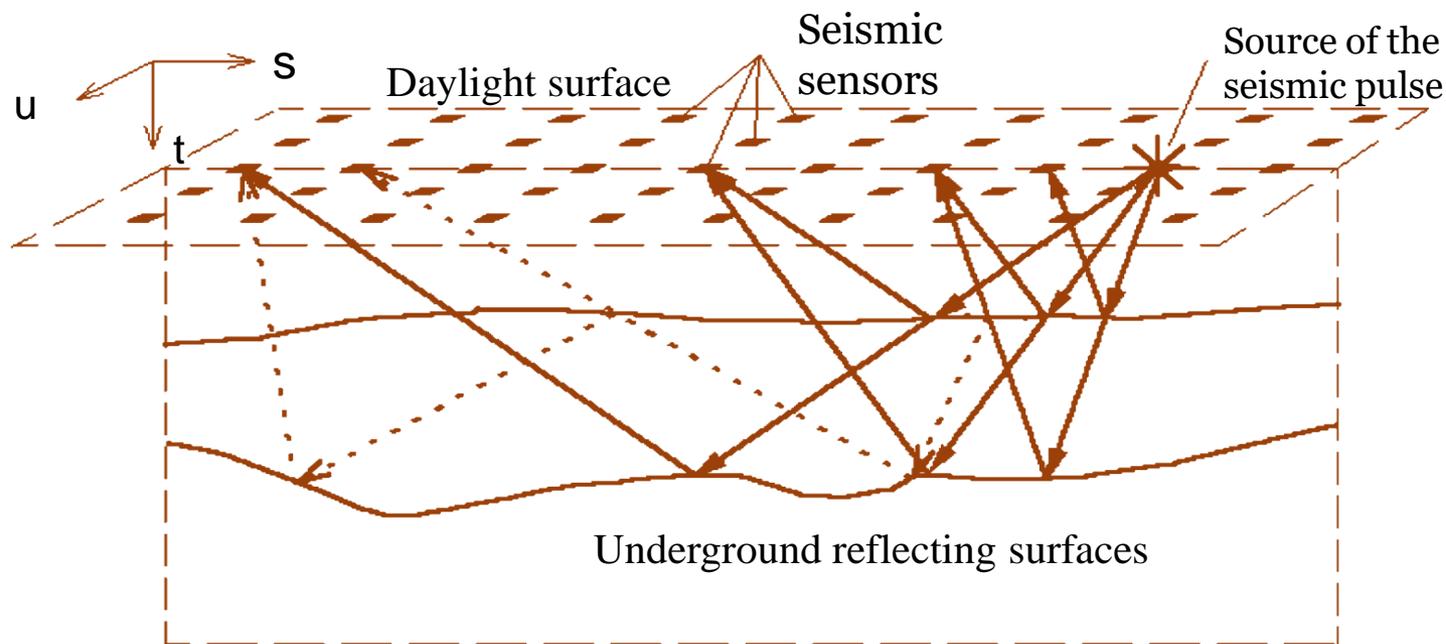
Динамическое и статическое представление подписей



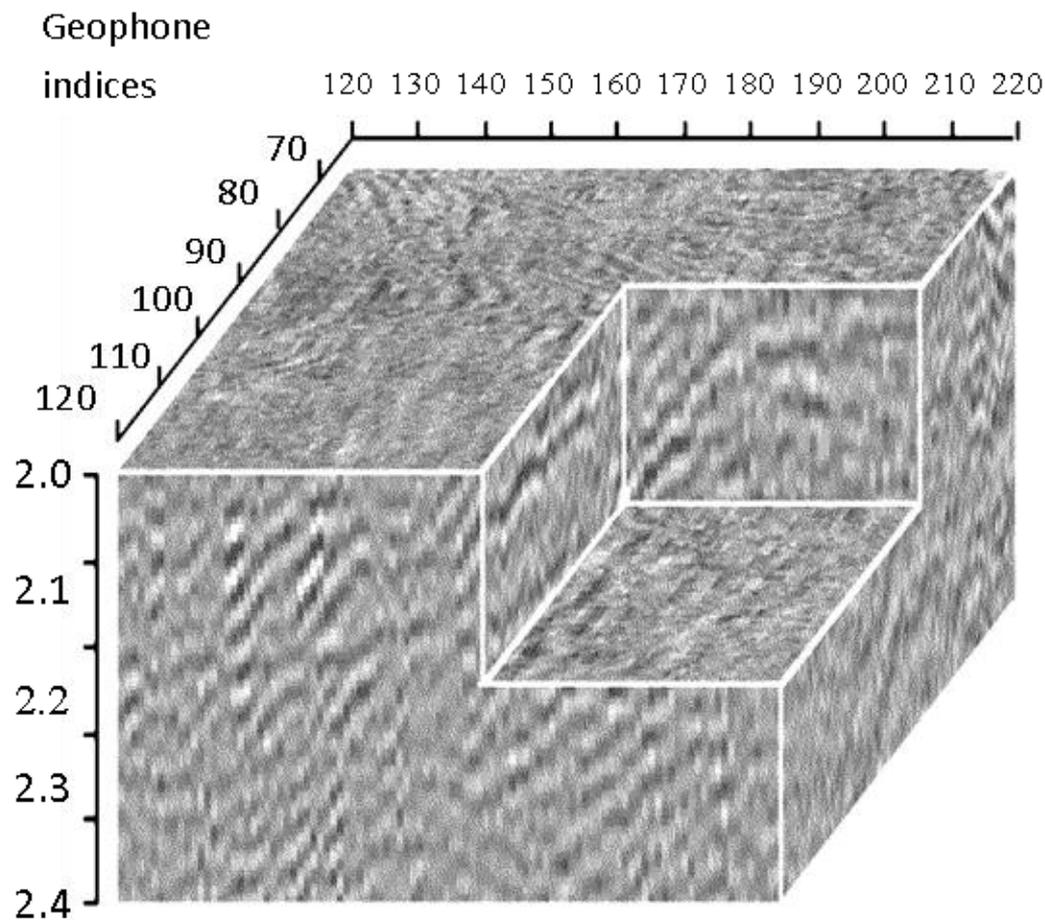
Использование данных о давлении пера позволяет определить подделки

Анализ данных сейсмической разведки

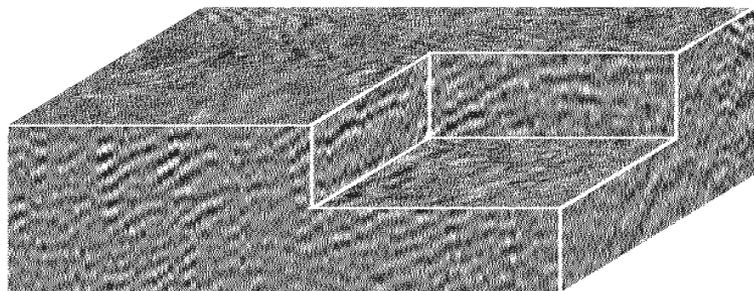
Упрощенная модель распространения и отражения сейсмических волн в слоистых горных породах. Сплошные линии соответствуют первичным отражениям от границы, а пунктирные - вторичным и последующим отражениям, которые должны быть подавлены.



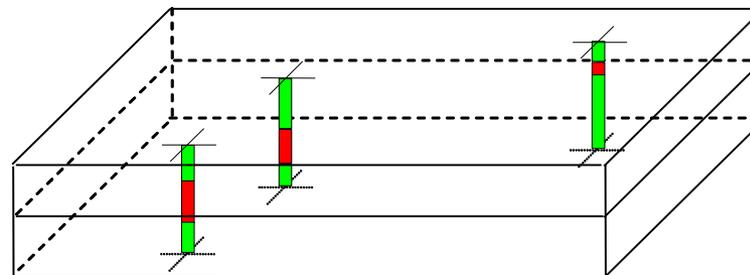
Фрагмент сейсмического куба



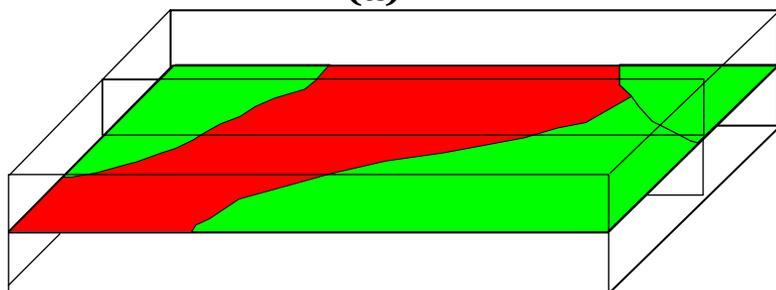
Анализ сейсмических данных как решение задачи обучения пространственному распознаванию образов с использованием прямых скважинных данных



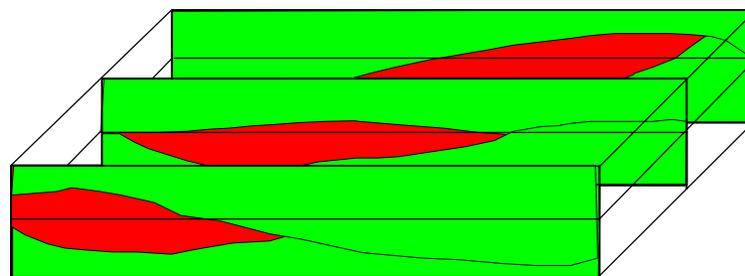
(а)



(б)



(в)

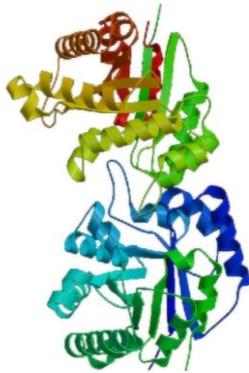


(г)

Фрагмент куба данных сейсмической разведки, рассматриваемый как трехмерное текстурное изображение (а), точечные данные о коллекторских свойствах породы, полученные из редкой сети разведочных скважин (б), искомая сегментация подземного пространства (в, г) на области коллекторов, отмеченных красным цветом, и неколлекторов как решение задачи обучения пространственному распознаванию образов с использованием прямых скважинных данных как информации «учителя».

Классификация пространственной структуры белков

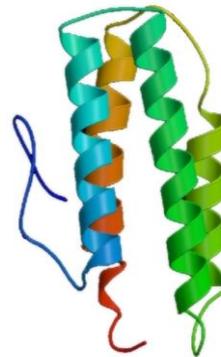
Cytochrome C



1TIM:A 247 amino acids

APRKFFVGGNWKMGKRKSLGELIHTLDGAKLSADTEVVCGAPS IYLDFA
RQKLDKIGVAAQNCYKVPKGAFTGEISPAMIKDIGAAWVILGHSERRHV
FGESDELIGQKVAHALAELGLVIACIGELDEREAGITEKVVFEKTAIA
DNVKDWSKVVLAYEPVWAI GTGKTATPQQAQEVHEKLRGWLKTHVSDAVA
VQSRI IYGGSVTGGNCKELASQHDVDGFLVGGASLKPEFVDI INAKH

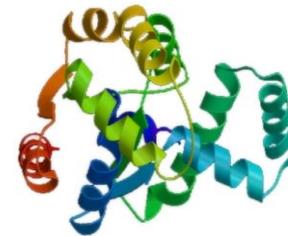
Immunoglobulin beta-sandwich



2MHR:_ 118 amino acids

GWEIPEPYVWDESFRVFEQLDEEHKKIFKGI FDCIRDNSAPNLATLVKV
TTNHFTHEEAMMDAAKYSEVVPHKMKHDFLEKIGGLSAPVDAKNVDYCK
ENLVNHIKGTDFKYKGL

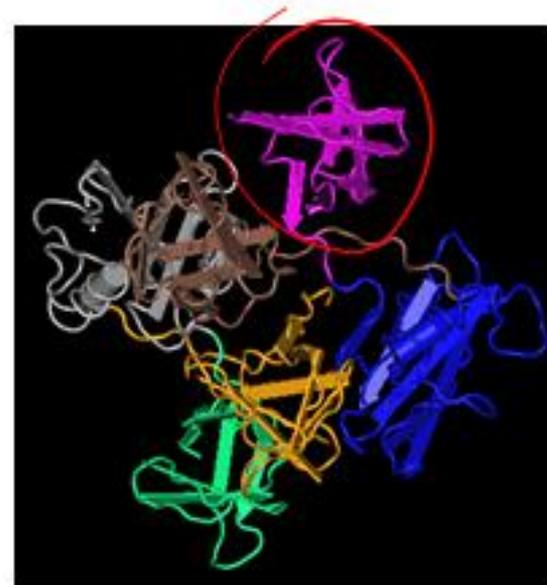
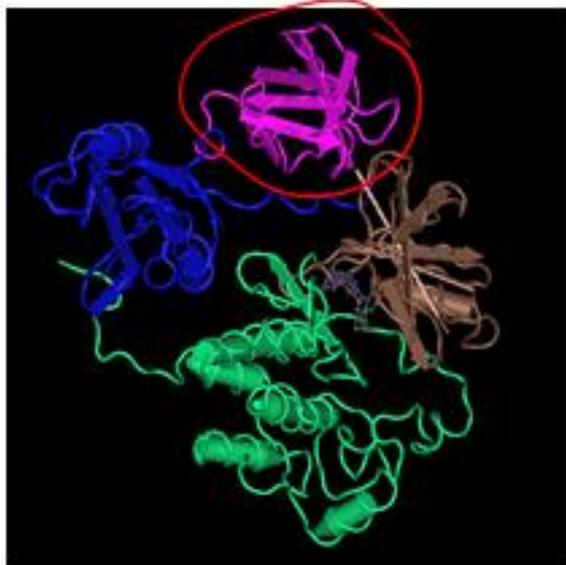
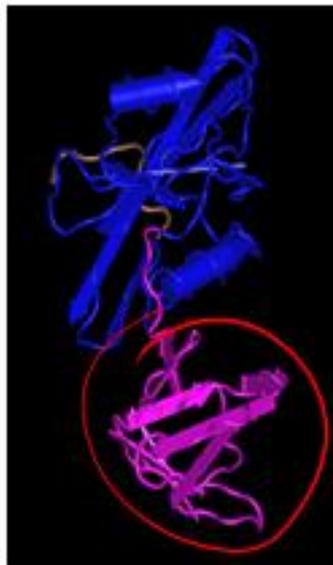
Four-helical bundle



3ADK:_ 195 amino acids

XMEELKKS KSIIFVVGPGSGKGTQCEKIVQKYGYTHLSTGDL LRAEVSS
GSARGKMLSEIMEKGQLVPLETVDMLRDAMVAKVDT SKGFLIDGYPREV
KQGEFERKIGQPTLLLYVDAGPETMTRKLLKRGETSGRVD DNEETIKKR
LETYYKATEPVIAFYEKRGIVRKVNAEGSVDDVFSQVCTHLDTLK

Поиск общего прародителя группы белков

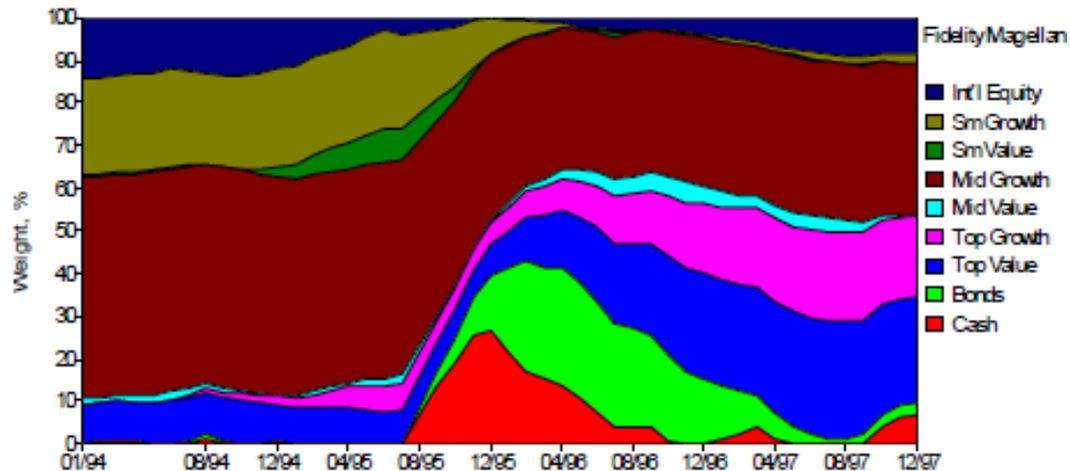


Найденный прародитель позволил выделить консервативные регионы анализируемых последовательностей, образующие очень похожие фрагменты пространственных структур, отвечающие за наличие у белков определенной функции

Динамический анализ стиля инвестирования

В дополнение к статической модели инвестиционного нобелевского лауреата Уильяма Шарпа, предложена динамическая модель, в которой предполагается, что искомая долевая структура портфеля изменяется во времени. Эту последовательность необходимо оценить по временным рядам известных доходностей портфеля и предполагаемых активов.

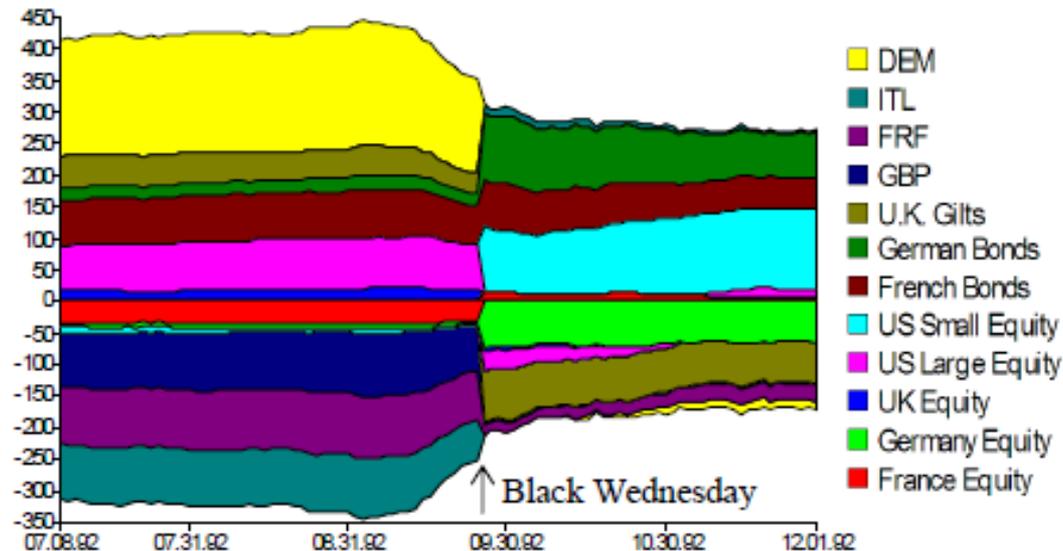
Пример: Fidelity Magellan Fund – крупнейший и наиболее известный паевой фонд США



Реконструкция структуры инвестиционного портфеля в период 1994-1997 гг.

Восстановление структуры инвестиционного портфеля: QUANTUM FUND

В черную среду 16 сентября 1992 г. Сорос ,открыв короткую (заемную) позицию на фунт стерлингов объемом более 10 млрд. дол., начал постепенно выпускать заемные фунты на рынок. В результате операций Сороса Банк Англии был вынужден провести массивную валютную интервенцию и, в конечном счете, вывести фунт стерлингов из механизма регулирования курсов валют европейских стран, что привело к мгновенному падению фунта по отношению к основным валютам. Это принесло колоссальную прибыль фонду Quantum, в течение месяца Джордж Сорос заработал порядка 2 миллиардов долларов, скупив уже значительно подешевевшие фунты.



Быстрые алгоритмы обработки изображений на основе нестационарной гамма-нормальной модели

Анализируемое изображение



$$Y = (y_t, t \in T)$$

$$\hat{X}(\Lambda, Y, \lambda, \mu) = \arg \min_x J(X | \Lambda, Y, \lambda, \mu)$$

Результат обработки



$$X = (x_t, t \in T)$$

Опорное изображение



$$X^s = (x_t^s, t \in T)$$

$$\hat{\Lambda}(X^s, \lambda, \mu) = \arg \min_{\Lambda} J(\Lambda | X^s, \lambda, \mu)$$

Примеры задач обработки изображений

Анализируемое изображение

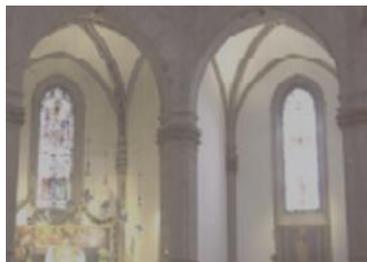
Опорное изображение

Результат обработки

Для задачи
удаления
тумана на
изображении
(на основе
Dark Channel):



Для задачи
сжатия
контраста HDR
изображения:



Для задачи
сохранения
структуры
изображения:



$$Y = (y_t, t \in T)$$



$$X^g = (x_t^g, t \in T)$$



$$X = (x_t, t \in T)$$

$$T = \{t = (t_1, t_2) : t_1 = 1, \dots, N_1, t_2 = 1, \dots, N_2\}$$

Сравнение алгоритмов по времени работы

Сравнение алгоритмов шумоподавления

Methods	Image size	
	256x256	512x512
Platelet	856	1112
PURE-LET	4.6	8.2
BM3D	4.1	7.2
Haar-Fisz	1.3	3.2
FBF	0.5	1.8
SURE-LET	0.4	1.6
Our algorithm	0.16	0.53

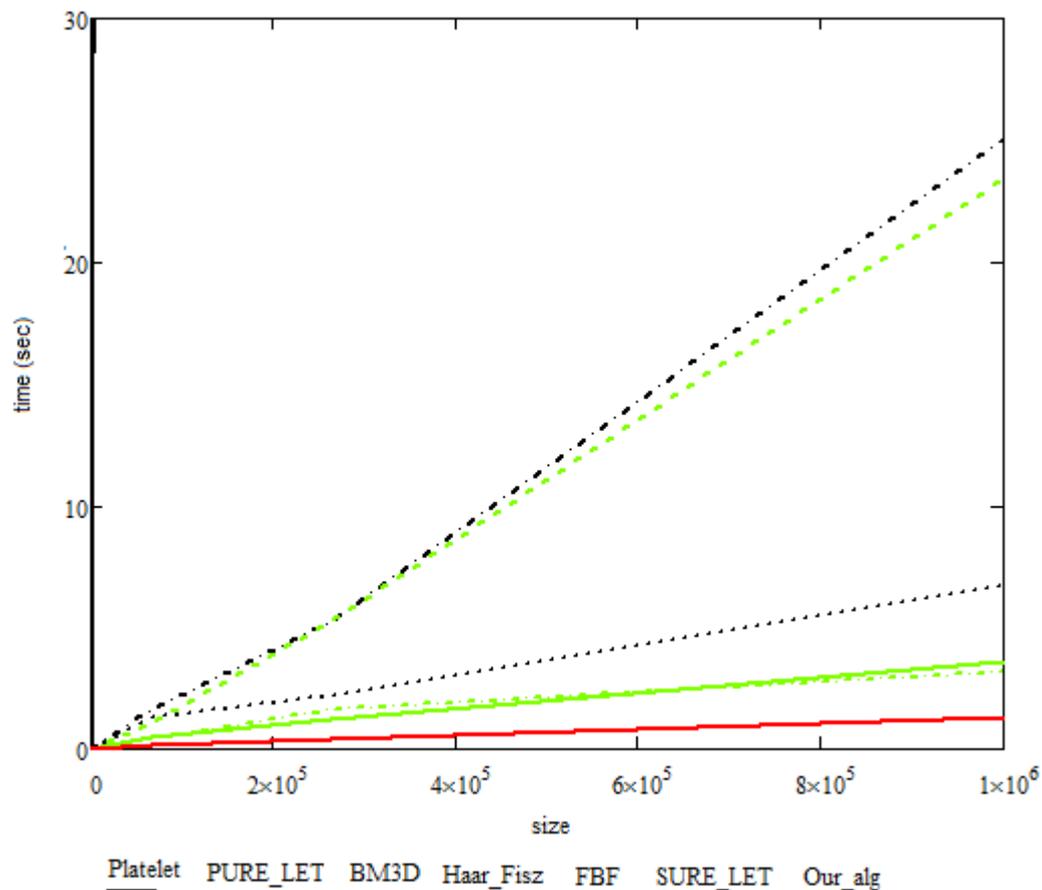


График зависимости времени работы алгоритмов от размера анализируемого изображения

Сравнение алгоритмов по времени работы (сек)

Сравнение алгоритмов удаления тумана

Methods	Image size	
	441x450	651x509
SIHR	18.67	39.87
Guided filter	16.579	27.516
Tarel	0.521	1.076
Fattal	26.496	44.241
Our algorithm	0.144	0.205

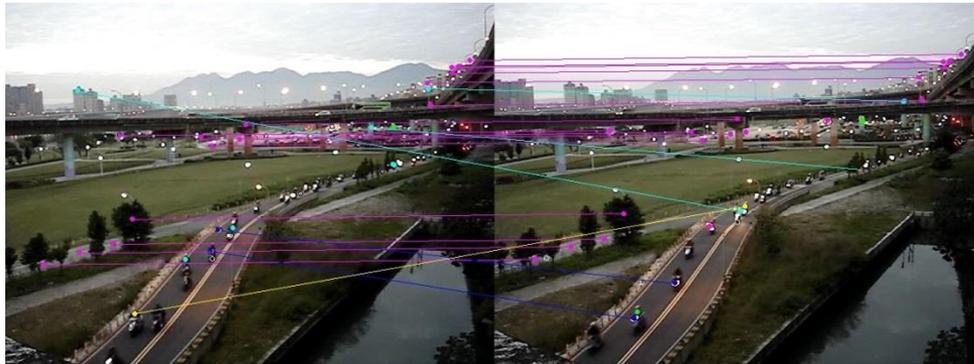
Сравнение алгоритмов сжатия контраста HDR изображений

Methods	Image size	
	512x768	750x487
Icis	30	32
Guided filter	6.72	6.75
FBF	6.31	6.34
Our algorithm	6.1	6.12

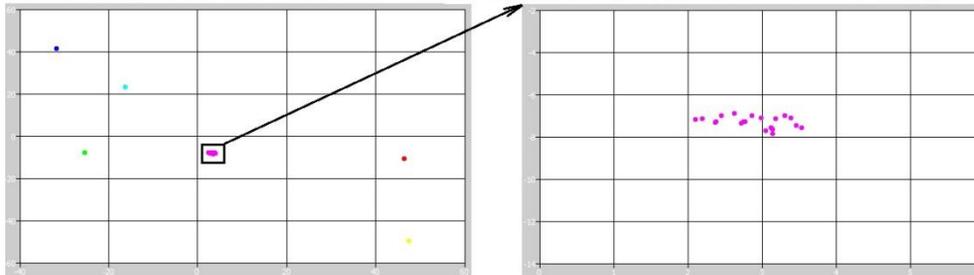
Исследование возможности применения метода потенциальных функций для решения задачи распознавания движущихся наземных радиолокационных целей



Стабилизация видеопоследовательностей с использованием кластерного анализа



Оценка векторов движения на основе поиска и сопоставления особых точек изображения

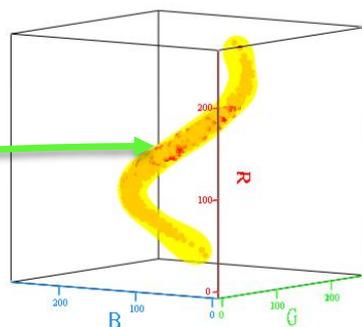
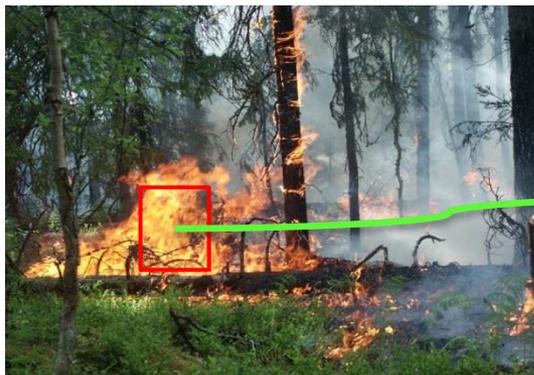


Кластеризация векторов движения и выбор кластера, соответствующего глобальному движению кадра



Оценка параметров аффинного преобразования и компенсация нежелательного движения с использованием фильтра Калмана

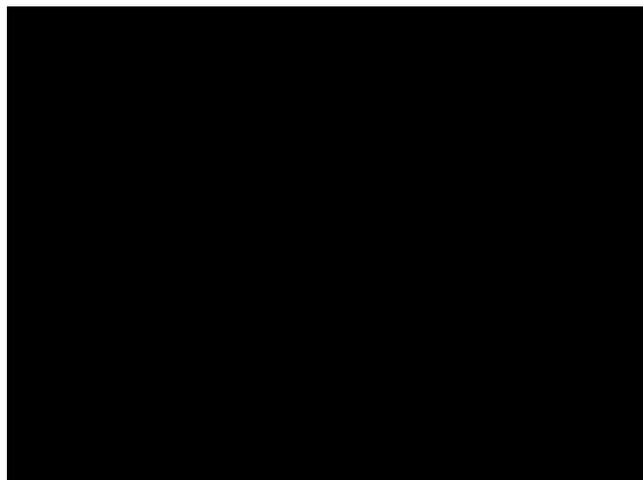
Параметрическое представление объектов в цветовом пространстве опорными векторами



Метод описания данных опорными векторами (Support Vector Data Description) представляет собой математическую модель, позволяющую решать задачу одноклассового распознавания образов.

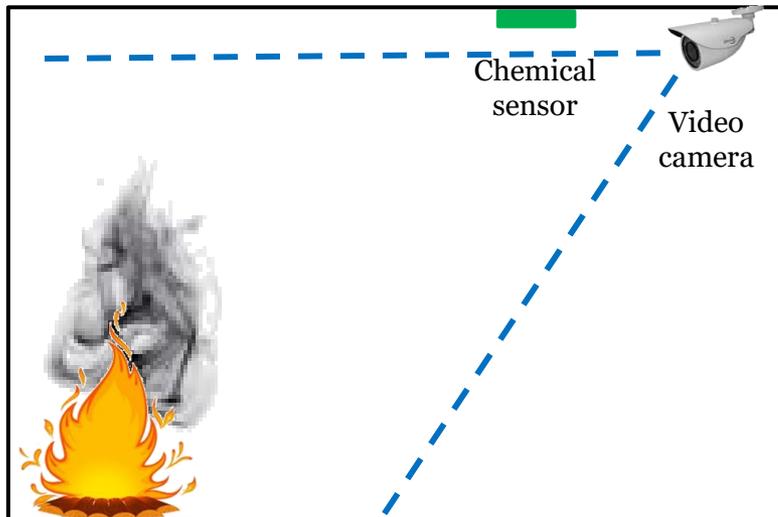
Применение – поиск возможных очагов возгорания по данным видеонаблюдения

Пример
обнаружения
пламени



Обнаружение задымления по данным видеонаблюдения в реальном времени

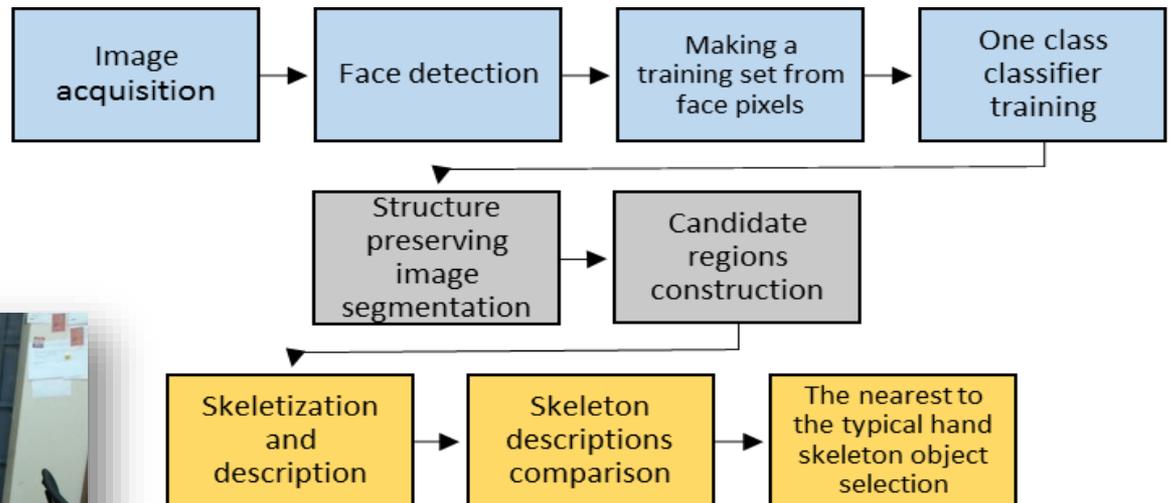
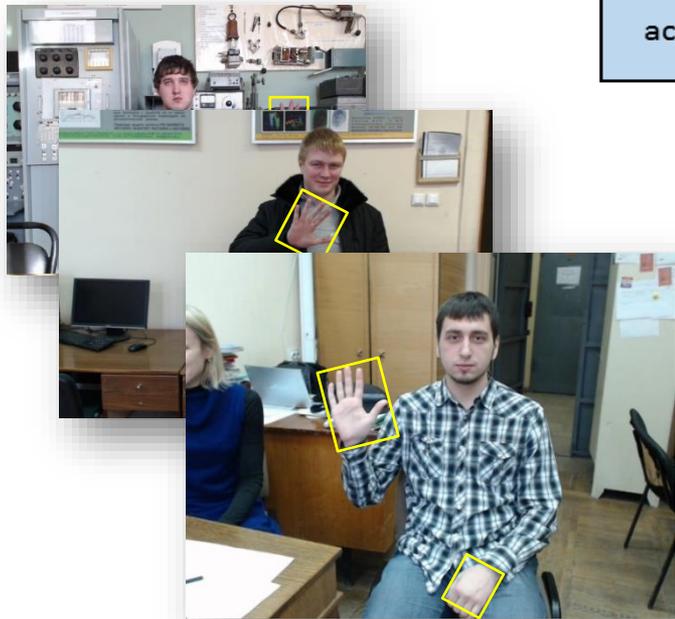
Пример обнаружения дыма



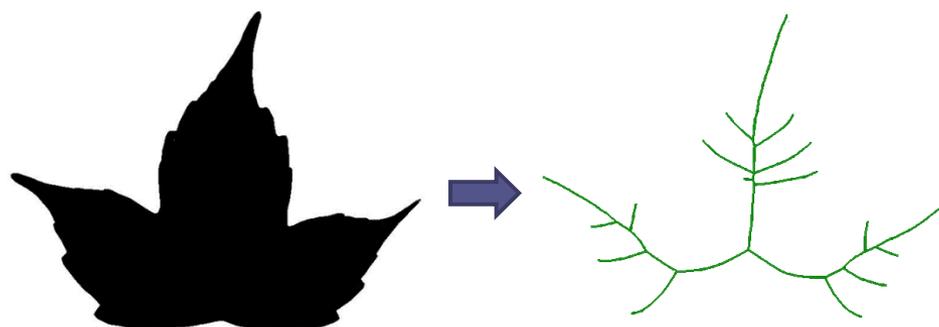
Средний процент ошибочных отказов и ложных обнаружений предлагаемого подхода около 5%.



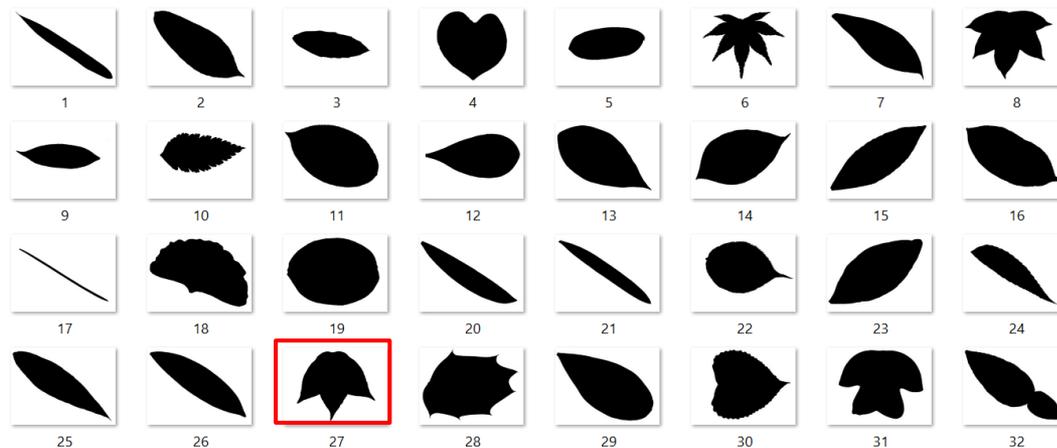
Детектирование ладоней на изображениях на основе комбинирования информации о цвете и форме



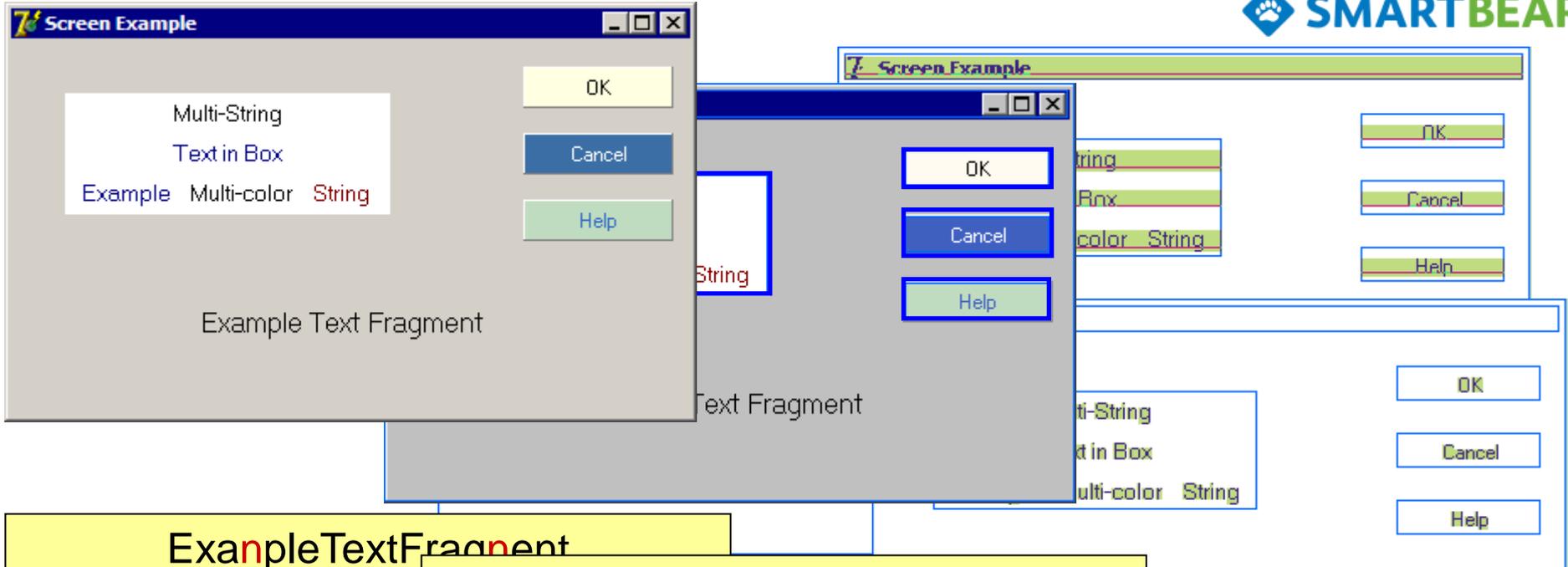
Сравнение скелетов бинарных изображений для задач распознавания классов объектов



**Распознавание
типов растений**



Система оптического распознавания текста

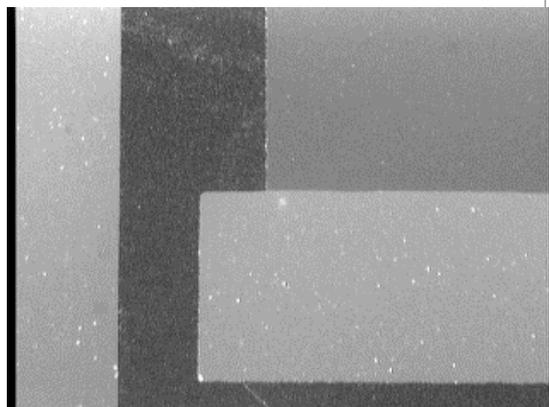
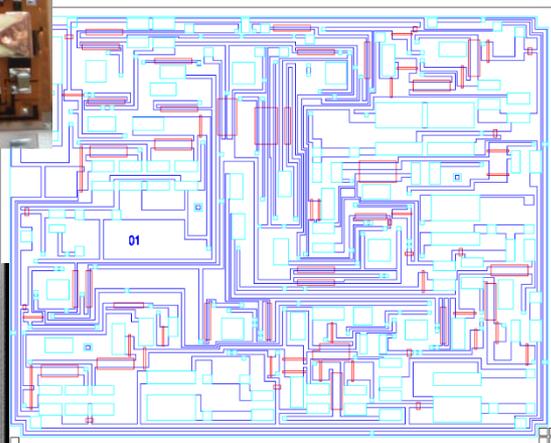
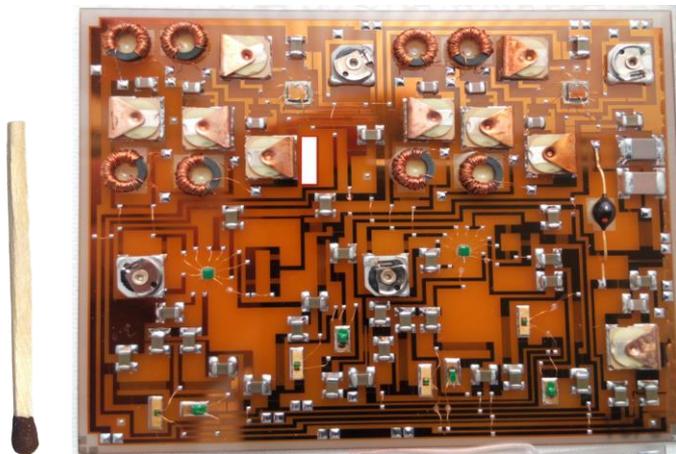


ExampleTextFragment
ScreenExample
OK
Multi-String
TextinBox
ExampleMulti-c
Cancel
Help

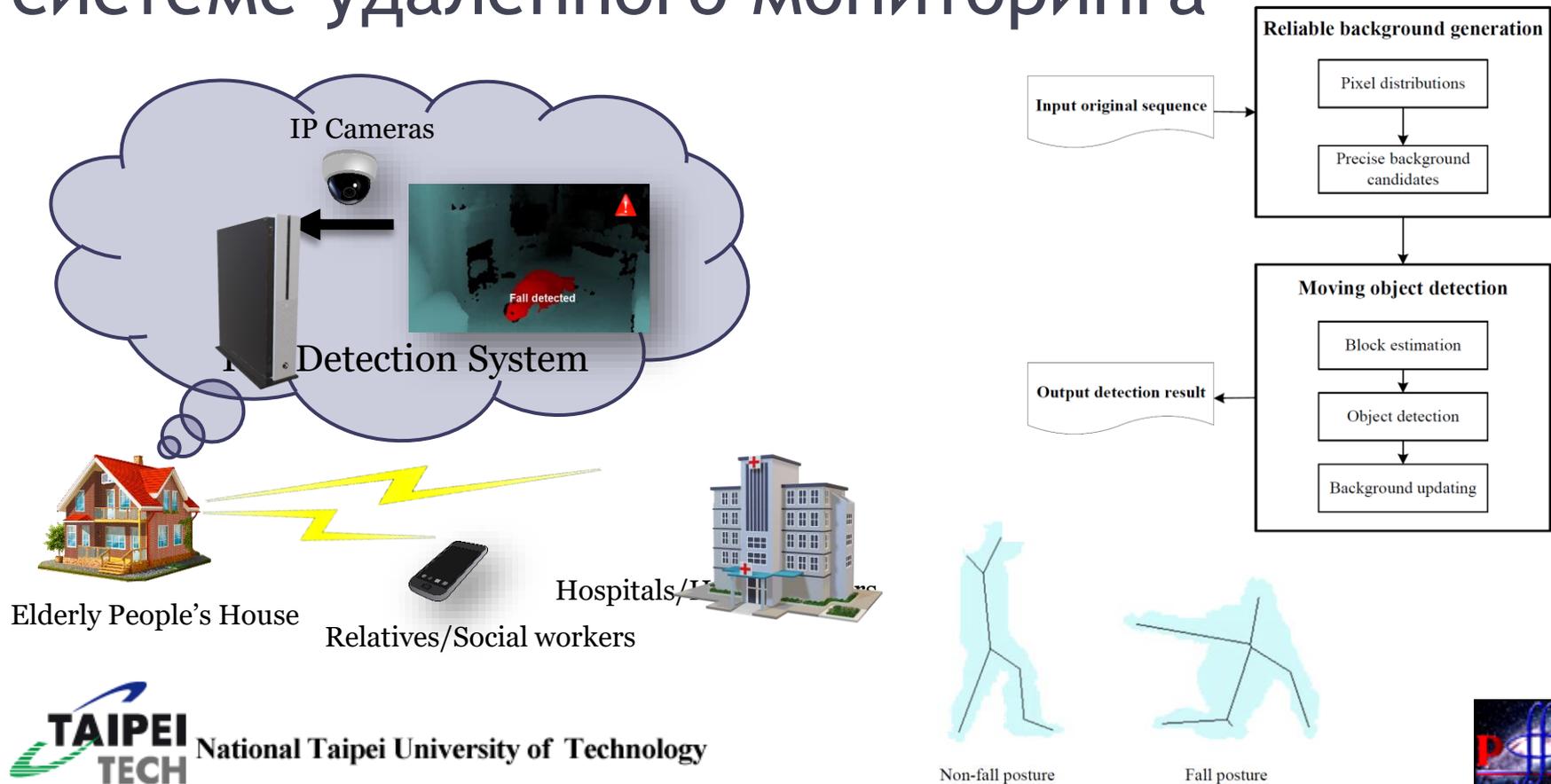
Example_Text_
Screen_Example
OK
Multi-String
Text_in_Box
Example_Multi-c
Cancel
Help

Example Text Fragment
Screen Example
OK
Multi-String
Text in Box
Example Multi-color String
Cancel
Help

Обработка и анализ данных, полученных по видеоканалу лазерной установки подгонки РЭ



Методы и алгоритмы обнаружения событий, опасных для пожилых людей, на основе видеоанализа в беспроводной системе удаленного мониторинга



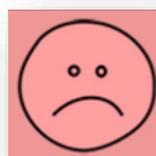
Распознавание эмоционального состояния собеседников в телефонном диалоге



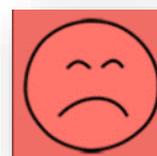
Happy



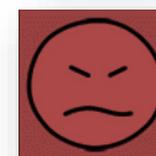
Neutral



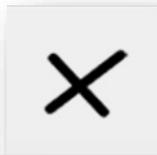
Slightly
Dissatisfied



Dissatisfied



Hardly
Dissatisfied



Noninformative

The screenshot displays an audio analysis interface. At the top, a waveform shows the audio signal. Below it, a yellow bar indicates the detected emotion: 'Доволен' (Happy) for the 'Оператор' (Operator). A grey bar with a black X indicates a 'Неинформативный' (Noninformative) segment. The interface includes a vertical toolbar on the left with icons for the five emotion categories and a 'Noninformative' icon. At the bottom, there is a progress bar, playback controls, and a 'Отправить данные' (Send data) button. The status bar at the bottom right shows: 'Пользователь: akoruyov', 'Обработано файлов: 1', 'Общая длительность: 01 мин 18 сек', and a 'Помощь' (Help) link.

Научное сотрудничество:

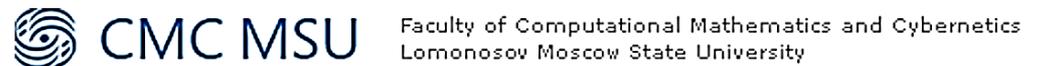


FGUP «GosNIAS»

Markov
Processes Int.



School of Science and Technology



Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics
Lomonosov Moscow State University



Danang University of Science
and Technology



Прикладные научные исследования и хоздоговоры:

- Siemens (Германия): Алгоритмический анализ и разработка системы автоматической идентификации дактилоскопических карт.
- Markov Processes Int. (США): Программно-алгоритмический анализ восстановления структуры инвестиционного портфеля
- ПАО НПО «Стрела»: Распознавание РЛ-сигналов
- ООО ППП «Спецстройальянс»: Экспертная видео- и аудиоаналитическая система контроля и оповещения для объектов газонефтяного комплекса (обнаружение пламени, дыма, разлития масла, шумовых событий).
- SmartBear Software (Automated QA): Подсистема оптического распознавания символов в системе тестирования ПО TestComplete

Поощрения по тематике:

- Премия МАИК «Наука» 1997 г. за лучшую серию публикаций (Моттль В.В., Двоенко С.Д., Копылов А.В.)
- Премия конкурса молодых ученых, участников международной конференции РОАИ-5-2000 (Копылов А.В.)
- Грант Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (Середин О.С., 2004 г.)
- Конкурс грантов благотворительного фонда В.Потанина для молодых российских преподавателей 2004 г. (Копылов А.В.), 2006 г, 2008 г., 2009г. (Середин О.С.), 2012 г. (Сулимова В.В.)
- Премия за лучший научный доклад на конференции ММРО-12-2005 (Сулимова В.В.)
- Индивидуальный грант ИНТАС 2006 г. для молодого ученого (Сулимова В.В.)
- Премия за лучший доклад на международной конференции Signal Processing, Pattern Recognition and Applications 2010 г. (Красоткина О.В., Моттль В.В., Копылов А.В.)
- Премия конкурса «Лучший молодой ученый ТулГУ», 2010 г. (Сулимова В.В.), 2016 (Грачева И.А.)
- Стипендия президента и правительства, 2017-2019 (Грачева А.И.)
- Премия правительства Тульской области, 2019 (Грачева А.И.)
- Диплом за лучший доклад на международной конференции AIST, 2015 (Кушнир О.А.), 2016 (Грачева И.А.)

Защиты диссертаций в Ученых советах ИПУ РАН, ВЦ РАН и ТулГУ:

2 докторские

16 кандидатских

Членство в организациях:

Сотрудники лаборатории являются членами Тульского
регионального отделения (руководитель д.ф.-м.н. С.Д. Двоенко)
Международной ассоциации распознавания образов (IAPR)



Научно-исследовательская работа

- **Грант РФФИ 99-01-00372** «Создание единого математического аппарата решения типовых задач обработки и распознавания сигналов и изображений на основе вариационного подхода» (1999-2001 г.)
- **Грант РФФИ 02-01-00107** «Создание комплекса математических методов и алгоритмов распознавания образов в условиях отсутствия априори заданного вектора признаков объектов распознавания» (2002-2004 г.)
- **Грант РФФИ 04-01-08038** «Методы и инструментальные средства обучения распознаванию образов в массивах пространственных данных сейсмической разведки для поиска коллекторов нефти и газа в массивных породах с учетом обучающей информации из разведочных скважин» (2004-2006 г.)
- **Грант РФФИ 05-01-00679** «Линейные методы восстановления зависимостей в массивах данных произвольной природы» (2005-2007 г.)
- **Грант ИНТАС 04-77-7347** «Принципы распознавания образов на основе мер несходства в сигналах, символьных последовательностях и изображениях» (2005-2007 г.)
- **Грант РФФИ 06-01-00412** «Методы восстановления нестационарных зависимостей в потоках данных» (2006-2008 г.)

Научно-исследовательская работа

- **Грант РФФИ 06-01-08042** «Методы, инструментальные средства и новая открытая информационная технология построения систем идентификации личности по свободно пополняемому множеству биометрических характеристик» (2006-2007 г.)
- **Грант РФФИ 06-07-89249** «Методы и программное обеспечение интеллектуального анализа данных периодических опросов населения» (2006-2008 г.)
- **Персональный грант Президента РФ** для поддержки молодых ученых (Середин О.С.) «Создание нового поколения алгоритмов беспризнакового распознавания сигналов и изображений на основе взаимного выравнивания и метода потенциальных функций» (2004-2005г.)
- **Грант РФФИ 08-01-00695** «Линейные методы комбинирования разнородной информации для решения задач анализа массивов данных произвольной природы»

Научно-исследовательская работа

- **Грант РФФИ 08-01-12023** «Методы и инструментальные средства классификации и распознавания символьных последовательностей разной длины для интеллектуализации анализа аминокислотных последовательностей в базах белковых данных на основе вероятностной модели эволюции» (2008-2009 г.)
- **Грант РФФИ 08-01-99003** «Методы, инструментальные средства и единая информационная технология анализа массивов упорядоченных данных для решения типовых практических задач обработки и распознавания изображений, сигналов и символьных последовательностей» (2008-2009 г.)
- **Грант РФФИ 09-01-12085** «Методы и инструментальные средства динамического мониторинга инвестиционных портфелей» (2009-2010 г.)
- **Грант РФФИ 10-07-00489** «Ациклические марковские модели в задачах обработки» (2010-2012 г.)

Научно-исследовательская работа

- **Грант РФФИ 11-07-00634** «Методы обучения по прецедентам в нестационарных генеральных совокупностях» (2011-2013 г.)
- **Грант РФФИ 11-07-00728** «Линейные методы беспризнаковой классификации белков и прогнозирования их биологических свойств на основе концепции общей подпоследовательности фиксированной длины» (2011-2013 г.)
- **Грант РФФИ 12-07-92000** «Создание методов и алгоритмов видеоанализа транспортных потоков для систем контроля сложной дорожной обстановки» (2012-2014 г.)
- **Грант РФФИ 13-07-00529** «Создание методов и алгоритмов оценивания параметров марковских моделей в задачах обработки упорядоченных массивов данных» (2013-2015 г.)
- **Грант РФФИ 13-07-00010** «Метрическая коррекция и обработка парных взаимосвязей в задачах интеллектуального анализа данных» (2013-2014 г.)

Научно-исследовательская работа

- **Грант РФФИ 13-07-13132** «Методы, инструментальные средства и единая информационная технология совместного анализа данных ультразвукового и магнитного контроля рельсового пути» (2013-2014 г.)
- **Грант РФФИ 14-07-00964** «Создание нового поколения методов, инструментальных средств и интеллектуальных информационных технологий для решения типовых задач распознавания образов и поиска зависимостей в разнородных и сложноорганизованных данных» (2014-2016 г.)
- **Грант РФФИ 14-07-00527** «Методы комбинирования детекторов в анализе сигналов и изображений» (2014-2016 г.)
- **Грант РФФИ 14-07-31271** «Методы и алгоритмы беспризнакового анализа скелетных графов бинарных изображений» (2014-2015 г.)
- **Грант РФФИ 14-37-50430** «Разработка алгоритмов повышения качества изображений, полученных в плохих погодных условиях, для систем улучшенного компьютерного зрения» (2014 г.)

Научно-исследовательская работа

- **Грант РФФИ 16-57-52042** «Методы и алгоритмы обнаружения событий, опасных для пожилых людей, на основе видеонализа в беспроводной системе удаленного мониторинга» (2016-2018 г.)
- **Грант РФФИ - 16-07-01039** «Методы и алгоритмы обработки изображений и других видов упорядоченных данных на основе обучаемых марковских моделей» (2016-2018 г.)
- **Грант РФФИ - 17-07-00993** «Динамические методы анализа данных» (2017-2019 г.)
- **Грант РФФИ - 18-07-01087** «Методы и алгоритмы высокопроизводительного интеллектуального восстановления зависимостей в больших массивах данных» (2018-2020 г.)
- **Грант РФФИ - 18-07-00942** «Методы и алгоритмы построения математически корректных функций сравнения бинарных изображений на основе скелетной морфологии» (2018-2020 г.)

Научно-исследовательская работа

- **Грант РФФИ - 20-07-00441:** Методы и быстродействующие алгоритмы повышения качества изображений, полученных в реальных погодных условиях в различное время суток, при наличии тумана, мелкодисперсных частиц и локализованных источников освещения (2020-2022)
- **Грант РФФИ - 20-07-00055:** Задачи и методы интеллектуального анализа данных на основе парных сравнений (2020-2022)

Участие сотрудников Лаборатории анализа данных в научных конференциях начиная с 1995 г.

- Математические методы распознавания образов (ММРО)
- Распознавание образов и анализ изображений (PRIA)
- Интеллектуализация обработки информации (ИОИ)
- International Conference on Pattern Recognition (ICPR)
- Machine Learning and Data Mining (MLDM)
- Multiple Classifier Systems (MCS)
- Open Russian German Workshop “Pattern Recognition and Image Analysis”
- International Conference on Image and Signal Processing
- IASTED International Conference on Signal Processing, Pattern Recognition and Applications
- International Conference on Pattern Recognition and Information Processing

Участие сотрудников Лаборатории анализа данных в научных конференциях начиная с 1995 г.

- ISPRS International Workshop “Photogrammetric and computer vision techniques for video Surveillance, Biometrics and Biomedicine”
- Теория и применение компьютерного зрения (VISAPP-2020)
- International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods, ICPRAM
- International Conference on Information Technology and Nanotechnology, ITNT
- Analysis of Images, Social Networks, and Texts, AIST
- Конференция Международной Федерации Обществ Классификации (International Federation of Classification Societies - IFCS)

Научные разработки Лаборатории анализа данных кафедры ИБ ТулГУ в учебном процессе:

Современные методы распознавания образов и интеллектуального анализа данных, созданные в Лаборатории анализа данных каф. Информационной безопасности, используются при преподавании основных и дополнительных дисциплин магистратуры и некоторых дисциплин бакалавриата:

- Интеллектуальные технологии
- Интеллектуальный анализ данных
- Цифровая обработка сигналов
- Цифровая обработка изображений
- Методы анализа больших массивов данных
- Распознавание образов
- Прикладной регрессионный анализ

Основные публикации

Универсальная методология анализа массивов упорядоченных данных:

1. Mottl V.V., Muchnik I.B. Optimization Algorithms for Separable Functions with Tree-like Adjacency of Variables and their Application to the Analysis of Massive Data Sets. DIMACS Technical Report 97-16, April 1997. Center for Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science. Rutgers University, the State University of New Jersey, USA.
2. Mottl V.V., Muchnik I.B. Bellman functions on trees for segmentation, generalized smoothing, matching and multi-alignment in massive data sets. DIMACS Technical Report 98-15, February 1998. Center for Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science. Rutgers University, the State University of New Jersey, USA.
3. Andrey V. Kopylov. Dynamic programming procedures for image analysis. Proceedings of the Eight IASTED International Conference INTELLIGENT SYSTEMS AND CONTROL, October 31 – November 2, 2005, Cambridge, USA.: ACTA Press, pp. 404-409.- 515 p.
4. Копылов А.В. Итерационные методы парно-сепарабельной оптимизации на основе древовидного динамического программирования в задачах анализа многомерных данных. Математические методы распознавания образов: 12-я Всероссийская конференция: Сборник докладов.-М.: МАКС Пресс, 2005. С. 137-140, - 500 с.

Универсальная методология анализа массивов упорядоченных данных:

5. С.Д. Двоенко, А.В. Копылов, В.В. Моттль. Задача распознавания образов в массивах взаимосвязанных объектов. Постановка задачи и основные предположения // Автоматика и телемеханика, №1, 2004, стр. 143-158.
6. С.Д. Двоенко, А.В. Копылов, В.В. Моттль. Задача распознавания образов в массивах взаимосвязанных объектов. Алгоритм распознавания // Автоматика и телемеханика, №12, 2005, стр. 162-176.
7. S. Dvoenko, A. Kopylov, V.Mottl. Pattern recognition in interrelated data: the problem, fundamental assumptions, recognition algorithms // Proceedings of 17th ICPR'2004, August 23-26, Cambridge, UK, vol. 1, pp. 188-191.
8. П.А. Мельников, А.В. Копылов, Алгоритм поиска квазиоптимальной разметки для обработки изображений с построчным комбинированием переменных. Известия ТулГУ. Естественные науки. 2012. Выпуск 1 - Тула. Издательство ТулГУ, pp 119-129

Методы сохранения существенных неоднородностей, разрывов и скачков при обработке упорядоченных массивов данных:

9. Mottl V.V., Kopylov A.V., Kostin A.A. Edge-preserving in generalized smoothing of signals and images. Proceedings of the 14th International Conference on Pattern Recognition. Brisbane, Australia, August 16-20, 1998. Volume I, pp. 525-527.
10. А.В. Копылов. Сохранение границ в процедуре обобщенного сглаживания изображений. Известия ТулГУ. Серия. Вычислительная техника. Информационные технологии. Системы управления. Т.1.Вып.2. Информационные технологии. – Тула: ТулГУ, 2004.
11. A. Kopylov. Parametric dynamic programming procedures for edge preserving in signal and image smoothing // Proceedings of the 7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis, St.Petersburg October 18-23, 2004. Volume I, pp. 281-284.
12. A.V. Kopylov. Parametric dynamic programming procedures for edge preserving in signal and image smoothing. Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 15, No. 3, 2005.

Методы сохранения существенных неоднородностей, разрывов и скачков при обработке упорядоченных массивов данных:

13. Карцева А.С., Копылов А.В. Оптимизационные критерии и алгоритмы сглаживания сигналов и изображений с сохранением границ. Искусственный интеллект. ІПШІ МОН І НАН України «Наука і освіта», № 2, 2006, С. 80-84
14. O. Krasotkina, A. Kopylov, V. Mottl, and M. Markov. Bayesian Estimation of Time-Varying Regression with Changing Time-Volatility for Detection of Hidden Events in Non-Stationary Signals. Proceedings of the 7th IASTED International Conference on Signal Processing, Pattern Recognition and Applications (SPPRA 2010), February 17-19, 2010, Innsbruck, Austria, pp. 8-1
15. Andrey Kopylov, Olga Krasotkina, Oleksandr Pryimak and Vadim Mottl. A Signal Processing Algorithm Based on Parametric Dynamic Programming. Lecture Notes in Computer Science, 2010, Volume 6134/2010, 280-286.

Методы сохранения существенных неоднородностей, разрывов и скачков при обработке упорядоченных массивов данных:

16. Pham, C. T. and Kopylov, A. V. Multi-quadratic dynamic programming procedure of edge– preserving denoising for medical images:, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, XL-5/W6, 101-106, doi:10.5194/isprsarchives-XL-5-W6-101-2015, 2015.
17. Inessa Gracheva, Andrey Kopylov and Olga Krasotkina. Fast Global Image Denoising Algorithm on the Basis of Nonstationary Gamma-Normal Statistical Model. Fourth International Conference, AIST 2015, Yekaterinburg, Russia, April 9-11, 2015, Revised Selected Papers. Communications in Computer and Information Science, Vol. 542, Springer, P. 71-82.
18. Dang, Thanh NH, D. Dvoenko Sergey, and Dinh Viet Sang. A Denoising Method Based on Total Variation //Proceedings of the Sixth International Symposium on Information and Communication Technology. – ACM, 2015. – C.
19. Thang, P. C., Kopylov, A. V., and Dvoenko, S. D.: EDGE–PRESERVING DENOISING BASED ON DYNAMIC PROGRAMMING ON THE FULL SET OF ADJACENCY GRAPHS, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2/W4, 55-60, doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W4-55-2017, 2017.

Методы сохранения существенных неоднородностей, разрывов и скачков при обработке упорядоченных массивов данных:

20. Thang PC, Kopylov AV. Tree-serial parametric dynamic programming with flexible prior model for image denoising. *Computer Optics* 2018; 42(5): 838-845. DOI: 10.18287/2412-6179-2018-42-5-838-845
21. Pham, C.T., Gamard, G., Kopylov, A., & Tran, T.T.T. An algorithm for image restoration with mixed noise using total variation regularization // *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*. – 2018. – Т. 26. – №. 6. С. 2831-2845
22. Gracheva I. A., Kopylov A. V. Tone Compression Algorithm for High Dynamic Range Medical Images // *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. – 2019. – Т. 4212. – С. 87-95.
23. Thao, T. T. T., Thang, P. C., Kopylov, A. V., & Van Nguyen, N. An Adaptive Variational Model for Medical Images Restoration // *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. – 2019. – Т. 4212. – С. 219-224.

Математические основы распознавания образов:

24. Моттль В. В. Метрические пространства, допускающие введение линейных операций и скалярного произведения. Доклады Российской академии наук, 2003, т. 388, № 3, с. 1–4.
25. Mottl V. V. Metric spaces of featureless pattern recognition that admit linear operations and inner product. Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 13, No. 1, 2003, pp. 51–54.
26. V. Mottl, O. Seredin, O. Krasotkina, I Muchnik. Fusion of Euclidean metrics in featureless data analysis: An equivalent of the classical problem of feature selection. Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 15, No. 1, 2005, pp. 83–86.
27. V. Mottl, O. Krasotkina, O. Seredin, I Muchnik. Principles of Multi-Kernel Data Mining. In: P. Perner and A. Imiya (Eds.): Machine Learning and Data Mining 2005, LNAI 3587, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, pp. 52 – 61.
28. Двоенко С.Д. Кластеризация множества, описанного парными расстояниями и близостями между его элементами. Сибирский журнал индустриальной математики, 2009, т. XII, №1 (37), с. 61-73.

Математические основы распознавания образов:

29. Моттль В.В., Середин О.С. Обобщенный линейный подход к восстановлению зависимостей по эмпирическим данным // Интеллектуализация обработки информации: Тезисы докладов 11-й Международной конференции (Москва, Россия – Барселона, Испания). – М.: Торус Пресс, 2016. С.56–57.
30. Середин О.С., Моттль В.В. Методы погружения произвольных объектов реального мира в нормированное линейное пространство для реализации обобщенного линейного подхода к восстановлению зависимостей // Интеллектуализация обработки информации: Тезисы докладов 11-й Международной конференции (Москва, Россия – Барселона, Испания). – М.: Торус Пресс, 2016. С.60–61.
31. Anton Malenichev, Olga Krasotkina, Vadim Mottl, Oleg Seredin. Multi-class Learning in Big Data//Proceedings of the 5th Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST'2016), Communications in Computer and Information Science (CCIS), Springer-Verlag, с. 204-213

Распознавание лиц, подписей, отпечатков пальцев:

32. Seredin O.S., Krestinin I.A. Face detection using peculiar point technique, In: Proceedings of 8th International Conference “Pattern Recognition and Image analysis: New Information Technologies”, Vol.2 –Yoshkar-Ola, 2007, pp. 335–338.
33. Mottl V., Kopylov A., Kostin A., Yermakov A. Elastic transformation of the image pixel grid for similarity based face identification. Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition, August 11-15, 2002, Quebec City, Canada.
34. Mottl V., Kostin A., Seredin O., Yermakov A. Support object classifiers with rigid and elastic kernel functions for face identification. Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition, August 11-15, 2002, Quebec City, Canada.
35. Гуляев А. В., Ермаков А. С. Фотометрическая нормализация цветных изображений в задачах распознавания фотопортретов. Доклады 16-й международной конференции «Математические методы в технике и технологиях (ММТТ – 16)», 2003, с. 214.
36. Tatarchuk A.I. Dynamic programming algorithm for calculating ridge count between fingerprint minutae. Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 13, № 2, 2003, pp.369 – 370.

Распознавание лиц, подписей, ладоней, отпечатков пальцев:

37. Двоенко С.Д., Барчуков М.А. Разделение малонаполненных классов методом скользящего контроля // Математические методы распознавания образов: ММРО-14, г. Суздаль, 21-26 сентября 2009 г.: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2009. с. 495-448.
38. Mottl V., Sulimova V., Tatarchuk A. Multi-kernel approach to on-line signature verification. // Proceedings of the Eighth IASTED International Conference on Signal and Image Processing, held August 14 – 16, 2006, Honolulu, Hawaii, USA, pp. 448-453.
39. А.В. Копылов, О.С. Середин, О.А. Кушнир, И.А. Грачева, А.О. Ларин. Устойчивое детектирование ладони на изображениях на основе комбинирования информации о цвете и форме // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып.11. Ч.1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. С.24–40.
40. Seredin, O. S., Kopylov, A. V., Huang, S. C., & Rodionov, D. S. A Skeleton Features-Based Fall Detection Using Microsoft Kinect v2 with One Class-Classifer Outlier Removal //ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2019. – Т. 4212. – С. 189-195.

Обработка данных сейсмической разведки и гидродинамических экспериментов:

41. Mottl V.V., Blinov A.B. A texture processing algorithm and its application to seismic section segmentation. The 4th Open Russian German Workshop "Pattern Recognition and Image Analysis". Valday, Russian Federation, March 3-9, 1996, pp. 103-106.
42. Mottl V.V., Blinov A.B., Kostin A.A. Texture analysis algorithms and their application to seismic data processing. Pattern Recognition and Image Analysis. Advances in Mathematical Theory and Applications, 1997, Vol. 7, № 1.
43. Mottl V., Blinov A., Zabusky N., Muchnik I. Apparent motion in spatial time-varying data: A variational approach to pointwise tracking of coherent structures in computational fluid dynamics. DIMACS Technical Report, September 1999. Center for Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science. Rutgers University, the State University of New Jersey, 30 p.
44. Моттль В.В., Блинов А.Б., Копылов А.В., Забусский Н., Мучник И.Б. Оценивание кажущегося движения в динамических массивах данных. Труды 5-й Международной конференции "Распознавание образов и анализ изображений: Новые информационные технологии". Самара, 16 - 22 октября 2000 г. Секция 2, с. 343-347.
45. Mottl V., Blinov A., Kopylov A., Zabusky N., Muchnik I. Variational approach to the evaluation of motion of coherent structures in fluid dynamic massive data sets. Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 11, 2001, No.3, pp. 583-596.

Вычислительные аспекты построения алгоритмов измерения попарного несходства изображений:

45. Kopylov A.V., Dmitriev D.A., Mottl V.V. Algorithms of approximate pairwise separable optimization for image processing. Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 13, № 1, 2003, pp. 90-94.
46. Ermakov A.S., Kostin A.A., Kopylov A.V., Mottl V.V., Kittler J. Elastic kernel functions for image recognition. Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 13, No. 1, 2003, pp. 98–100.
47. Ермаков А.С., Середин О.С. Вероятностная потенциальная функция для распознавания изображений // Интеллектуализация обработки информации: 8-я международная конференция, Кипр, г. Пафос, 17-24 октября, 2010 г.: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2010. с. 343-345.

Задачи распознавания сигналов и изображений:

48. O. Seredin, A. Kopylov, V. Mottl, Selection of Subsets of Ordered Features in Machine Learning // *Transactions on Machine Learning and Data Mining*, Vol. 2, No. 2, 2009, pp. 65-79.
49. Маслакова С.Н., Середин О.С. Учет отношения соседства между признаками при их отборе в задаче обучения распознаванию образов // Интеллектуализация обработки информации: 8-я международная конференция, Кипр, г. Пафос, 17-24 октября, 2010 г.: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2010. с. 169-172.
50. Degtyarev N., Seredin O.: Comparative Testing of Face Detection Algorithms: In A. E Imoataz et al. (Eds.): ICISP 2010, LNCS 6134, pp. 200-209, Springer, Heidelberg (2010).
51. Дегтярев Н.А., Середин О.С. Геометрический подход к комбинированию алгоритмов поиска лиц на изображениях // Интеллектуализация обработки информации: 8-я международная конференция, Кипр, г. Пафос, 17-24 октября, 2010 г.: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2010. с. 334-338.
52. Degtyarev N., Seredin O. "A Geometric Approach to Face Detector Combining ", С. Sansone, J. Kittler, and F. Roli (Eds.): MCS 2011, LNCS 6713, pp. 299–308, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2011).
53. Савенков Д.С., Двоенко С.Д., Шанг Д.В. Комбинирование ациклических графов соседства в задаче распознавания марковских случайных полей // Математические методы распознавания образов: ММРО-14, г. Суздаль, 21-26 сентября 2009 г.: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2009. с. 441-444.

Задачи распознавания сигналов и изображений:

54. Моттль В.В., Сулимова В.В., Татарчук А.И. Автоматический выбор наиболее информативных фрагментов в задачах распознавания сигналов разной длительности. // Таврический вестник математики и информатики – № 1, 2006, стр. 109-115.
55. BH Chen, A Kopylov, SC Huang, O Seredin, R Karpov, SY Kuo, KR Lai, et al. Improved global motion estimation via motion vector clustering for video stabilization. //Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2016. – Т. 54. – С. 39-48.
56. QuickBlaze: Early Fire Detection Using a Combined Video Processing Approach Qureshi WaqarS, Екpanyapong Mongkol, Dailey MatthewN, Rinsurongkawong Suchet, Malenichev Anton, Krasotkina Olga в журнале Fire Technology, издательство Kluwer Academic Publishers (Netherlands), с. 1-25 DOI
57. Chen, B. H., Kopylov, A., Huang, S. C., Seredin, O., Karpov, R., Kuo, S. Y., ... & Gong, C. S. (2016). Improved global motion estimation via motion vector clustering for video stabilization. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 54, 39-48.
58. Kushnir O., Seredin O. Shape Matching Based on Skeletonization and Alignment of Primitive Chains. // Analysis of Images, Social Networks and Texts. Fourth International Conference, AIST 2015, Yekaterinburg, Russia, April 9-11, 2015, Revised Selected Papers. Communications in Computer and Information Science, Vol. 542, Springer, pp. 123–136 (2015)

Методы динамического мониторинга состава инвестиционного портфеля:

59. O. Krasotkina, A. Kopylov, V. Mottl, M. Markov. Bayesian estimation of time-varying regression with changing time-volatility for detection of hidden events in nonstationary signals. Proceedings of the 7th IASTED International Conference on Signal Processing, Pattern Recognition and Applications (SPPRA 2010), February 17-19, 2010, Innsbruck, Austria, pp. 8-15.
60. O. Krasotkina. Pair-wise separable quadratic programming for constrained time-varying regression estimation. Proceedings of the 7th IASTED International Conference on Signal Processing, Pattern Recognition and Applications (SPPRA 2010), February 17-19, 2010, Innsbruck, Austria, pp. 70-75.
61. Красоткина О.В., Копылов А.В., Моттль В.В., Марков М. Восстановление стратегии управления инвестиционным портфелем как задача оценивания нестационарной регрессии с сохранением локальных особенностей. Доклады 14-й Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов», Суздаль, 21-26 сентября 2009 г., с. 141-144. 5.
62. Andrey Kopylov, Olga Krasotkina, Oleksandr Pryimak and Vadim Mottl. A Signal Processing Algorithm Based on Parametric Dynamic Programming. Lecture Notes in Computer Science, 2010, Volume 6134/2010, 280-286.7.
63. Yulia Zhosan, Krasotkina Olga, Mottl Vadim. Sparse Logistic Regression with Supervised Selectivity for Predictors Selection in Credit// Proceedings of the Seventh Symposium on Information and Communication Technology, серия SoICT '16, место издания ACM New York, NY, USA, с. 167-172

Методы и алгоритмы автоматического оценивания сложности модели:

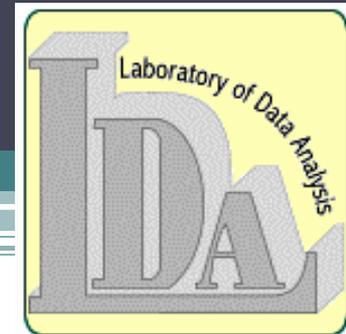
64. E. Ezhova, V. Mottl, O. Krasotkina. Estimation of time-varying linear regression with unknown time-volatility via continuous generalization of the Akaike Information Criterion. *International Journal of Mathematical and Statistical Sciences*, Volume 1, Number 2, 2009, pp. 82-87. <http://www.waset.org/journals/ijmss/v1.php>
65. Ежова Е.О., Красоткина О.В., Моттль В.В. Непрерывная коррекция информационного критерия Акаике для регуляризованного оценивания сверхбольшого числа параметров регрессионных моделей данных с неизвестной дисперсией наблюдения // Интеллектуализация обработки информации: 8-я международная конференция, Кипр, г. Пафос, 17-24 октября, 2010 г.: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2010. с. 51-54.
66. Моттль В. В., Красоткина О.В., Ежова Е. О. Непрерывное обобщение информационного критерия Акаике для оценивания нестационарной регрессионной модели временного ряда с неизвестной степенью изменчивости коэффициентов. Доклады 14-й Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов», Суздаль, 21-26 сентября 2009 г., с. 52-55.
67. A Bayesian Approach to Sparse Learning-to-Rank for Search Engine Optimization Krasotkina Olga, Mottl Vadim в сборнике *Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition*, серия *Lecture Notes in Computer Science*, издательство SPRINGER-VERLAG BERLIN (HEIDELBERGER PLATZ 3, BERLIN, GERMANY, D-14197), том 9166, с. 382-394 DOI

Анализ биологических последовательностей:

68. Sulimova V., Mottl V., Kulikowski C., Muchnik I. Probabilistic evolutionary model for substitution matrices of PAM and BLOSUM families. // DIMACS Technical Report 2008-16. DIMACS, Center for Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science, Rutgers University, New Jersey, USA, 17p., 2008.
<ftp://dimacs.rutgers.edu/pub/dimacs/TechnicalReports/TechReports/2008/2008-16.pdf>
69. Mirkin B., Sulimova V. Mottl V. Is protein sequence data sufficient for deriving homology groups? Extending Dayhoff's model to sequences. // Technical Report. School of Computer Science and Information Systems, Birkbeck, University of London, February 2009, 23 p. <http://www.dcs.bbk.ac.uk//research/techreps/2009/bbkcs-09-01.pdf>
70. Sulimova V., Mottl V., Mirkin B., Muchnik I., Kulikowski C. A Class of Evolution-Based Kernels for Protein Homology Analysis: A Generalization of the PAM Model. // Proc. of 5th International Symposium on Bioinformatics Research and Applications, Nova Southeastern University, Ft. Lauderdale, Florida, USA, May 13-16, 2009.
71. Сулимова В.В., Разин Н.А., Моттль В.В., Мучник И.Б. Локальная модель случайных эволюционных преобразований белков и вероятностное обобщение задачи множественного выравнивания аминокислотных последовательностей. // Математические методы распознавания образов: 14-я Всероссийская конференция: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2009. - с. 598-601.
72. Сулимова В.В., Середин О.С., Моттль В.В. Метрики на основе оптимального выравнивания биомолекулярных последовательностей // Машинное обучение и анализ данных, 2016. Т. 2. № 3. С. doi:10.21469/22233792.2.3.03

Лаборатория анализа данных

Интеллектуальный анализ сложноорганизованных данных,
анализ сигналов и изображений, распознавание образов



Тульский государственный
университет
Институт прикладной математики
и компьютерных наук

<http://lda.tsu.tula.ru>

300012, Тула, пр. Ленина, 92, 208

+7 4872 257940