

СЕКТОР № 2

Сектор цифровой оптики

Заведующий сектором – к.т.н. Карнаухов Виктор Николаевич

Тел.: (095) 209-28-83; E-mail: victor.karnaukhov@iitp.ru

Ведущие ученые сектора:

д.ф.-м.н. Ярославский Л.П.

к.т.н. Кобер В.И.

к.т.н. Беликова Т.П.

к.т.н. Лашин В.В.

к.т.н. Бокштейн И.М.

к.т.н. Мозеров М.Г.

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- разработка и создание реляционных баз данных изображений и СУБД;
- адаптивные методы обработки изображений и распознавания образов;
- синтез двумерных цифровых фильтров;
- улучшение цифровых изображений;
- мультимедиа;
- анализ динамических изображений;
- вычисление оптического потока;
- распознавание трехмерных сцен;
- классификация, анализ и обработка медицинских изображений;
- цифровая голография.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Получены явные выражения базисных функций преобразования Карунена–Лозва для осциллирующих корреляционных функций. Предложены быстрые алгоритмы, аппроксимирующие преобразование Карунена–Лозва. Проведены компьютерные эксперименты на реальных и тестовых изображениях, которые демонстрируют преимущество использования предложенных базисных функций для компактного представления данных (сжатия) по сравнению с базисными функциями для широко используемых экспоненциальных корреляционных функций.

Предложен новый класс алгоритмов быстрого вычисления дискретных синусоидальных преобразований, таких как дискретные косинусные преобразования и дискретные синусные преобразования в скользящем окне. Эти алгоритмы основаны на рекурсивных уравнениях между тремя последовательными локальными дискретными синусоидальными спектрами. Предложенные алгоритмы требуют значительно меньшего количества операций сложения и умножения по сравнению с известными рекурсивными и быстрыми алгоритмами. На основе предложенных быстрых алгоритмов разработаны методы локальной адаптивной обработки текстурных изображений и речевых сигналов.

Предложен новый подход к построению ранговых и морфологических фильтров. Подход использует пространственную связанность элементов изображения и адаптивный (зависящий от сигнала) структурный элемент. Проведенные многочисленные компьютерные эксперименты по устранению аддитивного и импульсного шумов на тестовых изображениях показывают, что предлагаемые фильтры значительно превосходят традиционные ранговые и морфологические

фильтры с точки зрения критериев среднеквадратичной ошибки, средней абсолютной ошибки и визуального критерия качества.

Предложены новые методы локально-адаптивной нелинейной корреляции. Проведен анализ свойств предлагаемых корреляций и исследовано качество обнаружения объектов с помощью новых корреляций. Проведен сравнительный анализ результатов обнаружения тестовых, зашумленных объектов с использованием предлагаемых нелинейных и линейных классических корреляционных фильтров. Компьютерное моделирование продемонстрировало значительное улучшение распознавания образов с использованием предложенных корреляционных фильтров. Проведены исследования этих преобразований с точки зрения дискриминационной способности и устойчивости к влиянию аддитивного и импульсного шумов.

Разработана распределенная реляционная объектно-ориентированная база данных для хронологической идентификации манускриптов и инкунабул. Определены и разработаны структура таблиц и триггеры базы данных. На основе анализа предметной области определены словари данных. Выполнена генерация базы данных и осуществлено ее тестирование. База данных работает на сетевом сервере под управлением операционной системы Windows 2000 Server и объектно-ориентированной СУБД Oracle 9i. Текущая версия базы данных содержит более 400 базовых записей. Разработана и создана специализированная система для работы с базой по хронологической идентификации манускриптов, инкунабул и других исторических документов. Система выполнена на платформе Pentium-PC и работает под управлением операционных систем Windows 98/NT/2000/XP или выше. База данных и специализированная система ориентированы на решение проблем историко-культурных исследований и близких областей, связанных с датировкой исторических документов.

Разработан робастный оператор восстановления дискретных ограниченных 2-D функций по известным значениям градиентов этих функций. Задача восстановления 2-D функции по известным значениям градиентов этой функции является ключевой для трех очень важных проблем обработки изображений: форма по освещенности; восстановление поверхности по известной фазовой функции модуля длины волны; устранение визуальных помех естественного происхождения. Устойчивые решения сформулированных задач дают возможность прецизионного измерения для многих случаев, где в настоящее время используют более трудоемкие способы. Разработанный и реализованный робастный оператор для дискретных ограниченных функций (какими обычно и являются анализируемые изображения), позволяет получить устойчивое к шуму решение функции по известным градиентам без итерационного процесса. Эксперименты по восстановлению рельефов во всех ранее перечисленных задачах, показали, что, во-первых, предложенный оператор позволяет значительно сократить вычислительный процесс, и, во-вторых, решение во многих случаях значительно более точное, чем при решении по классической схеме.

Продолжены исследования по разработке и созданию тексто-графической базы данных по истории российской фундаментальной науки на основе фондов Архива РАН. Общее количество изображений в базе данных превысило 9000 изображений. Выполнены работы по наполнению таблиц базы данных и логически связанного с ними банка изображений по следующим персональным фондам и коллекциям Архива РАН:

– завершены работы по фонду № 1916 президента АН СССР А. П. Александрова (опись 1) за 1975-1986 гг.;

Институт проблем передачи информации РАН

- завершены работы по фонду № 1729 президента АН СССР М. В. Келдыша (описи 1 и 2) за 1937-1986 гг.;
- выполнены работы по фондам президентов и вице-президентов РАН: С. И. Вавилова (АРАН, фонд 596, опись 2), А. Н. Несмеянова (АРАН, фонд 1647, опись 1), В. Л. Комарова (АРАН, ф.277, опись 6), О. Ю. Шмидта (АРАН, фонд 496, опись 2);
- продолжена работа над коллекцией Мусина-Пушкина (АРАН, фонд 543, опись 8) – собрание портретов российских и зарубежных ученых, общественных деятелей прошлых веков.

Разработаны методы предобработки медицинских изображений для повышения точности обнаружения и сегментации малоконтрастных объектов, расположенных на сложном фоне. Для подавления влияния сложного фона построены оптимальные линейные фильтры, настроенные на выделение объектов заданного размера и подавление влияния фоновой части изображения. Исследовано несколько фильтров с разными параметрами модели объект/фон. Проведена оценка точности автоматической сегментации объекта на исходном и обработанном изображении. Сравнение результатов сегментации показало, что оптимальная фильтрация позволяет более точно обнаружить область интереса и очертить объект. Разработанный комплекс методов позволяет обнаруживать, сегментировать и анализировать малоконтрастные объекты, расположенные на сложном и зашумленном фоне. Он может быть использован для точной идентификации диагностически важных особенностей объекта (формы и размера объекта, особенностей контура и др.), что важно при решении многих задач диагностики и контроля лечения.

ГРАНТЫ:

- **INTAS (№. 00-00081):** "A Distributed Database and Processing System for Watermarks" – совместно с Комиссией (Институтом) визуализации Австрийской академии наук (г. Вена, Австрия), с Комиссией (Институтом) палеографии и кодологии средневековых рукописей Австрийской академии наук (г. Вена, Австрия) и с отделом специальных коллекций Королевской библиотеки Нидерландов (г. Гаага, Нидерланды).

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-07-90158):** "Разработка и создание многоуровневого информационного ресурса «История российской науки в лицах»" – совместно с Архивом РАН.

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-07-90354):** "Распределенная база данных для хронологической идентификации манускриптов и инкунабул" – совместно с отделом рукописей Государственного исторического музея.

- **Программа фундаментальных исследований ОИВТС РАН "Новые физические и структурные решения в инфотелекоммуникациях": Алгоритмическое и программное обеспечение инфокоммуникационных сетей.** Тема: "Статические и динамические изображения в инфокоммуникационных системах".

ПУБЛИКАЦИИ В 2003 г.

1. Карнаухов В.Н., Кузнецов Н.А., Рубанов Л.И. Разработка многоуровневого информационного ресурса "История российской науки в лицах" // Труды Международной конференции EVA-03. М.: Центр ПИК, ГТГ, 2003. С. 2/15/1-2/15/3.

2. Belikova T., Ivasenko I., Palenichka R. Automatic Detection and Segmentation of Low Contrast Objects in the Complex Background // Proc. SCAR, 2003, June 7-10, Boston Mass, USA. Springer JDI, 2003. Suppl. V. 16. P. 98-102.
3. Castro-Longoria E., Alvarez-Borrego J., Rocha-Olivares A., Gomez S., Kober V. The power of a multidisciplinary approach using morphological, molecular and digital methods in study of harpacticoid cryptic species // Marine Ecology. 2003. V. 249. P. 297-303.
4. Kober V, Mozerov M., Ovseyevich I.A. Improved correlation discrimination of similar objects// Proc. IEEE Conference Artificial Intelligent Systems (AIS 2003), Divnomorskoe, 2003. P. 184.
5. Kober V. Enhancement of Noisy Speech Using Sliding Discrete Cosine Transform // Lecture Notes in Computer Science. Progress in Pattern Recognition, Speech and Image Analysis. A. Sanfeliu, J. Ruiz-Shulcloper Eds. 2003. V. 2905. P. 229-235.
6. Kober V. Fast algorithms for short-time cosine transforms // Proc. Int. TICSP workshop "Spectral Methods and Multirate Signal Processing", Barcelona, 2003. P. 55-58.
7. Kober V. Robust nonlinear correlations // Proc. SPIE Annual meeting, Applications of Digital Image Processing XXVI, San Diego, 2003. V. 5203. P. 82-87. Kober V., Alvarez-Borrego J. Karhunen-Loeve expansion of stationary random signals with exponentially oscillating covariance function // Optical Engineering. 2003. V. 42. No. 4. P. 1018-1023.
9. Kober V., Alvarez-Borrego J., Choi T. Solution of Eigenvalue Integral Equation with Exponentially Oscillating Covariance Function // IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences. 2003. V. E86-A. No. 10. P. 2690-2692.
10. Kober V., Mozerov M., Alvarez-Borrego J. Spatially adaptive algorithms for impulse noise removal from color images // Lecture Notes in Computer Science. Progress in Pattern Recognition, Speech and Image Analysis. A. Sanfeliu, J. Ruiz-Shulcloper Eds. 2003. V. 2905. P. 113-120.
11. Kober V., Mozerov M., Alvarez-Borrego J., Ovseyevich I.A. Nonlinear image processing with adaptive structural element // Pattern Recognition and Image Analysis, 2003. V. 13. No. 3. P. 476-482.
12. Kober V., Mozerov M., Alvarez-Borrego J., Ovseyevich I.A. Rank and morphological image processing with adaptive structural element // Pattern Recognition and Image Analysis. 2003. V. 13. No. 1. P. 64-66.
13. Mozerov M., Kober V, Choi T. Motion Estimation Based on Chain Code and Dynamic Programming // IEICE Transactions on Communications. 2003. E86-B. No. 12. P. 3617-3621.
14. Mozerov M., Kober V, Choi T. Noise Removal from Highly Corrupted Color Images with Adaptive Neighborhoods // IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences. 2003. E86-A. No. 10. P. 2713-2717.
15. Mozerov M., Kober V., Choi T. Removal of impulsive noise from highly corrupted color images // Proc. SPIE Annual meeting, Applications of Digital Image Processing XXVI, San Diego, 2003. V. 5203. P. 599-606. Карнаухов В.Н., Венгер Э., Карнаухов А.В. Базы данных и программные средства поддержки исследований водяных знаков // Труды Международной конференции "Санкт-Петербург – столица российской бумаги", С.-Петербург, 18-19 сентября 2003. С.-П.: ИИ, 2003 (в печати).
17. Palenichka R., Belikova T., Ivasenko I. Accurate Automatic Detection and Tracing of Low Contrast Objects // Inhomogeneous Background Journal of Digital Imaging (в печати).