



## 17-Средства автоматизации физического эксперимента, применение компьютерных технологий в физических исследованиях

Афонасенко Анна Владимировна, магистрант 2 года  
Томский Государственный Университет, радиофизический  
**Оценка возможности применения метода опорной гиперплоскости для идентификации человека по изображению лица.**

Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [anuta8181@mail.ru](mailto:anuta8181@mail.ru) стр. 495

Байбурин Рустам Фаильевич, инженер  
Институт Физики им. Киренского СО РАН, лаборатория молекулярной спектроскопии  
**Программный комплекс `Universal Spectrometer`. Система автоматизации физического эксперимента.**

Научный руководитель: Крылов Александр Сергеевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [fbr@ksut.krasnoyarsk.su](mailto:fbr@ksut.krasnoyarsk.su) стр. 496

Балымов Константин Геннадьевич, 4 курс  
Уральский Государственный Университет, физический  
**Автоматизированный высокочувствительный вибрационный магнитометр**

Научный руководитель: Ювченко Александр Алексеевич,  
E-mail: [Alexander.Yuvchenko@usu.ru](mailto:Alexander.Yuvchenko@usu.ru) стр. 497

Белякова Юлия Борисовна, 5 курс  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Программная реализация датчика `движения` и датчика `покоя` на основе методов морфологического анализа формы изображения**

Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.  
E-mail: [judas\\_u@rambler.ru](mailto:judas_u@rambler.ru) стр. 498

Булатов Денис Леонидович, 5 курс  
Удмуртский Государственный Университет, физический  
**Измерение температуропроводности тонких образцов**

Научный руководитель: Загребин Леонид Дмитриевич, д.ф.-м.н.  
E-mail: [ldzag@istu.udm.ru](mailto:ldzag@istu.udm.ru) стр. 499

Буч Татьяна Антоновна, 4 курс  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Применение морфологических преобразований формы изображений к одинаковым условиям съемки**

Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [besovesnushka@ngs.ru](mailto:besovesnushka@ngs.ru) стр. 500

Гвоздь Мария Анатольевна, магистрант 1 года  
Петрозаводский Государственный Университет, физико-технический  
**Администрирование распределенной информационно-измерительной системы**

Научный руководитель: Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [nailla@mail.ru](mailto:nailla@mail.ru) стр. 502

Канев Роман Семенович, 4 курс  
Сыктывкарский Государственный Университет, физический  
**Программный интерфейс системы сбора данных**

Научный руководитель: Котов Леонид Нафанаилович, д.ф.-м.н.  
E-mail: [krie@syktsu.ru](mailto:krie@syktsu.ru) стр. 503

Кашуба Алексей Сергеевич, аспирант 2 года  
Петрозаводский Государственный Университет, физико-технический  
**Автоматизированная экспериментальная установка для изучения процессов возбуждения при атомных столкновениях**

Научный руководитель: Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [alekscomp@onego.ru](mailto:alekscomp@onego.ru) стр. 504

Королев Андрей Анатольевич, аспирант  
Петрозаводский Государственный Университет, физико-технический  
**Проблемы автоматизации и информатизации в лазерной спектроскопии**  
Научный руководитель: Хахаев Анатолий Диамидович, д.ф.-м.н.  
E-mail: [korona@karelia.ru](mailto:korona@karelia.ru) стр. 506

Королев Николай Анатольевич, аспирант  
Петрозаводский Государственный Университет, физико-технический  
**Распределенная система для проведения физических экспериментов**  
Научный руководитель: Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [kna@sampo.ru](mailto:kna@sampo.ru) стр. 507

Косырев Николай Николаевич, вед. инженер  
Институт физики им. Киренского СО РАН, ФМЯ  
**Автоматизированная система управления процессом роста магнитных наноструктур в установке МЛЭ `Ангара`**  
Научный руководитель: Овчинников Сергей Геннадьевич, д.ф.-м.н.  
E-mail: [nick@iph.krasn.ru](mailto:nick@iph.krasn.ru) стр. 508

Лысаков Константин Фёдорович, магистрант 2 года  
Новосибирский Государственный Университет, физический  
**Высокопроизводительный спецвычислитель на базе программируемой логики**  
Научный руководитель: Лаврентьев Михаил Михайлович, д.ф.-м.н.  
E-mail: [lysakov@sl.iae.nsk.su](mailto:lysakov@sl.iae.nsk.su) стр. 509

Макаренко Алексей Александрович, аспирант  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Применение искусственных нейронных сетей для распознавания лица человека**  
Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.  
E-mail: [makaleks@mail.ru](mailto:makaleks@mail.ru) стр. 510

Макаров Анатолий Витальевич, ст. инженер, аспирант  
ФГУП `НПП `Полет`, отдел полигонных испытаний и ионосферного мон-га  
**Метод приема ЛЧМ сигналов ионозондов без использования ЛЧМ синтезатора**  
E-mail: [polyot@atm.ru](mailto:polyot@atm.ru) стр. 511

Мулламехаметов Владимир Геннадьевич, магистрант 1 года  
Петрозаводский Государственный Университет, физико-технический  
**Удаленное программирование системы КАМАК на базе распределенной информационно-измерительной системы**  
Научный руководитель: Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [forestgamph@mail.ru](mailto:forestgamph@mail.ru) стр. 512

Мурсалимов Олег Азатович, 6 курс  
Петрозаводский Государственный Университет, физико-технический  
**Многопоточный сервер микроконтроллеров MCS-96 для подключения цифровых и аналоговых приборов к распределенной информационно-измерительной системе**  
Научный руководитель: Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [murzik@onego.ru](mailto:murzik@onego.ru) стр. 514

Орлов Илья Олегович, магистрант 2 года  
Новосибирский Государственный Университет, физический  
**Online-обеспечение эксперимента КЕДР**  
Научный руководитель: Шапов Андрей Георгиевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [OrlovIO@mail.ru](mailto:OrlovIO@mail.ru) стр. 515

Павлов Роман Анатольевич, аспирант  
Чувашский Государственный Университет, физико-технический  
**Определение ориентации фигур в пространстве с помощью искусственных нейронных сетей**  
Научный руководитель: Абриков Виктор Сергеевич, д.ф.-м.н.  
E-mail: [romanpavlov2003@mail.ru](mailto:romanpavlov2003@mail.ru) стр. 516

Петрашко Андрей Анатольевич, программист  
Томский Политехнический Университет, институт дистанционного образования  
**Нейросетевая реализация системы обработки изображений для распознавание лиц**  
Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.  
E-mail: [andrey@ido.tpu.edu.ru](mailto:andrey@ido.tpu.edu.ru) стр. 517

Попов Вячеслав Витальевич, аспирант  
Новгородский Государственный Университет, институт информационных и электронных систем  
**Проектирование монолитных керамических фильтров СВЧ**  
Научный руководитель: Бичурин М.И., д.ф-м.н.  
E-mail: [bmi@novsu.ac.ru](mailto:bmi@novsu.ac.ru) стр. 518

Потапов Павел Вячеславович, 5 курс  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Оптимальное распределение ресурсов при сжатии видеоданных с использованием двухпроходного алгоритма**  
Научный руководитель: Поляков Алексей Юрьевич, к.т.н.  
E-mail: [PotapovPavel@yandex.ru](mailto:PotapovPavel@yandex.ru) стр. 519

Савенко Алексей Юрьевич, аспирант  
Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический Университет, электроники  
**Вторичный преобразователь датчика потока**  
Научный руководитель: Лучинин В.В., д. т. н.  
E-mail: [savenko@bk.ru](mailto:savenko@bk.ru) стр. 520

Семин Вадим Владимирович, 6 курс  
Петрозаводский Государственный Университет, физико-технический  
**Организация базы данных для поддержки эксперимента в области оптической спектроскопии**  
Научный руководитель: Курсков Сергей Юрьевич, к.ф-м.н.  
E-mail: [semin@psu.karelia.ru](mailto:semin@psu.karelia.ru) стр. 521

Соловьев Борис Александрович, аспирант  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Служба поддержки распределенных систем `Базис`**  
Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.  
E-mail: [sol@iao.ru](mailto:sol@iao.ru) стр. 522

Соловьев Борис Александрович, аспирант  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Применение сетей Петри для задач оптимизации нагрузки в распределенной системе**  
Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.  
E-mail: [sol@iao.ru](mailto:sol@iao.ru) стр. 523

Сухарев Евгений Сергеевич, аспирант 1 года  
Петрозаводский Государственный Университет, физико-технический  
**Особенности разработки сетевых приложений для Ethernet-интерфейса датчиков**  
Научный руководитель: Курсков Сергей Юрьевич,  
E-mail: [eugene-mobile@yandex.ru](mailto:eugene-mobile@yandex.ru) стр. 525

Тимошков Руслан Викторович, 4 курс  
Сыктывкарский Государственный Университет, физический  
**АЦП ЭПР спектрометра**  
Научный руководитель: Карпушов Евгений Николаевич, к.т.н.  
E-mail: [krie@syktsu.ru](mailto:krie@syktsu.ru) стр. 526

Ткаченко Дмитрий Викторович, аспирант  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Современные методы выделения и распознавания образов на групповых изображениях**  
Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.  
E-mail: [tdv@iao.ru](mailto:tdv@iao.ru) стр. 528

Хомутовский Алексей Викторович, 4 курс  
Витебский Государственный Университет, физический  
**СВЧ спекание ферритных материалов.**  
Научный руководитель: Савчук Владимир Кондратьевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [bokhan@vitebsk.by](mailto:bokhan@vitebsk.by) стр. 529

Шараева Анна Вадимовна, аспирант  
Новгородский Государственный Университет,  
**Визуализация процессов, протекающих в биологических объектах, методами цифровой обработки изображений**  
Научный руководитель: Ткаль Валерий Алексеевич, к.ф.-м.н.  
E-mail: [tva@novsu.ac.ru](mailto:tva@novsu.ac.ru) стр. 530

Шевкунов Александр Юрьевич, 4 курс  
Сыктывкарский Государственный Университет, физический  
**Двухканальный АЦП высокой разрешающей способности**  
Научный руководитель: Карпушов Евгений Николаевич, к.т.н.  
E-mail: [krie@syktsu.ru](mailto:krie@syktsu.ru) стр. 531

Шевцова Ольга Олеговна, 5 курс  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Реализация методов морфологического преобразования формы изображения как класса в среде Delphi**  
Научный руководитель: Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.  
E-mail: [studprof@tusur.ru](mailto:studprof@tusur.ru) стр. 533

Шинкаренко Константин Всеволодович, 5 курс  
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники, систем управления  
**Статистическое мультиплексирование потоков видеоданных с переменным битрейдом для эффективного использования канала передачи**  
Научный руководитель: Поляков Алексей Юрьевич, к.т.н.  
E-mail: [shinkarenko\\_k@mail.ru](mailto:shinkarenko_k@mail.ru) стр. 534

Шомполова Елена Геннадьевна, магистрант 2 года  
Санкт-Петербургский Государственный Университет, физический  
**Развитие пакета TISEAN для статистического и нелинейного анализа временных рядов**  
Научный руководитель: Дмитриева Людмила Анатольевна, к.ф.-м.н.  
E-mail: [alshom@pisem.net](mailto:alshom@pisem.net) стр. 535

## Оценка возможности применения метода опорной гиперплоскости для идентификации человека по изображению лица

*Афонасенко Анна Владимировна*  
Томский Государственный Университет  
Калайда Владимир Тимофеевич к.т.н.  
[anuta8181@mail.ru](mailto:anuta8181@mail.ru)

Методы принятия решения при идентификации изображения обычно базируются на сравнении только двух изображений - претендента и эталона. В связи с тем, что при регистрации изображения претендента условия съемки строго не фиксируются, ракурсы изображения могут быть различными. В этом случае наиболее эффективно проводить сравнение изображений и принимать решения не по одному эталону, а по совокупности эталонов, полученных в различных условиях съема. Эта идея легла в основу предлагаемой технологии принятия решения при идентификации человека на основе метода опорной гиперплоскости.

Опорная гиперплоскость - плоскость в  $n$ - мерном пространстве векторов, описывающих изображения. Каждый вектор является набором вещественных чисел, имеющих смысл алгебраических моментов изображения. Методика построения гиперплоскости сводится к следующему. Для набора моментных характеристик всех эталонов строится опорная гиперплоскость:

$$\sum_{i=1}^n a_i m_i + a_{n+1} = 0$$

$m_i$  - моментные характеристики,  $a_i$  - коэффициенты гиперплоскости;

$$m_k = \sum_{i=1(i \neq k)}^n b_i m_i + b_{n+1}$$

где  $b_i = \frac{a_i}{a_k}$ ,  $i = 1, \dots, n+1$ .

Для вычисления коэффициентов опорной гиперплоскости данного класса изображений требуем, чтобы моментные характеристики, вычисленные через коэффициенты гиперплоскости, минимально отклонялись от реально вычисленных моментных характеристик для всех изображений данного класса:

$$L(\vec{b}) = \sum_{j=1}^m \left( m_k^j - \left( \sum_{i=1(i \neq k)}^n b_i m_i^j + b_{n+1} \right) \right)^2 \rightarrow \min,$$

$\vec{b} = (b_1, \dots, b_{n+1})$ ,  $i \neq k$

из решения этой задачи, находим  $b_i$  для данного класса изображений. При распознавании изображения, полученного с видеодатчика (претендента), изображение эталона последовательно выбираются из набора эталонов. Для каждой пары изображений (эталон\претендент) оценивается разность между вычисленными моментными характеристиками и оцененными по параметрам гиперплоскости.

$$\left| m_{kre} - m_{kqip} \right| = \Delta$$

где  $m_{kre}$  - реально вычисленная моментная характеристика,  $m_{kqip}$  - моментная характеристика,

восстановленная по коэффициентам гиперплоскости. Решение, о принадлежности претендента данному классу, принимается, если  $\Delta$  меньше выбранного допустимого отклонения (например  $3\sigma$ , где  $\sigma$  - среднеквадратическое отклонение для данного класса изображений).

Для оценки вероятности неправильного принятия решения при идентификации проводились вычисления линий пересечения опорных гиперплоскостей и линий пересечения допустимых отклонений для различных классов изображений и сравнение полученных значений со значениями  $m_k$  для реальных изображений класса.

Вероятность неправильного принятия решения оценивалась как величина общей области для зоны пересечения гиперплоскостей и значений характеристик для изображений класса. Результаты расчетов показали, что

области пересечения гиперплоскостей лежат в диапазоне  $m_k$  от -0,0004 до 0,0004, в то время как величина  $m_k$  для изображений класса принимают значения от 600 до 800. Следовательно, вероятность неправильной идентификации по данному параметру сводится к нулю.

## **Программный комплекс «Universal Spectrometer». Система автоматизации физического эксперимента.**

*Байбурин Рустам Фаильевич*

*Институт физики им. Киренского СО РАН*

*Крылов Александр Сергеевич, к.ф.-м.н.*

*[fbr@ksut.krasnovarsk.su](mailto:fbr@ksut.krasnovarsk.su)*

В работе рассмотрена методика компьютерной регистрации спектров комбинационного рассеяния света и работа с экспериментальной установкой КАМАК.

Большинство современного физического оборудования поставляется с уже готовым программным обеспечением. С одной стороны это удобно, но с другой – накладывает ограничение на проведение эксперимента. Поскольку исходные коды программ не предоставляются, то и изменить алгоритм эксперимента не является возможным. Таким образом, экспериментатору приходится работать в рамках, установленных разработчиками программного обеспечения.

Немалая часть экспериментальных работ в физике производится на базе модульной системы КАМАК, которая удовлетворяет высоким требованиям процесса автоматизации. Программное обеспечение для проведения экспериментов на базе КАМАК зачастую жестко связано с физическими интерфейсами взаимодействия управляющего компьютера и контроллера КАМАК. Таким образом, при модернизации одного из интерфейсов – замены контроллера КАМАК или платы/порта управляющего компьютера – программное обеспечение перестанет быть работоспособным.

Обозначенные выше трудности определяют потребность экспериментальной физики в универсальной среде разработки, устойчивой к изменению внешних параметров.

Для решения данной задачи был разработан комплекс программ под названием «Universal Spectrometer», позволяющий проводить любые эксперименты на базе КАМАК. Благодаря использованию объектно-независимой модели, управляющая программа абстрагирована от проводимого эксперимента и способа обмена данными с экспериментальной установкой. При соблюдении условий технической документации (<http://www.kirensky.ru/master/camac/unispectr/>) есть возможность разработать свои, совместимые с управляющей программой, алгоритмы проведения эксперимента, а так же модуль взаимодействия с установкой КАМАК, соответствующий характеристикам управляющего компьютера данной лаборатории.

Программный комплекс состоит из трех основных компонент:

- *Управляющая программа* – занимается представлением экспериментальных данных. Отображает их в виде графиков на экране и сохраняет в файл;
- *Алгоритмический модуль* – содержит в себе непосредственно логику проводимого эксперимента. Модуль не осуществляет отображение информации, а так же не реализует низкоуровневые функции взаимодействия управляющего компьютера и КАМАК. Как следствие, разработчику алгоритмического модуля, не обязательно быть специалистом в низкоуровневом программировании;
- *Интерфейсный модуль* – реализует в себе функции управления низкоуровневой передачей данных между компьютером и контроллером КАМАК.

В сумме, работа этих трех компонент составляет программный комплекс «Universal Spectrometer». Алгоритмический и интерфейсный модули являются свободно заменяемыми компонентами комплекса.

В качестве базовых модулей программный комплекс включает в себя два алгоритмических модуля (по регистрации спектров КР и по анализу счетных характеристик ФЭУ), а так же интерфейсный модуль обмена данными с экспериментальной установкой.

На основе указанных алгоритмических модулей в настоящее время в лаборатории молекулярной спектроскопии ИФ им. Киренского СО РАН проводятся эксперименты по получению спектров комбинационного рассеяния света.

## Автоматизированный высокочувствительный вибрационный магнитометр

*Балымов Константин Геннадьевич*

*Васьковский Владимир Олегович, Духан Евгений Изотович*

*Уральский Государственный Университет*

*Ювченко Александр Алексеевич*

*Alexander.Yuvchenko@usu.ru*

Одной из актуальных проблем современной магнитометрии является регистрация слабых полезных сигналов. Особенно значимой она становится при исследовании ультратонких магнитных плёнок, гетерогенных плёнок с невысокой концентрацией сильномагнитных компонентов или плёночных элементов малой площади [1]. Для решения указанных задач нами был разработан и изготовлен вибрационный магнитометр, который помимо высокой чувствительности обеспечивает автоматизацию и оперативность процесса измерения, а также статистическую обработку информации. В целом измерительная установка построена на базе электромагнита и позволяет проводить измерения в магнитном поле напряжённостью до 15 кЭ при комнатной температуре на плёночных образцах площадью  $\sim 10 \text{ мм}^2$ . Коэффициент преобразования установки составляет  $1.4 \cdot 10^{-4} \text{ (Гс}\cdot\text{см}^3\text{)/В}$ , а отношение сигнал/шум при измеряемом магнитном моменте  $10^{-4} \text{ Гс}\cdot\text{см}^3$  не хуже 5.

Блок-схема вибрационного магнитометра показана на рисунке. Она достаточно традиционна [2] и включает электромагнит типа ФЛ-1, узел силового электропитания, блок регистрации магнитного поля, вибрационное устройство, блок регистрации и обработки полезного сигнала, персональный управляющий компьютер. В состав узла электропитания входят серийный источник тока (ВСА-5К) и оригинальный блок управления током (БУТ), который представляет собой регулируемый стабилизатор постоянного тока, дополненный электронным переключателем полярности тока. Он позволяет осуществлять плавную регулировку тока в диапазоне  $\pm 10 \text{ А}$ . Для измерения напряжённости магнитного поля используется датчик Холла (ДХ), имеющий автономное электропитание (БП) и контрольное регистрирующее устройство (В1)

Электромагнитное вибрационное устройство служит для колебательного перемещения образца (О) в системе измерительных катушек (ИК). Оно функционирует за счёт взаимодействия переменного магнитного поля подвижной возбуждающей катушки (ВК) с полем постоянного магнита (ПМ), закреплённого на неподвижной платформе. Электропитание катушки ВК осуществляется низкочастотным высокостабильным генератором синусоидального напряжения ГЗ-121 (Г) на частоте 36 Гц. Возбуждающая катушка закреплена на конце легкого штока, который придаёт возвратно-поступательное движение держателю образца,

установленному на другом конце штока. Держатель выполнен из кварцевой нити и практически не даёт вклада в измеряемый сигнал. На штоке также закреплена катушка для измерения амплитуды колебаний штока (АК). При перемещении в неоднородном поле постоянного магнита в ней индуцируется э.д.с., пропорциональная амплитуде колебаний и синфазная с периодическими механическими колебаниями штока. Сигнал с катушки АК используется для контроля за амплитудой механических колебаний (прибор В2) и в качестве опорного в схеме обработки полезного сигнала. Механическая связь всей подвижной системы с неподвижной платформой осуществлена посредством упругой мембраны.

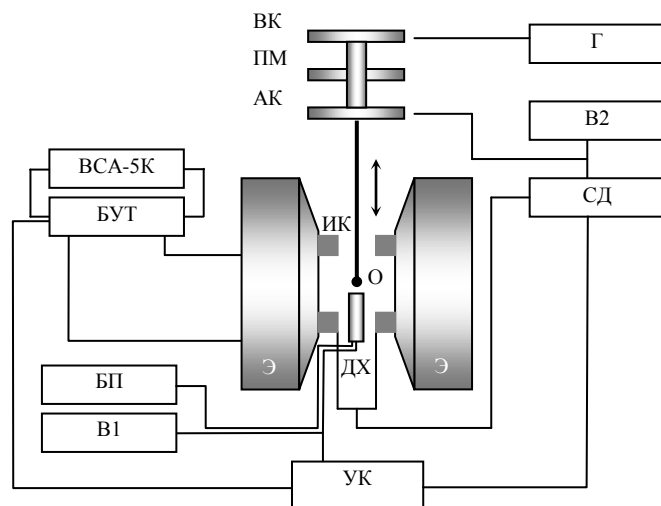


рис.1 Электрическая блок-схема вибрационного магнитометра: ВСА-5К - выпрямитель; БУТ - блок управления током; Э - электромагнит; ИК - измерительные катушки; АК - катушка для измерения амплитуды; ПМ - постоянный магнит; ВК - возбуждающая катушка; Г - генератор; В2 - синхродетектор; В1, В2 - вольтметры; УК - управляющий компьютер; ДХ - датчик Холла; БП - блок питания.

Полезный сигнал индуцируется в системе измерительных катушек (ИК) и пропорционален скорости изменения индукции, вызванного вибрацией образца. Система катушек состоит из 4 одинаковых прямоугольных катушек, установленных непосредственно на полюсах электромагнита. Общее число витков в катушках составляет 12000. «Встречно-последовательная» конфигурация их соединения позволяет выделить полезный сигнал от образца и минимизировать паразитные сигналы от внешних квазиоднородных полей. Схема обработки полезного сигнала состоит

из селективного усилителя и синхронного детектора, составляющих оригинальный измерительный прибор (СД). Указанный прибор осуществляет частотно-фазовое подавление шумов, без которого регистрация слабых полезных сигналов невозможна. Селективный усилитель выполнен на активном полосовом фильтре с центральной частотой 36 Гц. При этом подавление гармоник 50 Гц составляет 35 дБ. Синхронный детектор



производит перемножение опорного сигнала от АК, нормированного компаратором, с выходным сигналом селективного усилителя. В результате подавляются составляющие сигнала не совпадающие с опорным сигналом по фазе. После низкочастотной фильтрации выходной сигнал пропорционален магнитному моменту образца. Общее максимальное усиление схемы по полезному сигналу составляет  $3 \cdot 10^6$ .

Описываемый вибрационный магнитометр предназначен для измерения петель гистерезиса различных плёночных образцов. Управление процессом измерения осуществляется с помощью компьютера. В автоматическом режиме происходит циклическая развертка магнитного поля, параметры которой (шаг дискретизации и амплитуда) задаются оператором. Для связи измерительной установки с компьютером используется АЦП-ЦАП преобразователь, плата расширения L1450 производства ОАО "LCARD". Управление разверткой магнитного поля осуществляется аналоговым сигналом, поступающим от ЦАП преобразователя. Электронный переключатель направления тока в электромагните управляется с помощью TTL выходных линий платы L1450. Сигналы от датчика Холла и синхронного детектора поступают на АЦП преобразователь и формируют исходную базу данных. Для управления процессами градуировки установки, измерения, обработки и экспорта полученных результатов составлена управляющая программа, имеющая графический пользовательский интерфейс. Описанный вибрационный магнитометр прошёл успешную апробацию на образцах гранулированных плёнок Co-SiO<sub>2</sub>.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Свердловской области (грант № 04-02-96062), а также фонда CRDF (грант ЕК-005-Х1).

Список публикаций:

[1] Shihui Ge, Yapi Liu, Li Xi, and Chengxian Li, *phys. stat. sol. (a)* 177, R3 (2000).

[2] В. И. Максимочкин, В. И. Трухин, Н. М. Гарифуллин, Н. А. Хасанов, *Приборы и техника эксперимента*, №5, с. 132-137(2003).

## **Программная реализация датчиков «движения» и датчиков «покоя» в системе видеонаблюдения**

**Белякова Юлия Борисовна**

*Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники*

*Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.*

*Judas\_u@rambler.ru*

В настоящее время система видеонаблюдений становится неотъемлемой частью большинства производственных и административных объектов. В первую очередь это обусловлено проблемами обеспечения сохранности и повышенной вероятностью террористических актов. Одним из базовых элементов систем видеонаблюдения являются датчики «движения» и датчики «покоя», обеспечивающие контроль за несанкционированным движением и появлением новых предметов в зонах наблюдения. Информация о видео-объектах поступает с произвольной телекамеры (в том числе аналоговых и WEB-камер) в виде последовательностей кадров.

Основной принцип работы таких датчиков состоит в последовательном сравнении двух кадров изображения. Однако, датчики, основанные только на этом сравнении (программные датчики) обладают существенным недостатком, обусловленным тем, что в процессе регистрации изображений может значительно меняться уровень освещенности, а, следовательно, и разность кадров будет существенно зависеть от освещенности в момент съема каждого кадра. Поэтому основная задача, которая возникает при реализации таких датчиков - приведение двух сравниваемых изображений к одинаковым условиям съема.

Для реализации этой задачи предполагается использовать разложение кадра изображения по индикаторным функциям:

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^n c_i \chi_i(x, y) \quad (1)$$

где  $f(x, y)$  - текущее изображение;

$c_i$  -  $i$ -я интенсивность;

$\chi_i(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{для } c_i \\ 0 & \text{для всех остальных случаев} \end{cases}$  - индикаторная функция (геометрическое место точек

одинаковой интенсивности).

При реализации алгоритма первоначально вычисляем индикаторные функции первого кадра. Для всех следующих кадров интенсивность корректируем по следующей схеме:

- $i$ -ую индикаторную функцию помещаем на входное изображение;

- по этой индикаторной функции методом наименьших квадратов вычисляем корректирующий коэффициент;

Для этого:

- минимизируем функцию  $L$ , которая равна сумме квадратов отклонений соответствующих интенсивностей:

$$L = \sum_{i=1}^m (C_i - kC_i^*)^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

Откуда

$$k = \frac{C_i \sum_{i=1}^m C_i^*}{\sum_{i=1}^m (C_i^*)^2} \quad (3)$$

- все интенсивности  $i$ -ой индикаторной функции умножаем на этот корректирующий коэффициент.

Эта процедура повторяется для каждой индикаторной функции. Теперь вычитание кадров будет корректной операцией, так как условия съема оказались одинаковыми. Остаточное изображение после вычитания и будет свидетельствовать о наличии постороннего движения или объекта в контролируемой области. Это место помечаем красным квадратом и подаем звуковой сигнал.

## Измерение температуропроводности тонких образцов

*Булатов Денис Леонидович*

*Перевозчиков Сергей Михайлович*

*Удмуртский Государственный Университет*

*Загребин Леонид Дмитриевич, д.ф.-м.н.*

*[ldzag@istu.udm.ru](mailto:ldzag@istu.udm.ru)*

В настоящее время широко распространен импульсный способ измерения температуропроводности, основанный на измерении времени нарастания сигнала теплового отклика образца на импульсное тепловое воздействие. Однако, при малых размерах образца, длительность нарастания сигнала становится сравнимой с длительностью теплового импульса и начинает зависеть не только от характеристик материала образца, но и от формы и длительности теплового импульса. Это может привести к значительным погрешностям. Предложен способ определения температуропроводности тонкой бесконечной пластины. На переднюю поверхность пластины воздействует импульс лазерного излучения с гауссовским пространственным распределением энергии. С обратной стороны пластины снимается сигнал теплового отклика, с теоретической зависимостью (рис. 1)

$$\theta = \frac{1}{(4Fo + k^2/d^2)\sqrt{4Fo}} \sum_{n=0}^{\infty} \exp\left(-\frac{r^2/d^2}{4Fo + k^2/d^2} - \frac{(2n+1)^2}{4Fo}\right),$$

где  $\theta = \frac{T\sqrt{\pi crd^3}}{4q_0k^2}$  - безразмерная температура,  $Fo = \frac{at}{d^2}$  - безразмерное время (критерий Фурье),  $d$  -

толщина пластины,  $k$  - коэффициент расфокусированности лазерного излучения,  $r$  - расстояние между осью лазерного луча и точкой измерения температуры.

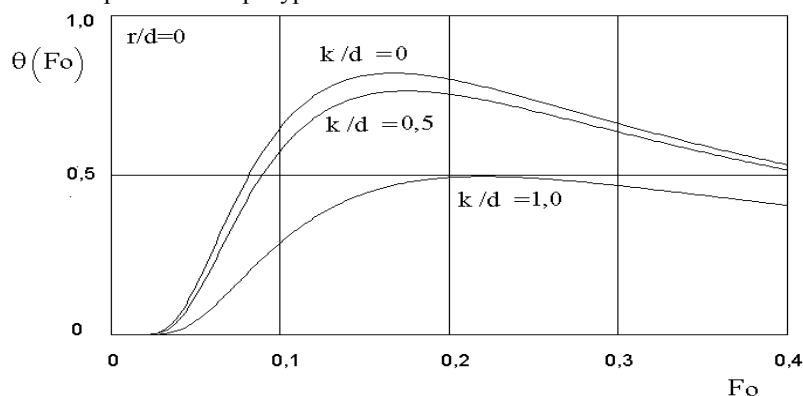


рис. 1

При этом температуропроводность определяется не по времени его спада по формуле

$$a = \frac{Fo_{1/2} d^2}{t_{1/2}},$$

где  $Fo_{1/2}$  - безразмерное время снижения безразмерной температуры до половины от максимального значения,  $t_{1/2}$  - время снижения экспериментальной кривой до половины от максимального значения.

Проведен анализ погрешностей, вызванных конечностью длительности теплового импульса и коэффициентом теплообмена для нового и старого способов (на рис. 2 показаны относительные погрешности нового способа определения температуропроводности от безразмерной длительности теплового импульса  $Fr$  и коэффициента теплообмена  $Bi$  для различных отношений коэффициента расфокусированности  $k$  к толщине пластины  $d$ ). Показано, что предложенный способ позволяет значительно уменьшить размеры измеряемых образцов без увеличения погрешностей.

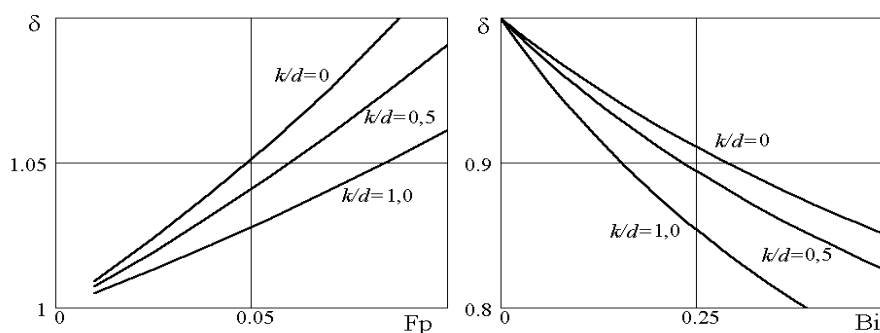


рис. 2

## Применение морфологических преобразований формы изображения для приведения изображений к одинаковым условиям съема

*Буч Татьяна Антоновна*

*Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники*

*Калайда Владимир Тимофеевич к.т.н.*

*[besovesnushka@yngs.ru](mailto:besovesnushka@yngs.ru)*

При регистрации изображений одного и того же объекта или сцены возникает ряд искажений, связанных с условием съема, различными «мелкими» помехами, сдвигом изображения во время съема, параметрами регистрирующей аппаратуры.

Однако математическое описание изображения должно отображать только существенные особенности и не зависеть от условий съема и фоновых помех. Такие задачи возникают при выделении неизвестного объекта на фоне известной местности, известного объекта на произвольном фоне при неконтролируемых условиях освещения, при совмещении изображений одной и той же сцены, полученной в различных спектральных диапазонах и т.д. Для решения перечисленных задач были разработаны методы морфологического анализа изображений.

Формой изображения можно назвать все то, что относится к данной сцене и не зависит от условий формирования изображений. Отличия формы одного изображения от формы другого характеризуют свойства сцены. Яркость изображений, несущую информацию качественного характера о физических свойствах объектов естественно связать с геометрической формой изображения сцены и тем самым «прикрепить» к конкретным объектам сцены.

Задача построения формы изображения является существенной частью морфологического анализа. От того, насколько качественно построена форма, существенно зависит и результат решения задачи морфологического анализа. Один из способов построения формы состоит в задании областей постоянной яркости. Приписывая этим областям всевозможные яркости, можно получить форму изображения как суперпозицию непересекающихся множеств изображений. В этом случае изображение  $f$ , можно получить подбором яркостей  $C_i$ . Таким образом, построение формы изображения заключается в определении индикаторных функций  $\chi_i$  (геометрического места точек постоянной яркости). В общем случае можно диапазон изменения яркостей изображения  $f$  разбить на  $n$  одинаковых интервалов. Однако процесс регистрации и оцифровки изображения обязательно сопровождается некоторой погрешностью, поэтому будем считать, что выходное изображение некоторой системы является суммой «идеального»,

незашумленного изображения  $f(x)$  и шума  $n(x)$ . Таким образом, в реальных условиях изображение  $f$  не наблюдаемо, а наблюдению доступна лишь его искаженная шумом версия  $g$ .

Для устранения этих искажений в предлагаемом нами алгоритме определения формы первоначально изображение преобразовывается в полутоновое с  $n$ -битной градацией яркости в диапазоне  $(0, n)$ . Следующим шагом производится выделение «сюжетной» части изображения и приведение его к «универсальному» размеру (масштабирование). Для выбранного класса изображений по интенсивностям одного из изображений - «эталона» вычисляются индикаторные функции. В результате такой операции формируются непересекающиеся множества индикаторных функций для всего изображения.

Следующим шагом, по вычисленным индикаторным функциям «эталона» компенсируется разность яркостных характеристик, без нарушения формы анализируемого изображения («претендента»). Для этого, для каждой индикаторной функции анализируемого изображения вычисляется корректирующий коэффициент, приводящий интенсивности к одинаковым значениям.

Такой результат можно достичь, например, путем применения метода наименьших квадратов. Для этого интенсивность анализируемого изображения приводится к интенсивности «эталона» так, чтобы сумма квадратов отклонения была минимальна:

Линейное преобразование интенсивности «претендента»:

$$\sum_{i=1}^n (C_m - K_0 C_i^*)^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

квадратичное преобразование интенсивности «претендента»:

$$\sum_{i=1}^n (C_m - K_1 C_i^* - K_2 C_i^{*2})^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

$n$  - количество точек индикаторной функции;

$C_m$  - интенсивность  $m$ -ой индикаторной функции «эталона»;

$C_i^*$  - интенсивность «претендента»;

$K_r$  - корректирующие коэффициенты  $r = 0, 1, 2$ .

Таким образом, для линейного преобразования интенсивностей имеем:

$$K_0 = \frac{n C_m \sum_{i=1}^n C_i^*}{\sum_{i=1}^n (C_i^*)^2}. \quad (3)$$

Для квадратичного преобразования интенсивности:

$$K_1 = \frac{n C_m \left( \sum_{i=1}^n (C_i^*)^3 \sum_{i=1}^n (C_i^*)^2 - \sum_{i=1}^n C_i^* \sum_{i=1}^n (C_i^*)^4 \right)}{\left( \sum_{i=1}^n (C_i^*)^3 \right)^2 - \sum_{i=1}^n (C_i^*)^2 \sum_{i=1}^n (C_i^*)^4}, \quad (4)$$

$$K_2 = \frac{n C_m \left( \sum_{i=1}^n (C_i^*)^3 \sum_{i=1}^n C_i^* - \left( \sum_{i=1}^n (C_i^*)^2 \right)^2 \right)}{\left( \sum_{i=1}^n (C_i^*)^3 \right)^2 - \sum_{i=1}^n (C_i^*)^2 \sum_{i=1}^n (C_i^*)^4}. \quad (5)$$

Проведенные нами расчеты для различных классов изображений показали, что линейное преобразование интенсивности дает лучший результат приведения для задачи идентификации лица человека, так как не искажается форма претендента. И, наоборот, для задач коррекции и реставрации более эффективно использовать квадратичное преобразование интенсивности, компенсирующее изменение условий съемки.

## Администрирование распределенной информационно-измерительной системы

*Гвоздь Мария Анатольевна*

*Петрозаводский Государственный Университет*

*Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.*

*[nailla@mail.ru](mailto:nailla@mail.ru)*

Целью данной работы является реализация механизма администрирования распределенной информационно-измерительной системы, обеспечивающей удаленный доступ к своим информационным и техническим ресурсам в сетях на базе стека протоколов TCP/IP и предназначенной для поддержки научных исследований и образовательного процесса в области оптической спектроскопии на физическом факультете Петрозаводского государственного университета.

На аппаратном уровне система представляет собой комплекс автоматизированных рабочих мест, объединенных компьютерной сетью [1]. Ключевым звеном системы является коммуникационный сервер, в задачи которого входит поддержка многопользовательского режима, корректное распределение ресурсов между клиентами, мониторинг системы и обеспечение безопасности. Другими компонентами системы являются серверы оборудования и программы-клиенты, осуществляющие сбор, накопление и обработку информации, а также управляющие ходом эксперимента

Доступ администратора к коммуникационному серверу осуществляется с помощью стандартного браузера и Web-сервера. Взаимодействие Web-сервера с коммуникационным сервером реализовано посредством сервлета. Сервлеты – это модули расширения для Web-серверов с поддержкой Java. В данной работе сервлет используется для организации сетевого обмена с коммуникационным сервером в соответствии с протоколом системы и динамической генерации HTML-страниц. Сервлет предоставляет администратору как средство удаленного доступа к системе, так и механизм самого доступа. Отметим, что сервлеты не имеют графического интерфейса, не зависят от программно-аппаратной платформы системы, обеспечивают защиту данных (на основе механизмов Java) и реализуют упрощенный доступ к последним.

Администратор подключается к коммуникационному серверу как обычный клиент, но с паролем в поле "данные" кадра запроса и указанием длины пароля в поле "ключ", код команды передается в поле "функция". После проверки пароля данному клиенту присваивается CID, равный нулю, по которому разрешается выполнение дополнительных функций, таких как просмотр информации о клиентах и используемых ресурсах, удаление клиента из системы, а также освобождение ресурса. Команды администратора выполняются в основном потоке, что позволяет управлять дочерними потоками, которые обслуживают клиентов.

После подключения администратора к коммуникационному серверу и при каждой перезагрузке сервлета коммуникационный сервер посылает администратору информацию, содержащуюся в классах MainClientInfo и MainServerInfo. Данные классы содержат методы для запаковки и передачи информации о клиентах, используемых ресурсах и серверах оборудования. Эта информация, в частности, включает адрес ресурса, IP-адрес клиента-владельца, уникальный идентификационный номер клиента-владельца (CID), IP-адрес сервера оборудования, номер порта, на котором сервер оборудования ожидает связи с клиентом, и его псевдоним. Информация, полученная администратором, выводится в виде таблицы, в которой имеется форма для работы с клиентами. Форма, например, позволяет посылать команды на отключение всех клиентов с освобождением ресурсов, приостановку и последующий запуск работающего клиента, на освобождение занятого клиентом ресурса. После выполнения команды информация о клиентах и серверах на HTML-странице администратора обновляется.

Удаленный мониторинг и управление клиентами распределенной системы осуществляется с помощью сервлета admin.java. В этом сервлете переопределен метод doGet, в котором обеспечивается подключение администратора к коммуникационному серверу в качестве клиента, передача серверу команд, получение от него текущей информации и формирование HTML-страницы для передачи администратору.

Вся информация, включая псевдоним клиента, перед отправкой администратору запаковывается в расширенное поле данных кадра ответа, т.е. в поле "тип данных" передается единица, а в поле "данные" количество дополнительных байтов данных. Сами данные передаются вслед за основным кадром.

Форма, содержащаяся в HTML-странице, позволяет администратору послать коммуникационному серверу команды INFO, STOP, SUSPEND, RESUME и RESOURCE FREE (соответственно, передача информации о клиентах и серверах оборудования с помощью методов admincl и adminserv классов MainClientInfo и MainServerInfo; отключение клиента от коммуникационного сервера, и освобождение всех его ресурсов с помощью метода change класса MainClientInfo; приостановка и последующий запуск работающего клиента с помощью методов thread.suspend() и thread.resume(), а также освобождение занятого клиентом ресурса помощью метода change класса MainClientInfo). После выполнения команды HTML-страница обновляется. Применение методов класса Thread – stop(), suspend() и resume() – для работы с потоками клиентов возможно, так как коммуникационный сервер не запускает для администратора отдельный поток, а обслуживает его в основном классе коммуникационного сервера StartCServer.

Механизм администрирования системы построен на базе технологии сервлетов, что позволяет эффективно управлять аппаратными ресурсами системы. Он исключает монопольный захват ресурсов на неопределенно долгий период времени, а это особенно важно при проведении лабораторных работ со студентами. Разработанное программное обеспечение позволяет просматривать информацию о серверах оборудования и клиентах, работающих с системой, управлять работой клиентов, и, в частности, приостанавливать работу клиента, отключать его и освобождать занятые ресурсы.

В заключение отметим, что разработанная распределенная информационно-измерительная система используется для анализа пучковых и плазменных объектов методами оптической спектроскопии. В частности, с ее помощью ведутся исследования процессов возбуждения при атом-атомных столкновениях с участием атомов инертных газов, а также проводятся лабораторные работы со студентами старших курсов физико-технического факультета Петрозаводского государственного университета.

Работа выполнена при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) (проект PZ-013-02) и Министерства образования РФ.

Список публикаций:

[1]. Гаврилов С.Е., Жиганов Е.Д., Кипрушкин С.А., Курсков С.Ю., Тр. Всерос. науч. конф. "Научный сервис в сети Интернет", М.: Изд-во Моск. ун-та, 157–159 (2002).

## Программный интерфейс системы сбора данных

*Канев Роман Семенович*

*Сыктывкарский Государственный Университет*

*Котов Леонид Нафаналович, д.ф.-м.н.*

*[krie@syktsu.ru](mailto:krie@syktsu.ru)*

Исследования многих явлений в экспериментальной физике связаны с регистрацией и последующей обработкой информации о единичных и редко-повторяющихся быстрых процессах, например, исследования импульсных откликов ЯМР, ФМР, ЭПР и т.д. Задача точной фиксации формы импульсов в таких процессах обычно решалась применением запоминающих осциллографов с последующей фоторегистрацией. Основными недостатками данного метода являются – низкая точность и трудоемкость обработки результатов.

В настоящее время с целью оптимизации статистической обработки получаемой информации все чаще для подобных исследований применяются цифровые методы регистрации формы сигнала. Цифровые методы регистрации сигналов обычно реализуются с использованием ЭВМ (компьютерной техники). Компьютеры широко применяются во всех областях жизнедеятельности человека. Они очень удобны как средства обработки и хранения различной информации, в том числе экспериментальных данных.

При автоматизации физического эксперимента на ЭВМ возлагается задача сбора и обработки информации, поступающей от экспериментальной установки, запись и хранение условий эксперимента, начальных установок измерительной аппаратуры и т.п.

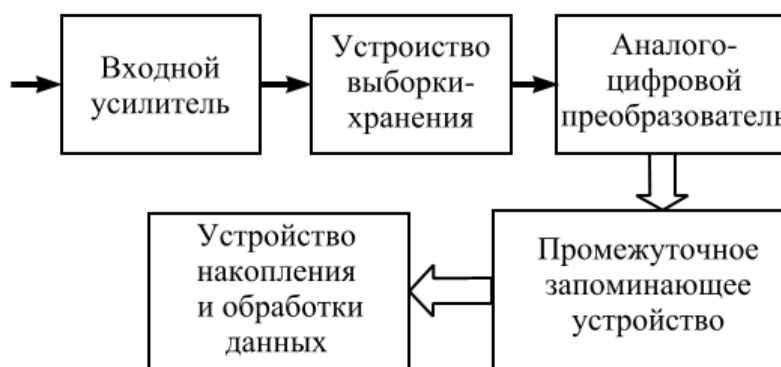


рис. 1

Задача автоматизации эксперимента может быть поделена на две части: создание устройства сопряжения экспериментальной установки с ЭВМ; разработка программы поддержки устройства сопряжения. Основная задача любой системы сбора данных состоит в том, чтобы осуществить преобразование входного аналогового сигнала в цифровую форму, затем записать значения оцифрованного сигнала на носитель информации для накопления и дальнейшей обработки. Большинство высокочастотных систем сбора данных строятся с применением быстродействующего промежуточного запоминающего устройства. Это связано с тем, что

скорость записи на носитель информации намного меньше скорости потока данных, поступающих с АЦП. На рисунке (рис.1) показана структурная схема одноканальной системы сбора данных.

Работа такой системы осуществляется следующим образом: исследуемый сигнал подается на входной усилитель, который согласует входное сопротивление системы сбора данных с входным сопротивлением АЦП. Также входной усилитель выполняет преобразование уровня постоянной составляющей сигнала до уровня, соответствующего нулевому значению цифрового кода на выходах АЦП. При исследовании сигналов с широким спектром за время преобразования аналоговый сигнал на входе АЦП может меняться на значительную величину, что приводит к неопределенности значений входного сигнала и соответствует увеличению погрешности аналого-цифрового преобразования. Для повышения точности преобразования в системах сбора данных применяют устройство выборки-хранения, которое осуществляет выборку мгновенного значения аналогового сигнала, и последующее хранение его значения в течение всего времени преобразования. Одним из важнейших узлов систем сбора данных является АЦП, поскольку он определяет максимальную частоту выборок и разрядность преобразования, от которых зависит точность восстановления исследуемого сигнала. Промежуточное запоминающее устройство предназначено для записи мгновенных значений сигнала в цифровом виде. В качестве запоминающих устройств в системах сбора данных обычно выступает статическая память, поскольку она обладает необходимым быстродействием. Статическая память, по сравнению с динамической памятью, имеет значительные преимущества: во-первых, для нее не требуется регенерация запоминающего устройства, которая снижает быстродействие системы; и, во-вторых – схема включения статической памяти проще, чем динамической, вследствие чего уменьшается общее количество микросхем на плате, снижается энергопотребление, упрощается настройка схем синхронизации системы сбора данных. Немаловажное значение имеет размер запоминающего устройства, т.к. интервал времени, в течение которого происходит оцифровка сигнала, прямо пропорционален размеру памяти и периоду дискретизации. Этот интервал определяет минимальную частоту сигнала, который можно исследовать с помощью системы сбора данных. Следовательно, чтобы записать более продолжительную часть сигнала необходимо увеличивать размер памяти или снижать частоту дискретизации, что вполне допустимо при сигналах с малыми частотами в спектре.

В качестве устройства накопления и обработки информации в современных системах сбора данных используется персональный компьютер. Передача данных из системы сбора данных в персональный компьютер производится, например, с использованием стандартов КАМАК или шины ISA (IBM PC).

Программный интерфейс системы сбора данных реализован с использованием языка программирования Turbo Pascal и рассчитан на работу в операционной системе MS DOS. Разработанная программа позволяет выводить на монитор компьютера оцифрованный сигнал с последующей его обработкой и записью на носитель информации.

В данной работе была изучена работа высокочастотной системы сбора данных, а также модернизирована программная оболочка, обеспечивающая более удобную работу с системой, выполненной на плате расширения. Увеличен записываемый массив ВЧ сигналов и расширены функциональные возможности программы: восстановление и просмотр ранее записанных сигналов, редактирование строки с именем файла, высвечивание информации о функциональных клавишах при наведении курсора мыши.

## **Автоматизированная экспериментальная установка для изучения процессов возбуждения при атомных столкновениях**

*Кашиба Алексей Сергеевич*

*Петрозаводский Государственный Университет*

*Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.*

*[alekscomp@onego.ru](mailto:alekscomp@onego.ru)*

Рассматриваемый экспериментальный комплекс с удаленным доступом предназначен для изучения процессов возбуждения при атом–атомных и ион–атомных столкновениях с участием инертных газов в диапазоне энергий налетающих частиц от 50 до 1000 эВ. Он позволяет методами оптической спектроскопии определять полные сечения возбуждения атомных уровней, поляризацию излучения сталкивающихся частиц, а также исследовать возбуждаемый спектр при взаимодействии пучка быстрых атомов и ионов с газовой мишенью в условиях парных столкновений.

Экспериментальный комплекс состоит из следующих функциональных модулей:

- источника ионов и быстрых атомов;
- детектора заряженных и нейтральных частиц, позволяющего контролировать коэффициенты вторичной электронной эмиссии под действием ионов и быстрых атомов с поверхности детектора в ходе эксперимента;

- времяпролетного масс-спектрометра (для энергетического анализа и контроля состава пучков ионов и нейтральных частиц);
- системы регистрации оптического излучения возбужденных атомов и ионов на базе монохроматора МДР-2 и ФЭУ-106,-62;
- измерительно-вычислительного комплекса на базе ПК и программно-управляемой системы КАМАК и сопряженными с ней автономными измерительными приборами;
- вакуумной установки на базе диффузионных насосов.

Комплекс имеет следующие основные параметры. Плотность потока быстрых частиц достигает  $3 \cdot 10^{18}$  част/(с·м<sup>2</sup>) (пучок быстрых атомов создается путем симметричной резонансной перезарядки ионов на собственном газе). Угловая расходимость пучка не превышает  $3 \cdot 10^{-4}$  ср. Энергетический разброс ионов и атомов составляет соответственно  $5 \pm 1$  и  $11 \pm 3$  эВ. Количество метастабильных атомов гелия в  $2^{1,3}\text{S}$ -состояниях не превышает 0.6% от полного числа быстрых частиц, число метастабильных атомов неона в  $3s[3/2]_2^0$ -состоянии составляет 0.3% от числа быстрых атомов (измерения выполнены методами фотоионизации и флуоресцентной лазерной спектроскопии). Спектральный диапазон системы регистрации оптического излучения – от 200 до 1100 нм. Для уменьшения скорости счета темновых импульсов ФЭУ охлаждается до  $-15$  °С. Давление газа-мишени – не более  $1 \cdot 10^{-3}$  Тор. Давление остаточного газа в камере столкновений не превышает  $1 \cdot 10^{-6}$  Тор.

Для автоматизации проведения экспериментов на данной установке была разработана распределенная информационно-измерительная система. Ее принципиальным отличием от подобных систем является постоянное управление ходом эксперимента программой-клиентом, заключающееся в последовательной пересылке управляющих команд от клиента к серверу и возврату результатов в виде ошибок или данных от сервера к клиенту.

Ключевое звено системы – это коммуникационный сервер, служащий посредником между клиентами и серверами оборудования. В его функции входит анализ переданной программой-клиентом информации (команд управления физической аппаратурой) и формирование на ее основе запроса к тому или иному серверу оборудования по универсальному прикладному протоколу, а также аутентификация пользователей, что повышает безопасность при проведении эксперимента. Выполнив команду, сервер оборудования возвращает результат коммуникационному серверу, а тот, в свою очередь, – клиенту.

Серверы оборудования (КАМАК, КОП и др.) – однопоточные, при своей работе они могут обслуживать только одного клиента, другие клиенты при этом помещаются коммуникационным сервером в очередь клиентов, ожидающих обслуживания.

Обмен информацией с клиентом (через коммуникационный сервер) происходит в режиме запрос-ответ по расширенному протоколу. Кадры обмена с коммуникационным сервером (как запрос, так и ответ) представляют собой кадры сервера оборудования плюс псевдоним сервера оборудования. Для работы с оборудованием клиент должен зарезервировать ресурс, указав адрес ресурса и псевдоним сервера оборудования. По запросу клиента коммуникационный сервер формирует запрос к серверу оборудования для проверки корректности адреса ресурса. Если ответ не содержит ошибок, коммуникационный сервер выделяет ресурс клиенту.

Обмен информацией между коммуникационным сервером и серверами оборудования происходит посредством прикладного протокола, построенного на базе протокола TCP, что обеспечивает интеграцию серверов оборудования в глобальную компьютерную сеть Интернет.

Все сервера оборудования, коммуникационный сервер и программы-клиенты написаны на языке программирования высокого уровня Java с использованием сокетов TCP. Методы записи-чтения портов ввода-вывода для доступа к контроллерам приборных интерфейсов написаны на Си (созданы динамические библиотеки).

Комплект программ-клиентов включает программу измерения сечений возбуждения спектральных линий при взаимодействии ионов и быстрых атомов с газовой мишенью в зависимости от энергии сталкивающихся частиц, программу измерения спектров излучения атомных частиц, программу определения абсолютной чувствительности системы регистрации оптического сигнала, программу градуировки дифракционного монохроматора по длинам волн и программу измерения коэффициентов вторичной электронной эмиссии с поверхности детектора под действием ионов и быстрых атомов.

С помощью экспериментального комплекса методами оптической спектроскопии в системе Ne-Ne были исследованы спектры и сечения возбуждения группы состояний  $\text{Ne}(2p^5np)$  ( $3 \leq n \leq 8$ ) при энергии столкновения 450 эВ (с.д.м.), получены спектры возбуждения при столкновениях атомов аргона низких энергий.



Работа выполнена при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития (проект PZ-013-02) и Министерства образования РФ.

## **Проблемы автоматизации и информатизации в лазерной спектроскопии**

*Королев Андрей Анатольевич*

*Петрозаводский Государственный Университет*

*Хахаев Анатолий Диамидович, д.ф.-м.н.*

*[korona@karelia.ru](mailto:korona@karelia.ru)*

Лазерные методы анализа используются в разных областях науки и техники. Развитие и применение этих методов связано с прогрессом физики и техники перестраиваемых лазеров различных типов, преобразования длины волны излучения и её контроля. Возможность тонкого селективного воздействия на атомы и молекулы лазерным излучением предоставляет исследователю мощный инструмент, с помощью которого можно получать сведения о широком круге явлений. Информация о взаимодействии атомов и молекул с окружающей средой может быть получена из спектров испускания или поглощения светового излучения и служит, в свою очередь, источником данных как об их энергетической структуре, так и о механизмах формирования их физических свойств.

Перестраиваемые источники света широко применяются для спектральных исследований. Для получения перестраиваемого по длине волны излучения в качестве активных элементов используются различные типы сред, имеющих полосы флуоресценции в интересующей области. В настоящее время широко применяются импульсные перестраиваемые лазеры на красителях с лазерной накачкой для анализа различных компонент пучков, плазмы, газовой смеси и т.д. Требуется проделать большую работу по привязки характеристик перестраиваемых лазеров к целям исследования.

Целью данной работы является исследование проблем автоматизации и информатизации в лазерной спектроскопии с применением многофункционального лазерного комплекса. Планируется разработать систему управления оптическими характеристиками, при этом управление будет, осуществляется в интересах оптимизации сбора и обработки информации, при решении задач диагностики плазменных сред с широким набором уровней факторов определяющих параметры исследуемых объектов. Также будет реализовано получение информации и экспериментальных данных от создаваемого комплекса в режиме реального времени с возможностью удаленного управления.

В работе рассматриваются задачи автоматизации и информатизации применительно к созданному лазерному комплексу на основе серийного лазера ЛТИ-406 на иттрий-алюминиевом гранате с неодимом (YAG) с преобразованием излучения во вторую гармонику в кристалле дидейтероарсената цезия (ДСДА), помещенного в герметичную микропечь с автоматическим температурным выставлением и поддержанием синхронизма. Его конфигурация и возможности видоизменялись в зависимости от решаемой задачи с использованием перестраиваемых лазеров на красителях. Данный комплекс перестраиваемых лазеров требует значительной автоматизации в аппаратной части и создание подходящего программного обеспечения.

Оперативный контроль длины волны и ширины спектра излучения не только импульсного, но и непрерывного источников света, связанных с задачами прикладной спектроскопии, осуществляется с использованием измерительно-вычислительного комплекса. В созданном лазерном комплексе использовалась следующая схема контроля, содержащая: I – блок «грубого» определения положения спектральной линии относительно хорошо известного репера, II – блок «тонкого» измерения путем интерферометрического анализа точного значения длины волны, III – блок излучения реперных линий и IV – блок вычисления точного значения длины волны анализируемого излучения.

Измеренная фотографическим методом длина волны импульсного ОКГ была осуществлена с точностью 0.005Е при использовании интерферометра Фабри-Перо с базой 12 мм, прокалированного неоновой лампой с полым катодом. Выпускаемые ПЗС-линейки позволяют автоматизировать процесс измерения длины волны и ширины спектра импульсных источников света с частотой следования, определяемой быстродействием ЭВМ и частотными характеристиками линейки.

Используемый метод определения длины волны, который основан на точном знании толщины базы интерферометра, накладывает требования пространственного совмещения исследуемого и реперного излучения, а также необходимости определения базы ИФП даже в середине серии экспериментов, т.к. оптический путь света внутри интерферометра, не заключенного в специальную барокамеру, является функцией температуры и давления. Данные факты сказываются на достоверности результатов расчетов длин волн. В результате этого становится важным автоматизированный сбор и обработки информации в эксперименте в реальном времени.

Проводятся работы по автоматизации процесса угловой подстройки кристалла в вышеуказанном лазерном комплексе, так чтобы они ориентировались в соответствии с направлением их кристаллографических

осей для получения максимального к.п.д, а также автоматизация процесса перестройки длины волны, которая в настоящий момент осуществляется в ручном режиме.

Для диагностики лазерного излучения существуют различные системы измерения энергии, мощности, частоты, поляризации, профиля лазерного излучения. Подбор подходящих средств диагностики зависит от характеристик лазерного комплекса. Экспериментальные исследования характеристик лазерного комплекса, выявление требуемых выходных параметров и уровней управляющих факторов позволит подобрать подходящие способы и системы формирования данных о значениях выходных параметров, системы способов управления факторами.

Значимой задачей также является создание программного обеспечения и подбор подходящих средств сопряжения персонального компьютера с интерфейсами устройств участвующих в управлении, контроле и регистрации результатов, получаемых в течение проведения эксперимента на лазерном комплексе.

В результате работы будет создан автоматизированный многофункциональный и многокомпонентный лазерный комплекс, позволяющий перейти на новый качественный уровень исследований в области, диагностики плазмы, спектроскопии и т.д. Отличие создаваемого лазерного комплекса от существующих состоит в том, что данный комплекс можно будет широко использовать в различных предметных областях.

## **Распределенная система для проведения физических экспериментов**

*Королев Николай Анатольевич*

*Петрозаводский Государственный Университет*

*Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.*

*[kna@sampo.ru](mailto:kna@sampo.ru)*

Целью данной работы является создание распределенной системы для проведения физических экспериментов с обеспечением удаленного доступа к информационным и техническим ресурсам в сетях Intranet/Internet. Данная система предназначена для решения исследовательских задач в области оптической спектроскопии и поддержки образовательного процесса на физико-техническом факультете Петрозаводского государственного университета.

Разрабатываемая система должна быть масштабируемой, обеспечивать поддержку удаленных измерительных и исполнительных устройств, взаимодействие различных программно-аппаратных платформ и возможность проведения научно-образовательного процесса удаленно. Наиболее оптимальным путем решения указанных задач является следование концепции открытых систем.

Открытая система – это система, реализующая открытые спецификации или стандарты для интерфейсов, служб и форматов с тем, чтобы обеспечить переносимость программного продукта с минимальными изменениями в широком диапазоне систем (мобильность), взаимодействие с другими приложениями, расположенными на местных или удаленных системах (интероперабельность), а также обеспечить взаимодействие с людьми (мобильность пользователей).

Надо отметить, что свойства открытых систем обеспечиваются объектно-ориентированным подходом (ООП) к реализации системы. База объектно-ориентированного стиля программирования: абстрагирование, инкапсуляция, модульность, иерархия наследования; согласуется с принципами открытых систем.

Основой, обеспечивающей возможность реализации открытых систем, является совокупность стандартов, с помощью которых унифицируется взаимодействие аппаратуры и всех компонентов программной среды: языков программирования, средств ввода/вывода, графических интерфейсов, систем управления базами данных, протоколов передачи данных в сетях.

Существуют различные модели открытых систем, такие как OSI/ISO, MIC, MUSIC, OSE/RF, каждая из которых имеет свои особенности, но последняя, предложенная рабочей группой POSIX P1003.0 Института инженеров по электронике и электротехнике (IEEE), получила наиболее широкое распространение. Модель OSE/RF описывает системы, построенные на основе архитектуры “клиент-сервер”, без которой не возможно построить распределенную систему.

При создании распределенной системы для проведения физических экспериментов следует исходить из требования компромисса между интерфейсами сопряжения уникального исследовательского оборудования и технологиями открытых систем. Существуют системы автоматизации, которые позволяют объединить экспериментальную установку с персональным компьютером исследователя. Например, стандарты магистрально-модульных систем: CAMAC, VME, VXI, на основе которых проектируются системы автоматизации.

В результате проделанной работы создана распределенная система поддержки научно-образовательного процесса с обеспечением удаленного доступа к информационным и техническим ресурсам в сетях Intranet/Internet. Отличительной особенностью этой системы является то, что она обеспечивает сетевую

интеграцию автоматизированных исследовательских установок в естественнонаучных областях знаний и предоставляет коллективный доступ к их ресурсам в сетях, функционирующих на базе стека протоколов TCP/IP. Доступ к физическому оборудованию осуществляется с помощью серверов стандартных приборных интерфейсов (САМАС, КОП), сервера доступа к микроконтроллерам MCS-96, а также коммуникационного сервера, интегрирующего серверы оборудования в единую информационную систему. Управление ходом физического эксперимента осуществляет исследователь посредством программ-клиентов, которые реализуют прикладной интерфейс, дружелюбный и интуитивно понятный. Такую систему можно назвать “N-связанной”.

Основная часть системы написана на языке программирования Java, который является объектно-ориентированным языком программирования, а приложения, написанные на нем, работают на всех платформах, для которых существует виртуальная машина Java (JVM). При реализации системы также широко использовались Web-технологии.

Система администрирования организована на основе Java-сервлета, работающего на стороне Web-сервера. Администратор системы через сервлет, запускаемый на Web-сервере, подключается к коммуникационному серверу как привилегированный клиент. Он осуществляет мониторинг ресурсов распределенной системы, может освобождать занятые ресурсы и отключать клиентов. Администратор системы определяет права доступа клиентов к серверам оборудования, отвечает за уникальные идентификаторы клиентов и серверов оборудования, ведет общую базу открытых ключей всех участников взаимодействия.

Система криптографической защиты информации работает на основе собственного протокола аутентификации и распределения ключей, но со стандартными алгоритмами шифрования. Система реализована на основе криптографического расширения JCE 1.2 пакета Java 2 Platform Standard Edition v1.4 и пакета Cryptix 3.2. В качестве асимметричного алгоритма шифрования и алгоритма цифровой подписи был выбран алгоритм RSA. Шифрование трафика и хранилища ключей осуществляется на основе симметричного алгоритма Rijndael. Алгоритм хэш-функции – MD5, алгоритм MAC-кода (Message Authentication Code - MAC) – HMAC-MD5. Система может быть расширена протоколом SSL.

Каждый участник межсетевое взаимодействие в распределенной системе имеет доступ к СУБД MySQL, которая входит в дистрибутив ОС RedHat Linux 7.2, с уникальным именем и паролем. Клиенты ведут базы данных экспериментов, коммуникационный сервер ведет базу данных аудита всей системы, серверы оборудования, при необходимости, также могут заносить информацию в базу данных.

Применение стандартов открытых систем и ООП обеспечивает повышение общей эффективности разработки и функционирования распределенной системы для проведения физических экспериментов, логической и технической совместимости ее компонентов, снижение трудоемкости, стоимости и длительности разработки, а также обеспечивает высокое качество и надежность программных средств и баз данных.

## **Автоматизированная система управления процессом роста магнитных наноструктур в установке МЛЭ «Ангара»**

***Косырев Николай Николаевич***

*Шайдуров Александр Викторович, Варнаков Сергей Николаевич*

*Институт Физики им. Киренского СО РАН*

*Овчинников Сергей Геннадьевич, д.ф.-м.н.*

*[nick@iph.krasn.ru](mailto:nick@iph.krasn.ru)*

В последнее время возрос интерес исследователей к наноструктурам из магнитных и полупроводниковых материалов, что связано с их необычными физическими свойствами и перспективой их использования в устройствах микро- и наноэлектроники. В лаборатории физики магнитных явлений Института Физики им. Л. В. Киренского СО РАН (г. Красноярск) проводятся фундаментальные исследования многослойных наноструктур на основе тонких слоев Fe, Si, Ni, Mn, Du и др., получаемых методом термического испарения в вакууме в установке МЛЭ «Ангара».

Установка молекулярно-лучевой эпитаксии «Ангара» предназначена для получения в условиях сверхвысокого вакуума эпитаксиальных пленок, многослойных пленочных структур, металлических и диэлектрических покрытий на основе моноатомных полупроводников, металлов, в том числе тугоплавких, диэлектриков типа двуокиси кремния, а также редкоземельных металлов. Подобные установки разрабатывались и внедрялись в производство в восьмидесятых годах прошлого столетия. Изменившиеся с тех пор требования к технологическому процессу, кардинальные изменения в вычислительной технике и программном обеспечении, потребовали коренной модернизации программно-аппаратных блоков контроля и управления установкой.

Нами был разработан программно-аппаратный комплекс «Блок контроля высоковакуумной установки МЛЭ «Ангара», который предназначен для опроса состояния узлов камеры, отображения его на экране компьютера и управления режимами камеры.

Аппаратная часть комплекса реализована на базе микропроцессора (однокристалльной микро-ЭВМ) фирмы Atmel AT89S8252, содержащей в себе 8 Кбайт флэш-ПЗУ, программируемой по последовательному интерфейсу, и последовательный порт для связи с компьютером, что позволяет организовать устройство с оперативно изменяемым программным обеспечением и гибкой системой обмена командами и данными. Четыре параллельных двунаправленных восьмиразрядных порта позволяют подключить большое количество внешних датчиков и исполнительных устройств (рис.1).

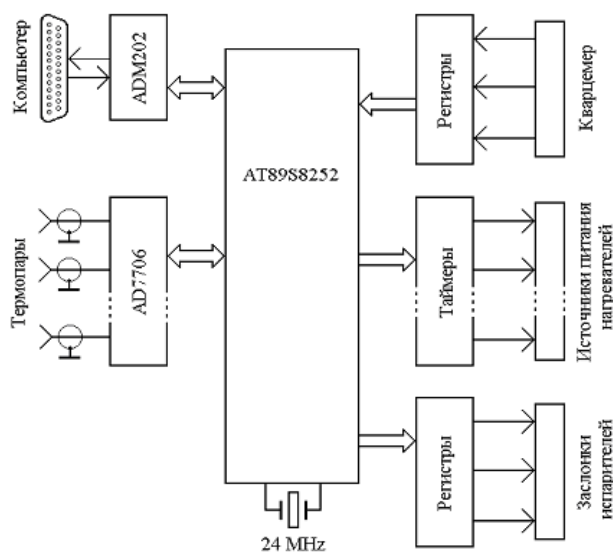


рис.1

Программная часть реализована на платформе Linux. Эта операционная система была выбрана не случайно, так как в будущем планируется организовать Linux – сервер, обслуживающий некоторое количество Windows – клиентов, способных запускать программу управления установкой интерактивно. В этом отношении Linux является наиболее надёжной и удобной операционной системой.

## Высокопроизводительный спецвычислитель на базе программируемой логики

*Лысаков Константин Федорович*

*Девятайкин Алексей Михайлович*

*Новосибирский Государственный Университет*

*Лаврентьев Михаил Михайлович, д.ф.-м.н.*

*[lysakov@sl.iae.nsk.su](mailto:lysakov@sl.iae.nsk.su)*

Существует ряд задач, в которых возникают большие потоки исходных данных и есть необходимость оперативно обрабатывать их для получения результатов с минимальными задержками. В данной работе предлагается метод, основанный на использовании программируемой логики – вентильных матриц программируемых пользователем (ВМПП).

ВМПП, так же как и заказные интегральные схемы, позволяют создавать конвейер операционных блоков для реализации конкретного алгоритма. В то же время ВМПП, также как и сигнальные процессоры, обладает программируемостью. Также ВМПП позволяют создавать высокопроизводительные системы, критичные к габаритным размерам и энергопотреблению.

При мониторинге земной поверхности из космоса с целью обнаружения и наблюдения за малоразмерными объектами, возникают большие потоки входных данных, принимаемых в реальном масштабе времени. При этом каналы передачи этих данных к стационарным вычислительным комплексам обладают недостаточной пропускной способностью. Также при использовании негеостационарного спутника требуется достаточно обширная инфраструктура наземных принимающих станций. Поэтому целесообразным является обрабатывать данные «на борту», что позволит существенно сократить объем передаваемой информации и исключить мощные стационарные комплексы по обработке исходных данных. Также при этом появится возможность оперативного реагирования на внешние возмущители (поворот камеры на интересующий объект и так далее) по результатам обработки данных. Следует отметить жесткие требования по размерам и энергопотреблению такой системы бортовой обработки данных.

Целью данной работы является разработка на базе ВМПП специализированного вычислителя для решения задачи обработки изображений с целью обнаружения малоразмерных объектов при мониторинге поверхности Земли посредством спутника в инфракрасном диапазоне. Также необходимым условием является

возможность долговременной (годы) и стабильной автономной работы устройства. Одновременно с этим, необходимо предусмотреть радиационную устойчивость вычислителя.

В настоящее время существует несколько подходов для создания высокопроизводительных автономных устройств обработки данных: использование заказных интегральных схем, сигнальных процессоров и специализированных спецпроцессоров (векторных и так далее). Каждый из этих подходов имеет свои характерные особенности применения. В данной работе обработка данных осуществляется посредством программируемой логики – ВМПП.

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС, ВМПП) появились полтора десятилетия назад как альтернатива программируемым логическим матрицам (ПЛМ). От последних, ВМПП отличаются как по архитектуре, так и по объему. Field Programmable Gate Array (FPGA) – ВМПП представляет собой матрицу логических ячеек, памяти и линий связи между ними.

Научная ценность работы состоит в аппаратной реализации нелинейных алгоритмов обработки данных на базе ВМПП и разработке способов построения конвейеров и использования ресурсов современных ВМПП для реализации многопроходных алгоритмов обработки.

Практическая ценность заключается в создании устройства, которое позволяет высокопроизводительную обработку данных и при этом обладает широкими коммуникационными возможностями и аппаратных возможностей, обеспечивает универсальность их применения. На базовом модуле реализован интерфейс PCI/PCI-X, имеются параллельные порты ввода/вывода данных рассчитанные на напряжение 3,3 и 5В. Также на борту имеется память стандарта DDR, что позволяет самому пользователю адаптировать плату под свои нужды и расширять ее возможности.

Таким образом, разработан универсальный спецвычислитель на базе ВМПП. Для примера использования был реализован математический алгоритм задачи обнаружения на котором пиковая производительность устройства составляет порядка 5,5 млрд. целочисленных операций сложения/умножения в секунду, что не является пределом и может быть увеличено еще в десятки раз. Созданный вычислитель может применяться в задачах, требующих обработки больших потоков информации, при этом он может работать как в составе компьютера (плата PCI-X), так и в виде автономного устройства обработки. Также в устройство заложена возможность радиационной устойчивости для работы в условиях открытого космоса или некоторых физических экспериментов.

Список публикаций:

[1].Лысаков К.Ф., Девятайкин А.М., «Разработка высокопроизводительного спецвычислителя на базе программируемой логики». *V Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Новосибирск, 2004, стр. 47 – 48.*

[2].М. Ю. Шадрин, К.Ф.Лысаков, А.М. Девятайкин, «Реализация алгоритмов обработки данных на базе программируемой логики для решения задач обнаружения и наблюдения за природными явлениями». *Материалы конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании». Алматы, 2004, стр. 270 – 279.*

[3].G.I. Gromilin, A.M. Devjataikin, K.F. Lysakov, M.J. Shadrin, «Real time FPGA realization of a small-size object searching algorithm». *7-th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information technologies, Conference proceedings, St. Petersburg, Russia, 2004, pp. 497-498.*

[4].Kirichuk V.S., Korshever I.I., Sinelshikov V.V., «Dynamic scene image analysis models, algorithms and real-time systems». *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing, New York, Allerton Press, №3, 1998, pp. 3-13*

## **Применение искусственных нейронных сетей для распознавания лица человека**

**Макаренко Алексей Александрович**

*Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники*

*Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.*

*[makaleks@mail.ru](mailto:makaleks@mail.ru)*

Угроза терроризма все чаще заставляет задумываться над обеспечением безопасности в местах большого скопления людей (стадионах, концертных залах, кинотеатрах, музеях), банковских учреждениях и бизнес - центрах, на транспортных объектах (аэропортах, железнодорожных станциях, автовокзалах, морских портах), а также на стратегически важных объектах и пограничных переходах. В связи с этим возникает острая необходимость в создании надежных систем безопасности и контроля доступа и как следствие в создании надежных и нересурсоемких методов идентификации личности человека по изображению лица, обнаружение лица на изображении является первым шагом в процессе решения задачи идентификации личности человека.

Инструментарий классического распознавания образов позволяет создать довольно хорошие алгоритмы, но все они чрезвычайно ресурсоемки, и не обладают необходимой надежностью распознавания. При попытке использования инструментария распознавания образов пришлось столкнуться со следующими сложностями:

- Сильно варьирующийся внешний вид лица у разных людей;

- Даже относительно небольшое изменение ориентации лица относительно камеры влечет за собой серьезное изменение изображения лица;
- Возможное присутствие индивидуальных особенностей (усы, бороды, очки, морщины и т.д.) существенно осложняет автоматическое распознавание;
- Изменение выражения лица может сильно сказаться на том, как лицо выглядит на изображении;
- Часть лица может быть невидима (закрыта другими предметами) на изображении;
- Условия съемки (освещение, цветовой баланс камеры, искажения изображения, привносимые оптикой системы, качество изображения) в значительной степени влияют на получающееся изображение лица;

Учитывая все эти сложности, возникла идея использовать для решения поставленной задачи искусственные нейронные сети.

Нейронные сети успешно применяются для решения многих задач распознавания, они позволяют при значительных затратах на обучение создать быстрые и малоресурсоемкие алгоритмы. Именно этот подход и используется нами при решении поставленной задачи. Достоинством использования нейросетей для решения задачи обнаружения лица является возможность получения классификатора, хорошо моделирующего сложную функцию распределения изображений лиц  $p(x|face)$ . Недостатком же является необходимость в тщательной и кропотливой настройке нейросети для получения удовлетворительного результата классификации. Для решения задачи обнаружения лица применялось большое количество нейронных сетей различных архитектур. Условно их можно разделить на полносвязные (то есть нейроны одного слоя связаны со всеми нейронами предыдущего слоя) и неполносвязные (то есть нейроны одного слоя связаны лишь с некоторой группой нейронов предыдущего слоя). Как показали проведенные нами исследования и практическая реализация, алгоритмы обнаружения лица, основанные на полносвязных нейронных сетях, не обладают необходимой универсальностью и надежностью. Они чувствительны к фону и шумам на изображении и не обладают инвариантностью к изменению масштаба и повороту.

Архитектура неполносвязных нейронных сетей, направлена на преодоление этих недостатков. В них используются локальные рецепторные поля (обеспечивают локальную двумерную связность нейронов), общие веса (обеспечивают детектирование некоторых черт в любом месте изображения) и иерархическая организация с пространственными подвыборками. Из этого класса алгоритмов нами была использована сверточная нейронная сеть, так как она обеспечивает частичную устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям. Архитектура СНС состоит из многих слоёв. Слои бывают двух типов: свёрточные и подвыборочные, свёрточные и подвыборочные слои чередуются друг с другом.

В каждом слое имеется набор из нескольких плоскостей, причём нейроны одной плоскости имеют одинаковые веса, ведущие ко всем локальным участкам предыдущего слоя (как в зрительной коре человека), изображение предыдущего слоя как бы сканируется небольшим окном и пропускается сквозь набор весов, а результат отображается на соответствующий нейрон текущего слоя. Таким образом, набор плоскостей представляет собой карты характеристик, и каждая плоскость находит «свои» участки изображения в любом месте предыдущего слоя. Следующий за свёрточным слоем подвыборочный слой уменьшает масштаб плоскостей путём локального усреднения значений выходов нейронов. Таким образом, достигается иерархическая организация. Последующие слои извлекают более общие характеристики, меньше зависящие от искажений изображения.

Сравнение многослойных нейронных сетей и сверточных нейронных сетей показало существенные преимущества последней как по скорости, так и по надёжности классификации. Учитывая все вышеизложенное можно сказать, что применение сверточных нейронных сетей для распознавания образов (в частности для выделения лица человека) на сегодняшний день является наиболее перспективным, по сравнению с другими нейросетевыми архитектурами.

## **Метод приема ЛЧМ сигналов ионозондов без использования ЛЧМ синтезатора**

*Макаров Анатолий Витальевич*

*Бредихин Дмитрий Владимирович*

*ФГУП "НПП "Полюс"*

*[ionnn@pochta.ru](mailto:ionnn@pochta.ru), [polyot@atnn.ru](mailto:polyot@atnn.ru)*

В настоящее время для диагностики состояния ионосферы в мире широко применяется метод наклонного зондирования при помощи ЛЧМ (линейно-частотно модулированного) сигнала. Существует целая сеть передающих (а значит и приемных станций), работа которых основана на данном методе. Основным результатом, получаемым при приеме сигнала от этих станций является амплитудно-частотная временная зависимость, называемая ионограммой, используя которую можно получить информацию о параметрах некоторой радиотрассы, применимых частотах и т.д., а также делать некоторые прогнозы состояния этой

радиотрассы. Для корректной работы метода необходима точная временная синхронизация работы приемной и передающей станций зондирования. Для этого на практике или синхронизируют отдельно приемную и передающую станции с эталонной шкалой времени UTC (с помощью систем GPS или СЕВ), или периодически проводят сеансы синхронизации приемной станции по специальным сигналам, излучаемым передающей станцией.

Метод приема с применением ЛЧМ синтезатора – основной метод приема ЛЧМ сигналов зондирования. При этом методе передающая и приемная станции должны синхронно, с высокой степенью точности перестраиваться по частоте согласно установленного заранее частотно-временного расписания. Необходимое требование когерентности ЛЧМ сигналов передающей и приемной частей может быть достигнуто при применении цифровых вычислительных синтезаторов (ЦВС). В передающей станции ЦВС служит возбудителем широкополосного усилителя мощности (ШУМ). В приемной станции сигнал ЦВС подается на первый смеситель приемного тракта (имеется ввиду традиционная супергетеродинная схема построения приемников), при этом приемник перестраивается в соответствии с частотой сигнала ЦВС. Такой способ управления перестройкой приемника иногда требует его доработки и достаточно проблематичен и трудоемок.

Основными недостатками "синтезаторного" метода приема являются требование точной временной синхронизации приемной и передающей станций, необходимость быстрой, точной и синхронной перестройки приемного тракта по частоте, а при использовании неспециализированной приемной аппаратуры ее доработка, иногда значительная. Это накладывает очень высокие требования на временные и частотные параметры аппаратуры зондирования, и, как следствие, эта аппаратура является весьма сложной и дорогостоящей, что мешает широкому ее распространению.

В докладе предлагается метод приема ЛЧМ сигналов зондирования ионосферы без использования ЛЧМ синтезатора с целью упростить схемотехнику и конструкцию приемной станции и таким образом удешевить ее и сделать более доступной. Применение этого метода позволит принимать сигналы ЛЧМ передатчиков, без использования сложной дорогостоящей приемной аппаратуры, а с применением лишь доступных приборов и устройств без какой либо их доработки.

Идея метода состоит в том, что, как и в когерентном методе, приемник перестраивается по частоте, но не плавно, а скачками - псевдосинхронно с передатчиком. Величина частотных скачков, определяется заданной скоростью перестройки по частоте. В этом случае сигнал на выходе приемника представляет собой повторяющиеся (с частотой повторения частотных скачков) узкополосные ЛЧМ импульсы (при наличии прохождения) искаженные ионосферой. Особая цифровая обработка принятого сигнала с использованием методов дискретной фильтрации позволяет получить в итоге тот же самый результат - ионограмму, что и при использовании "синтезаторного" метода приема.

Структурная схема приемной станции зондирования при использовании описанного метода приведена ниже (см. рис. 1). Необходимо применение устройств с возможностью управления от ЭВМ, таким образом реализация метода заключается в разработке программного обеспечения для управления РПУ, GPS приемником, АЦП и обработки полученных результатов.

Недостаток описанного метода - малое разрешение по задержке распространения, но в некоторых случаях он вполне может быть применен вместо "синтезаторного" метода.

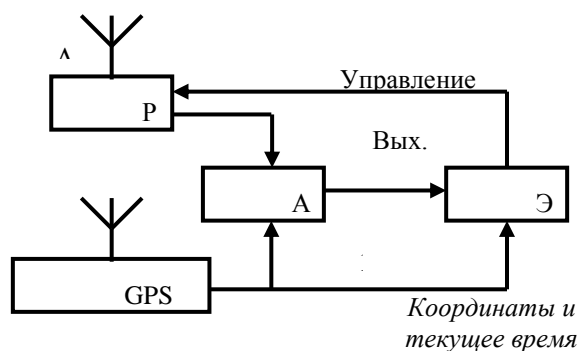


рис. 1

## Удаленное программирование системы КАМАК на базе распределенной информационно-измерительной системы

**Мулламехаметов Владимир Геннадьевич**  
 Петрозаводский Государственный Университет  
 Курсков Сергей Юрьевич, доцент, к.ф.-м.н.  
[forestgamph@mail.ru](mailto:forestgamph@mail.ru)

С увеличением интереса к высшему образованию возникает проблема с нехваткой рабочих мест в лабораториях университета. Эту проблему можно решить несколькими способами. Один из них – увеличить количество лабораторий, но, поскольку в экспериментах зачастую используется уникальное дорогостоящее оборудование, это решение не всегда приемлемо. Более эффективно эту проблему можно решить путем организации многопользовательского доступа к уникальному оборудованию через компьютерную сеть.

Целью данной работы являлось создание средствами технологии Java программного обеспечения дистанционного лабораторного практикума по курсу АСНИ.

Дистанционный лабораторный практикум должен обеспечивать:

- удаленный доступ к исследовательской аппаратуре через компьютерную сеть;
- поддержку многопользовательского режима работы и наличие средств разделения доступа к аппаратным ресурсам;
- простоту программирования без дополнительной подготовки в сфере Java-технологий.

В созданном программном обеспечении лабораторного практикума используется разработанная на кафедре информационно-измерительных систем и физической электроники ПетрГУ распределенная информационно-измерительная система, которая состоит из коммуникационного (центрального) сервера, серверов оборудования и программ-клиентов, осуществляющих сбор, накопление и обработку информации, а также управляющих ходом эксперимента. Прикладной протокол распределенной системы построен на базе стека протоколов TCP/IP, что обеспечивает ее функционирование в сетях Интернет/Интранет.

Программное обеспечение практикума написано на объектно-ориентированном языке Java. Выбор этого языка обусловлен следующими причинами: во-первых, он обеспечивает переносимость программ между различными программно-аппаратными платформами. Переносимость Java-программ достигается тем, что программа компилируется не в исполняемый код для определенной платформы, а в виртуальный байт-код, интерпретируемый виртуальной Java-машиной. Во-вторых, в Java реализован механизм поддержки процессов-поток, который обеспечивает создание приложений с множеством одновременно активных потоков. В-третьих, поскольку язык Java изначально предназначен для создания сетевых приложений, на нем очень просто создавать клиент-серверное программное обеспечение. При этом как серверная, так и клиентская части могут быть реализованы в виде автономных Java-приложений.

Созданное программное обеспечение состоит из двух классов: библиотеки стандартных функций КАМАК и клиентского приложения-оболочки, позволяющего пользователям создавать программы для управления аппаратными средствами лабораторного комплекса. Для разработки использовался пакет разработчика Java - Java 2 SDK v.1.4.0.

Класс-библиотека содержит основные функции для программирования системы КАМАК, такие как CmZ (инициализация крейта), CmFW (запись в регистр данных функционального модуля), CmFR (чтение данных из модуля) и т.д., а также обеспечивает создание сокетов и потоков для передачи данных. Т. е. в этом классе “спрятана” от пользователя вся программная реализация взаимодействия клиентского приложения с серверным.

Класс, предназначенный для написания студентом управляющей программы, выглядит следующим образом:

```
public class ClientForUser implements CServerProtocol {
    public static LibraryForUser lib = new LibraryForUser();
    public static void main(String args[]) {
        lib.Connection();
        //--- BEGIN -----
        byte crate = 1, ps = 11, A = 0;
        lib.Get_Resource(crate, ps, A);
        lib.CmZ(crate);
        ...
        ...
        lib.Release_Resource (crate, ps, A);
        //--- END -----
        lib.Quit(crate, ps, A);
    }
}
```

Программа, управляющая оборудованием, набирается студентом между строчками BEGIN и END. Отметим, что в данном случае программирование на Java для пользователя почти не отличается от программирования на других языках, которые он уже знает. Единственное условие – перед вызываемым методом необходимо добавить имя объекта.

Программное обеспечение было протестировано в лаборатории физики атомных столкновений учебно-лабораторного корпуса ПетрГУ.

В заключение подчеркнем, что основным результатом работы стало создание программного обеспечения, расширяющего функции распределенной информационно-измерительной системы и обеспечивающего удаленный доступ к лабораторному практикуму по курсу АСНИ. Данное программное



обеспечение поддерживает многопользовательский режим и может функционировать на различных программно-аппаратных платформах, для которых реализована виртуальная Java-машина.

## **Многопоточный сервер микроконтроллеров MCS-96 для подключения цифровых и аналоговых приборов к распределенной информационно-измерительной системе**

*Мурсалимов Олег Азатович*

*Петрозаводский Государственный Университет*

*Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.*

*[murzik@onego.ru](mailto:murzik@onego.ru)*

Данная работа посвящена созданию многопоточного сервера микроконтроллеров MCS-196 распределенной информационно-измерительной системы для спектроскопического анализа пучковых и плазменных объектов [1–3]. Разработанный сервер предназначен для подключения к системе до четырех указанных микроконтроллеров и управления их ресурсами. Микроконтроллеры обеспечивают интеграцию в систему цифровых счетчиков для измерения скорости счета импульсов с ФЭУ, а также аналоговых вакуумметров для измерения давления газа в источнике атомного пучка, давления газа-мишени в камере столкновений и давления остаточного газа в вакуумной системе.

Прикладной протокол системы базируется на стеке протоколов TCP/IP. В качестве протокола транспортного уровня был выбран протокол TCP, т.к. он обеспечивает надежную доставку данных с установлением соединения между отправителем и получателем. Прикладной протокол описывает порядок общения клиента и сервера, форматы кадров запроса и ответа, определяет коды команд системы и коды ошибок, которые могут возникнуть в ходе сеанса связи.

Микроконтроллеры подключаются к ПК через последовательные порты com1-com4 по стандарту RS-232.

Сервер микроконтроллеров представляет собой программу, которая может создавать до 4-х отдельно работающих потоков, каждый из которых управляет своим микроконтроллером, подключенным к соответствующему com-порту. Каждый из потоков является подпрограммой последовательной обработки запросов клиента-пользователя. В его задачу входит передача запросов микроконтроллеру, а также пересылка клиенту ответа или номера ошибки при возникновении исключительной ситуации. В задачу сервера не входит обеспечение защиты ресурсов микроконтроллеров от разных клиентов распределенной информационно-измерительной системы. Эта функция возложена на коммуникационный сервер системы, поскольку только через него клиенты получают доступ к серверу микроконтроллеров. Коммуникационный сервер системы различает микроконтроллеры по адресу com-порта, который включается в поле адреса ресурса кадра запроса.

В случае изменения алгоритма получения данных с устройства, подключенного к определенному микроконтроллеру, необходимо изменить программу в ПЗУ микроконтроллера. Это делается удаленно программой-клиентом, управляющим данным микроконтроллером. Программа, написанная на языке Assembler-96, с учетом изменений в эксперименте, компилируется, а полученный hex-файл прошивки пересылается программой-клиентом на сервер. Если данный микроконтроллер не занят, то сервер загружает прошивку в память адресованного микроконтроллера и дает команду на ее выполнение. Таким образом, достигается универсальность и независимость от изменяющихся условий эксперимента.

При создании сервера микроконтроллера использовался пакет разработчика Java – Java 2 SDK v.1.4.2. Применение языка Java обеспечивает возможность использования разработанного сервера на любых программно-аппаратных платформах, для которых реализована виртуальная Java-машина.

Работа выполнена при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) (проект PZ-013-02) и Министерства образования РФ.

Список публикаций:

- [1]. Гаврилов С.Е., Жиганов Е.Д., Кипрушкин С.А., Курсков С.Ю. *Распределенная информационно-измерительная система для удаленного управления экспериментом в области оптической спектроскопии // Научный сервис в сети Интернет: Тр. Всерос. науч. конф. (23–28 сент. 2002 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. С. 157–159.*
- [2]. Gavrilov S.E., Kiprushkin S.A., Kurskov S.Yu., Khakhaev A.D. *Distributed information system with remote access to physical equipment // Proceedings of the International Conference on Computer, Communication and Control Technologies: CCCT '03 and The 9<sup>th</sup> International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis: ISAS '03 (July 31, August 1–2, 2003, Orlando, Florida, USA). Orlando, 2003.*
- [3]. Kiprushkin S.A., Korolev N.A., Kurskov S.Yu., Khakhaev A.D. *Data security in the distributed information measurement system // Proceedings of the 8th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2004) (July 18 – 21, 2004, Orlando, Florida, USA). Orlando, 2004. V. 1. P. 13–16.*

## Online-обеспечение эксперимента КЕДР

*Орлов Илья Олегович*

*Ерыгин Денис Александрович*

*Новосибирский Государственный Университет*

*Шамов Андрей Георгиевич, к.ф.-м.н.*

*OrlovIO@mail.ru*

Детектор элементарных частиц КЕДР предназначен для проведения экспериментов по физике высоких энергий в области рождения пси- и ипсилон-мезонов (2-10 ГэВ) на ускорительном комплексе ВЭПП-4М в Институте ядерной физики им Г.И. Будкера. Поток экспериментальных данных после аппаратного отбора достигает 1 Мб/сек. Для обеспечения потребностей эксперимента в режиме реального времени требуется локальная сеть компьютеров и специализированное программное обеспечение.

Прикладной уровень программного обеспечения состоит из 20-30 задач управления и обработки. На системном уровне программное обеспечение эксперимента КЕДР состоит из нескольких составных частей:

- система управления прикладными задачами,
- средства межзадачного взаимодействия (система передачи сообщений),
- средства программно-аппаратного сопряжения (система сбора данных, система медленного контроля).

Система управления задачами эксперимента - программный комплекс, позволяющий оператору с любого терминала в локальной сети контролировать работу программ управления аппаратурой.

Система объединяет ряд взаимодействующих процессов, исполняемых в автономном режиме на нескольких компьютерах, объединённых в комплекс. Под автономностью понимается возможность функционировать без привязки к конкретным устройствам ввода-вывода. Обеспечивается связь оператора с одной или несколькими программами комплекса, независимо от того, на каком компьютере они исполняются.

Основными компонентами системы управления задачами являются:

- Служба автономных процессов APRON, позволяющая процессам исполняться без постоянного контакта с операторами и передающая запросы между процессами комплекса.
- Набор средств терминального взаимодействия TINMAN, позволяющий оператору управлять всеми процессами системы с одного рабочего места.
- Библиотека построения и отображения панелей управления KcMenu. Панель управления - пользовательский интерфейс управления конкретной задачей. Позволяет отображать и изменять значения параметров управляемого процесса.
- Библиотека поддержки режима кооперативной многозадачности PIEMAN. Режим кооперативной многозадачности важен для синхронизации действий прикладной программы и изменения её параметров с помощью интерфейса панели управления.

Для передачи команд между процессами системы на каждом компьютере комплекса предусмотрен локальный агент, контролирующий выполнение процессов компьютера. Центральный агент системы обеспечивает целостную работу комплекса в целом и синхронизацию данных агентов на всех компьютерах. Оператор связывается с процессами комплекса с помощью специальной программы PILOT и получает возможность передавать и получать данные, изменять параметры запущенных процессов.

Система передачи сообщений (СПС) решает задачу интеграции аппаратуры, систем контроля и обработки данных. СПС состоит из независимых модулей: серверы обработки и передачи сообщений, библиотека для построения клиентских приложений. С помощью специальных алгоритмов синхронизации все серверы объединяются в единую сеть и могут обслуживать как локальных, так и удалённых клиентов.

Сообщения делятся на два основных типа: 1) посылки системы сбора данных (большой поток данных, один источник, большое количество приёмников); 2) пакеты межзадачных сообщений (сравнительно малый поток данных, большое разнообразие, произвольные соотношения между источниками и приёмниками).

Работа СПС может быть описана в терминах редакционно-издательской и почтовой служб. Пересылаемые данные называются выпусками издания и идентифицируются кодами изданий. Издание регистрируется с помощью специального вызова и может состоять из нескольких томов, соответствующих независимым разделам данных. Это отражает структуру "событий", считанных из аппаратуры и состоящих из данных отдельных подсистем детектора.

Издание может быть объявлено периодическими или постоянным. Примерами последних являются сообщения о состоянии набора данных и установке параметров детектора, всегда присутствующие в системе.

Получатели и отправители изданий называются адресатами. Адресат получает данное издание по подписке. Подписываясь на издание, можно задать условия отбора (фильтр), а также указать, какие из томов издания требуются. На одно и то же издание можно подписаться несколько раз, требуя, например, разный набор томов, разные условия отбора и гарантию доставки (во многих случаях часть выпусков издания может теряться без ущерба для приложения). Подписку можно отменить или модифицировать её условия. Для распространения данных адресат-издатель должен объявить о выпуске издания, указав, какие тома издания он поставляет. Допускается совместная издательская деятельность, при которой один адресат-издатель выпускает часть издания, а другие, подписавшись на эту часть, добавляют свои тома или разделы томов. Объявление о публикации может быть отменено.

Функции распространения изданий выполняет специальный процесс, называемый сервером сообщений. Система передачи сообщений состоит из нескольких серверов сообщений, которые работают на отдельных компьютерах, взаимодействуя между собой и обслуживая локальных подписчиков и издателей.

## **Определение ориентации фигур в пространстве с помощью искусственных нейронных сетей**

*Павлов Роман Анатольевич*

*Чувашский Государственный Университет*

*Абруков Виктор Сергеевич д.ф.-м.н.*

*[romanpavlov2003@mail.ru](mailto:romanpavlov2003@mail.ru)*

В данной работе представлен новый подход к решению прямых и обратных задач оптики, в частности, задачи определения ориентации фигур в пространстве и определения номера фигуры (т.е. какая именно фигура была использована в качестве объекта) на основе измерения только одной величины – длины хорды фигуры. В основе подхода лежит применение технологий искусственных нейронных сетей.

В настоящее время ИНС находят применение при решении различных научных и технических задач. Основное достоинство ИНС состоит в том, что они могут использоваться при решении проблем, которые не имеют непосредственного алгоритмического решения. Они применимы, когда задача является многофакторной и непосредственные связи между факторами не известны. ИНС позволяют выявлять закономерности поведения системы на основе неточных (неполных) данных о характеристиках системы.

На сегодняшний день получены ИНС, позволяющие определять интегральные характеристики объекта и распределение локальных характеристик объекта на основе неполной информации о регистрируемом сигнале. В перспективе, полученные ИНС могут позволить полностью автоматизировать диагностику, контроль и управление для различных объектов. Это имеет большое значение в научных исследованиях, но особенно это важно при разработке промышленных систем контроля и управления. Полученные ИНС могут использоваться для различных методов диагностики, обладающих свойством интегральности. Среди этих методов можно отметить следующие: методы видеорегистрации излучения или поглощения в различных областях спектра, теневые методы, интерферометрию, методы малоуглового рассеяния, рентгенографию, методы ультразвуковой диагностики, спекл-фотографию и спекл-интерферометрию, дифракционные методы, поляризационные, методы спектроскопии и другие.

Ниже описана методика обучения (тренинга) ИНС и полученные к настоящему времени результаты.

Рассмотрим схему ИНС-модели по определению ориентации фигур в пространстве и определения номера фигуры.

В качестве объектов были выбраны следующие фигуры – квадрат, вписанный в окружность единичного радиуса и овал ( $a=1$ ,  $b=0,5$ ).

В качестве ИНС был выбран Neural Networks Wizard (NNW) 1.7 – “нейросетевой волшебник”, созданный BaseGroupLabs ([www.basegroup.ru](http://www.basegroup.ru)).

Лучи  $1, 2, \dots, I$ , прошедшие через оптическую неоднородность (объект) на разных прицельных расстояниях ( $p$ ), образуют хорду определенной длины ( $L$ ). При повороте фигуры вокруг оси  $z$  на разные углы, длина хорды будет различной.

Задача заключалась в разработке нейросетевой технологии, которая позволяет определить угол, на который была повернута фигура относительно оси и через какую именно из двух имеющихся фигур прошел луч, зная (измеряя) только длину хорды  $L$  и прицельное расстояние  $p$ .

Для определения длины хорды квадрата можно записать:

$$L = \int_0^{\sqrt{1-p^2}} \cos \alpha dz, \quad (1)$$

где L-длина хорды фигуры,  $z^2+p^2=r^2$ , p-прицельное расстояние,  $\alpha$ -угол поворота фигуры вокруг оси.

Для определения длины хорды овала (1) примет вид:

$$L = \int_0^{\sqrt{0,25(1-p^2)}} \cos \alpha dz, \quad (2)$$

где L-длина хорды фигуры,  $p^2+z^2/0,25=1$ , p-прицельное расстояние,  $\alpha$  -угол поворота фигуры

Обучающая выборка составлялась следующим образом. Вычислялась длина хорды для квадрата (1) и овала (2) для различных p и  $\alpha$ . Чтобы определить через какую из двух имеющихся фигур прошел луч, фигуре присваивался номер. Квадрат условно обозначался значением 100, а овал- 300. Каждому значению L и p ставились в соответствие значения  $\alpha$  и номера фигуры. На этапе обучения нейросети входными данными были значения L, p. Выходными данными были значения  $\alpha$  и номер фигуры.

Наши результаты показывают, что ошибки определения угла, на который была повернута фигура относительно оси и номера фигуры не превышают 5 %.

Основные преимущества использования ИНС при решении прямых и обратных задач оптики состоят в следующем:

1. Будет возможно получить распределение локальных характеристик, например, концентрации отдельных компонентов на основе измерения поглощения излучения (абсорбционная спектроскопия на основе лазерных диодов) только в одной точке плоскости регистрации. Причем значение интенсивности лазерного луча может быть измерено в любой удобной точке плоскости регистрации.

2. Получение ИНС для определения распределения локальных характеристик не требует, проведения экспериментов. Данные для обучения ИНС могут быть получены достаточно простыми численными расчетами.

3. ИНС является единственным средством решения прямых и обратных задач в случае, если объект не может быть визуализирован целиком.

4. ИНС могут использоваться для всех методов диагностики, для которых измеряемый сигнал является интегралом по линии наблюдения (регистрации).

## **Нейросетевая реализация системы обработки изображений для распознавания лиц**

*Петрашко Андрей Анатольевич*  
Томский Политехнический Университет  
Калайда Владимир Тимофеевич к.т.н.  
[andrey@ido.tpu.edu.ru](mailto:andrey@ido.tpu.edu.ru)

Задачи распознавания образов не имеют точного аналитического решения, в связи с тем, что не существует формализованного описания изображения. В этих случаях следует ожидать эффективных результатов при использовании неформализованных подходов, например многослойных нейронных сетей.

Одним из приложений, иллюстрирующих полезность применения нейронных сетей, является поиск лиц на изображении (особенно на групповых изображениях). При фронтальной проекции и невысокой контактности все лица на таких изображениях выглядят приблизительно одинаково. На них наблюдаются светлые области в районе лба, щек и носа, темные области вокруг глаз, бровей, основания носа и рта. Опираясь на эти предположения можно организовать процедуру выделения лица как фиксацию всех окон изображения фиксированного размера обладающих описанными особенностями.

Поскольку лицо, которое освещается слева, выглядит отлично от лица, которое освещается справа, окна изображения должны корректироваться с учетом освещения. В общем случае эффекты освещения выглядят как набор быстрых изменений по линейному закону – одна сторона светлая, другая темная, с гладким переходом между ними. Это позволяет скорректировать освещенность путем подбора по значениям яркости.

Другой подход состоит в выделении контура сюжетной части (лица) изображения. Геометрические характеристики этих областей служат важными признаками для классификации изображенных объектов и восприятия изображения в целом.

Во многих случаях наиболее информативными являются характеристики границ областей – контуров. Биологические системы зрительного восприятия, как показывают исследования, используют главным образом очертания контуров, а не разделение объектов по яркости.

Для выделения контуров исходное изображение  $f_1$  подвергается линейной или нелинейной обработке обеспечивающей выделение перепадов яркости. В результате этой операции формируется изображение  $f_2$ , яркость которого существенно отличается от нуля только в областях резких изменений значений яркости исходного изображения. Обычно для этих целей используются градиентные операторы. Например:

$$\left(\frac{\partial^2 E}{\partial x^2}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial^2 E}{\partial x^2}\right)\left(\frac{\partial^2 E}{\partial y^2}\right) + \left(\frac{\partial^2 E}{\partial y^2}\right)^2 \quad (1)$$

Еще одной проблемой распознавания лиц на изображении с помощью нейронных сетей является значительные временные изменения внешнего вида (прическа, борода, очки и др.). Проведенные нами экспериментальные исследования показали, что нейроны сети наиболее эффективно использовать для поиска реперных точек на изображении лица (пары глаз, ноздрей и др.), а не всего лица.

На основании вышесказанного, основная идея исследований по использованию нейросетевого детектора для обнаружения лица во входном изображении заключалась в следующем. Предварительно обработанное исходное изображение – с выделенными контурами сканировалось окном  $60 \times 30$  пикселей, которое подавалось на вход сети, решающей принадлежит ли данный участок к классу типа глаз. Затем по расстоянию между зрачками, выделяется участок изображения, на котором находится всё лицо. Обучение производилось как с использованием положительных примеров (различных изображений глаз), так и отрицательных (изображений, не являющихся парой глаз).

Использование нейросетевого детектора для поиска глаз на изображении с выделенными контурами, позволяет значительно сократить размер обучающей выборки, увеличить скорость работы системы и главное снижается количество ошибок нейронной сети.

## **Проектирование монолитных керамических фильтров СВЧ**

*Попов Вячеслав Витальевич*

*Новгородский Государственный Университет*

*Бичурин Мирза Имамович д.ф.м.н.*

*[bmi@novsu.ac.ru](mailto:bmi@novsu.ac.ru)*

В настоящее время в приемопередающих устройствах систем и средств связи в диапазонах частот от 1 МГц до 20 ГГц проектируются, производятся и применяются фильтрующие устройства основанные на различных физических принципах и материалах: на перестраиваемых LC-цепях; пьезоэлектрических; ферритовых и магнитоэлектрических материалах. Из представленного многообразия фильтров наиболее выгодно отличаются по характеристикам и габаритным размерам монолитные керамические фильтры (МКФ) на основе термостабильной керамики.

Преимуществом МКФ являются малые вносимые потери (1-2 дБ), при достаточно большой величине рассеиваемой мощности (3-5 Вт).

С появлением новых образцов термостабильной керамики с высокой диэлектрической проницаемостью появилась возможность проектирования МКФ СВЧ диапазона малых размеров с необходимыми характеристиками.

Конструктивно МКФ представляет собой моноблок из термостабильного, высокодобротного керамического материала с двумя, тремя и большим количеством отверстий. У моноблока целиком металлизуются (в основном серебром) каналы и вся внешняя поверхность за исключением специальных площадок, которые формируют «Вход» и «Выход», а отдельные коаксиальные диэлектрические резонаторы, число которых равно числу отверстий, получают электрически связанными.

Следует отметить, что МКФ для частот 2-15 ГГц весьма миниатюрны. При этом основными факторами, определяющими качество и параметры МКФ, являются: точность выполнения геометрических размеров, которая составляет  $\approx 0,01-0,02$  мм; строгая симметричность и вертикальность отверстий, высокое качество обработки поверхности – не менее 8-12 класса. На поверхности и внутри каналов (на стенках) не должно быть сколов, трещин и других дефектов. Наилучшим материалом для металлизации является серебро – толщина не менее 10 мкм. При этом не должно быть в металлизации трещин, сколов и отслоений. Металлизированные площадки «Вход» и «Выход» должны быть выполнены с высокой точностью – не менее 0,05 мм для фильтров с

центральной частотой 2-7 ГГц и не менее 0,01 мм – для 7-15 ГГц. В таком виде они трудно реализуемы и требуют сложных технологических решений.

Проведены исследования и разработана базовая конструкция МКФ, его эквивалентная и структурная схемы. Выполнен расчет элементарных звеньев, матриц рассеяния, элементов связи, емкости контура, результирующей матрицы рассеяния МКФ. На основании этого выполнен расчет фильтров на частоты 2,45 ГГц; 5,5 ГГц; 6,1 ГГц; 14,2 ГГц. Исследованы керамические материалы и подобран термостабильный СВЧ-диэлектрик с высокой диэлектрической проницаемостью ( $\epsilon = 20$ ) для изготовления фильтров. Разработаны конструкции четырех типов полосовых МКФ, технология их изготовления и получены опытные образцы МКФ. Проведены испытания изготовленных образцов фильтров МКФ с центральными частотами 2,45; 5,5; 6,1 ГГц в составе аппаратуры.

При этом достигнуты следующие технические результаты:

- вносимые потери в полосе пропускания 1 – 3 дБ;
- вносимые потери в полосе заграждения 28-50 дБ;
- КСВН на центральной частоте полосы пропускания не более 2;
- неравномерность АЧХ в полосе пропускания 0,3- 0,8 дБ;
- полоса пропускания 0,9 – 4,7%.

Разработанные фильтры предназначены для использования в трактах промежуточных и несущих частот систем радиорелейной и спутниковой связи, системах и комплексах оборудования радио и телевизионного вещания, в малогабаритной приемопередающей аппаратуре СВЧ.

## **Оптимальное распределение ресурсов при сжатии видеоданных с использованием двухпроходного алгоритма**

***Потапов Павел Вячеславович***

*Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники*

*Поляков Алексей Юрьевич, к.т.н.*

*[PotapovPavel@yandex.ru](mailto:PotapovPavel@yandex.ru)*

В данной статье описывается двухпроходный алгоритм распределения ресурсов видеопотока при кодировании видео.

В настоящее время существует множество стандартов сжатия видео. Наиболее распространёнными являются стандарты MPEG-2, MPEG-4, AVC (H.264). Рассматриваемый алгоритм был разработан для стандарта AVC, однако может с успехом применяться и в компрессорах других форматов. Указанные выше стандарты представляют алгоритмы сжатия с потерями. Т.е. при кодировании происходит искажение исходной информации. Причём чем больше степень сжатия, тем большие искажения вносятся в изображение. Степень сжатия кадра видеопоследовательности регулируется посредством так называемого параметра квантизации (quant scale или quantization parameter). Чем меньше параметр квантизации, тем меньше искажений вносится в видео при сжатии. Очевидно, что размер кадра  $R$  и параметр квантизации  $Q$  величины взаимнообратные. Существует несколько моделей, описывающих соотношение  $R(Q)$ , однако форма кривой зависит от характера видеоданных, ее нахождение трудоёмко и не всегда может быть выполнено при кодировании в реальном времени. Поэтому на практике часто используют линейную модель:

$$R(Q) = aQ^{-1}, \quad (1)$$

где  $a$  - коэффициент, характеризующий сложность данного кадра.

В силу ограниченности ресурсов носителей информации обычно требуется получить сжатое видео определённого размера (например для записи на DVD-диск). С другой стороны различные кадры видеопоследовательности имеют разную сложность кодирования, и при кодировании с одинаковым параметром квантизации будут иметь разные размер. Следовательно, выделять под все кадры одинаковый ресурс бит нерационально, так как мы получим кадры с разным качеством. Наиболее комфортным для просмотра является видео, где все кадры имеют одинаковое качество. Поэтому требуется алгоритм, который распределял бы ресурсы бит адекватно сложности кадров.

Существует несколько подходов для распределения ресурсов бит между кадрами. Все алгоритмы делятся на два класса:

1. Однопроходные алгоритмы (single pass) – используются в приложениях кодирования в реальном времени.

2. Многопроходные алгоритмы (n-pass, multipass) – в процессе кодирования производится  $n$  проходов по видеопоследовательности. Причём на первых  $n-1$  проходах собирается различная статистика о кадрах, их сложности, и т.д. Очевидно, что эти алгоритмы не могут применяться при сжатии в реальном времени. Однако,

благодаря более оптимальному распределению ресурсов, удастся получить более высокое качество изображения и результирующий размер видеопоследовательности достаточно точно совпадает с требуемым. Обычно такие методы применяются в приложениях хранения цифрового видео (DVD, Video CD, и т.д.).

Разработанный алгоритм относится ко второму классу. В ходе кодирования производится два прохода по видеопоследовательности. На первом проходе кодируем видео либо с постоянным параметром квантизации, либо распределяя ресурсы между кадрами любым однопроходным алгоритмом. При этом происходит сбор статистики о кадрах, такой как сложность кадров, тип кадров, их общее количество  $n$ , и среднее число кадров в секунду, суммарная сложность всей последовательности. В качестве сложности кадров используется параметр  $a$  из (1). Теперь, зная сложность конкретного кадра, мы можем приближённо восстановить его  $R(Q)$  кривую. В соответствии с (1) суммарный размер всей последовательности будет:

$$\sum_i R_i = \sum_i (a_i Q_i). \quad (2)$$

Зная на втором проходе среднее количество кадров в секунду и общее число кадров в последовательности, мы можем подсчитать требуемый размер всей последовательности  $R_{sum}$ . Исходя из условия постоянства качества изображения на всей последовательности, из (2) получим средний параметр квантизации для всей последовательности требуемый размер последовательности, деленный на суммарную сложность кадров. Однако, в силу приближённости модели (1), полученный параметр квантования нельзя использовать для кодирования всей последовательности. Поэтому для каждого кадра параметр  $Q$  рассчитывается по формуле:

$$Q_j = \frac{R_{sum} - \sum_{i=0}^{j-1} R_i}{\sum_{i=j}^n a_i}. \quad (3)$$

Данный алгоритм реализован для энкодера Moonlight H.264 Video Encoder v9.0. Был проведён ряд тестов, приведём результаты одного из них: в качестве тестового видео использовалась видеопоследовательность из кинофильма "Перл Харбор" с разрешением 720x480 пикселей, продолжительностью 2760 кадров. Последовательность сжималась в поток со скоростью данных 1.5 Мбит/секунду. В результате получили следующие значения PSNR (мера качества видео) и девиации PSNR по сравнению с однопроходным алгоритмом: для однопроходного  $PSNR = 39.512$ ,  $\sigma PSNR = 1.98$ , для двухпроходного  $PSNR = 40.12$ ,  $\delta PSNR = 1.412$ . При этом средняя скорость потока данных сжатого видео для однопроходного алгоритма составила 1.4991, что на 0.66% отклоняется от требуемой. Скорость данных при двухпроходном алгоритме выдерживается с точностью до 1%. Таким образом можно сделать вывод, что использование предложенного алгоритма приводит к улучшению качества закодированного видео за счёт оптимального распределения ресурсов между кадрами. При этом достигается высокая точность совпадения размеров закодированного видео с требуемыми размерами.

## **Вторичный преобразователь датчика потока на основе карбида кремния для экстремальных условий эксплуатации**

***Савенко Алексей Юрьевич***

*Антонов Иван Васильевич, Дейнека Дмитрий Иванович*

*Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический Университет*

*Лучинин Виктор Викторович, д.т.н.*

*[savenko@bk.ru](mailto:savenko@bk.ru)*

Современный этап развития техники и технологии в области сенсорных материалов и устройств характеризуется стремлением к созданию сверхминиатюрных первичных преобразователей с ранее недостижимыми техническими характеристиками интегрированных с интеллектуальными вторичными преобразователями.

Целью данной работы являлась разработка миниатюрного вторичного преобразователя для датчика воздушного потока, выполненного на основе высокотемпературного широкозонного алмазоподобного материала карбида кремния (SiC), устойчивого к воздействию экстремальных факторов (температура, радиация, агрессивные среды). Кроме того, предполагалось провести техническое моделирование вторичного преобразователя, обеспечивающего автоматизацию процесса измерения с целью дальнейшей его реализации на основе высокотемпературной элементной базы, например, структурах "кремний на изоляторе". Поэтому элементная база вторичного преобразователя выбиралась, в том числе и из расчёта дальнейшего его

применения при высоких температурах более 200°C. Большое внимание при разработке устройства уделялось минимизации его размеров и повышению технологичности процесса изготовления.

Первичный преобразователь потока был разработан и изготовлен в Центре Микротехнологии и Диагностики Санкт-Петербургского Государственного Электротехнического Университета. Он представляет собой кремниевую пластину, в которой сформированы два окна, через каждое из которых протянута струна. На струнах расположены SiC-терморезисторы, температура которых зависит от протекаемого воздушного потока. Одна из струн нагревается за счёт протекания электрического тока, и чем интенсивнее поток, тем сильнее охлаждается нагреваемый терморезистор и тем выше его сопротивление. Другой терморезистор, симметрично расположенный во втором окне пластины, термоизолирован от нагревателя и предназначен для регистрации температуры потока, что позволяет ввести температурную поправку при обработке результатов измерений потока.

В качестве основы макета вторичного преобразователя использовался микроконтроллер фирмы ATME1 с интегрированным аналого-цифровым преобразователем. Он выполняет функции оцифровки сигнала, получаемого от датчика, его первичной обработки и передачи в компьютер. Использование инструментального усилителя фирмы Analog Devices значительно повысило входное сопротивление и помехозащищенность измерительной схемы. Для передачи данных был выбран стандартный последовательный интерфейс, позволяющий передавать по трем проводам информацию на расстояние до 300 метров от измерительного датчика. Далее измерительные данные могут быть использованы для визуального восприятия человеком или для автоматического управления процессами.

Разработанный макет прошёл испытания совместно с первичным преобразователем и в настоящее время осуществляется его модификация с целью перевода на высокотемпературную элементную базу, например с использованием микроконтроллера фирмы Honeywell.

Также был разработан беспроводной вариант устройства, в котором микроконтроллер напрямую подключался к блоку радиоканала Bluetooth. Это позволило полноценно взаимодействовать с измерителем на расстоянии нескольких метров, используя интеллектуальные Bluetooth-совместимые устройства, такие как мобильные телефоны или карманные компьютеры. Данный вариант измерительной системы весьма актуален для измерений в изолированной среде или на подвижных объектах, но, к сожалению, не предназначен для экстремальных условий эксплуатации. Изготовленные образцы данной измерительной системы показали хорошие результаты, и в настоящее время для них производится расширение функциональности программного обеспечения.

## **Организация базы данных для поддержки эксперимента в области оптической спектроскопии**

*Семин Вадим Владимирович*

*Петрозаводский Государственный Университет*

*Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.*

*[semin@psu.karelia.ru](mailto:semin@psu.karelia.ru)*

Автоматизация исследований, применение систем программно-управляемой модульной электроники значительно упрощают проведение эксперимента, дают выигрыш во времени и точности получаемых результатов. Однако необходимость протоколирования результатов измерений, их упорядоченного хранения, а также представления полученных данных в виде, удобном для обработки, требуют обязательного создания базы данных эксперимента.

Целью данной работы являлась разработка базы данных распределенной информационно-измерительной системы, реализующей методы оптической спектроскопии применительно к задачам физики плазмы и атомных столкновений и обеспечивающей удаленный доступ к своим ресурсам в сетях Intranet/Internet [1-3].

В настоящее время широкое распространение получили системы управления базами данных (СУБД), такие как Borland Interbase, Oracle, MS SQL Server и MS Access. Основываясь на критериях, которыми следует руководствоваться при выборе СУБД, то есть на наличии развитых средств защиты информации, возможности администрирования, кроссплатформенности, надежности механизма хранения и восстановления данных, поддержки баз данных большого объема, а также возможности использования языка Java, была выбрана СУБД Oracle, как наиболее полно удовлетворяющая указанным требованиям.

Фактически Oracle является компьютерной программой, позволяющей пользователю создавать и поддерживать базы данных, а также управлять ими. СУБД действует как посредник между базой данных и ее пользователями. Сервер базы данных представляет собой сервер обработки SQL-запросов. В его задачу входит определение допустимости для данного клиента прав на работу с базой данных, обработка запроса и пересылка клиенту информации о выполнении соответствующего действия или сообщения об ошибке при возникновении исключительной информации.



Отметим, что центральный сервер распределенной системы является лишь посредником между серверами оборудования (КАМАК-сервером, сервером канала общего пользования, сервером доступа к микроконтроллерам MCS-196) и программами-клиентами, осуществляющими сбор, накопление и обработку информации, то есть его назначение – это обеспечение поддержки многопользовательского режима, корректное распределение ресурсов между клиентами, мониторинг системы и ее защита. Поэтому взаимодействие программ-клиентов с сервером базы данных организовано напрямую – минуя центральный сервер системы, тем более что последний не обладает информацией о типе проводимого эксперимента.

При посылке клиентом данных СУБД определяет наличие у него прав на запись информации. Если клиент обладает этими правами, осуществляется запись в базу данных и пользователю отправляется подтверждающее сообщение. Если права на запись отсутствуют или возникает ошибка при записи (или передаче) данных в базу, то клиенту отправляется соответствующее сообщение. Также следует отметить, что доступ ко всем данным в базе осуществляется ядром, приложения-клиенты никогда не производят запись непосредственно в базу данных.

Разработанная база данных обеспечивает хранение результатов экспериментов по измерению оптических спектров плазменных объектов, спектров возбуждения при атом-атомных и ион-атомных столкновениях, сечений возбуждения группы спектральных линий при фиксированной энергии столкновения, а также зависимости сечений возбуждения от энергии сталкивающихся частиц. Данные хранятся в соответствующих таблицах, доступ к которым реализован на языке Java. Доступ к СУБД Oracle осуществляется через API Java DataBase Connectivity – JDBC.

Созданная база данных позволила упорядочить хранение экспериментальных данных, обеспечила быстрый доступ к ним и удобство при обработке и анализе полученных результатов. Она может использоваться как при проведении научных исследований, так и при выполнении студентами лабораторных работ в области оптической спектроскопии.

Работа выполнена при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития (CDRF) (проект PZ-013-02) и Министерства образования.

Список публикаций:

- [1]. Гаврилов С.Е., Жиганов Е.Д., Кипрушкин С.А., Курсков С.Ю., Тр. Всерос. науч. конф. “Научный сервис в сети Интернет”, М.: Изд-во Моск. ун-та, 157–159 (2002).
- [2]. Gavrilov S.E., Kiprushkin S.A., Kurskov S.Yu., Khakhaev A.D., Proc. of the Intern. Conf. on Computer, Communication and Control Technologies: CCCT '03 and The 9th International Conference on Information System Analysis and Synthesis: ISAS '03, Orlando (2003).
- [3]. Gavrilov S.E., Kiprushkin S.A., Kurskov S.Yu., Khakhaev A.D., Proc. of the Sixth Inter-Karelian Conf. Mathematics and Science Education in the North-East Europe: History, Traditions & Contemporary Issues, Joensuu: Joensuu University Press, 335-339 (2003).

## **Служба поддержки распределенных систем «Базис»**

**Соловьев Борис Александрович**

*Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники*

*Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.*

*[sol@iao.ru](mailto:sol@iao.ru)*

Система поддержки распределенных систем «Базис» предназначена для построения систем обработки разнородных данных на базе Microsoft Windows. Использование предложенной в «Базис» модели взаимодействия компонентов значительно упрощает разработку и администрирование распределенных систем. Обеспечивается прозрачность взаимодействия компонент, обрабатывающих данные, расположенных как в локальной системе, так и на удаленном компьютере. Система «Базис» основана на модели компонентных объектов Microsoft.

Основным элементом Системы «Базис» является прикладной объект. Он реализует какую-либо функцию распределенной системы, принимает данные из внешней информационной среды и/или передает сгенерированные в нем данные в эту информационную среду. В зависимости от назначения объекта он может принадлежать к одному из перечисленных классов:

- пустой объект, этот объект не принимает и не предоставляет ни каких данных, а выполняет вспомогательную функцию, не относящуюся к обработке данных;
- объект-генератор, объект, который имеет один или более входов, но не имеет выходов;
- объект-приемник, не принимает ни каких данных из информационной среды, но имеет один или более выходов;

- комплексный объект объединяет в себе объект-приемник и генератор и имеет как входы, так и выходы.

Объекты объединяются в подсистемы. Объекты и связи между ними, а так же подсистемы целиком могут появляться и исчезать останавливаясь и начинать работу в процессе функционирования всех подсистем.

Разработанная служба поддержки «Базис» предоставляет разработчику возможность решать прикладные проблемы, не отвлекаясь на задачи низкого уровня.

Схема, приведенная на рис. 1, иллюстрирует отношения между объектами и системой «Базис».

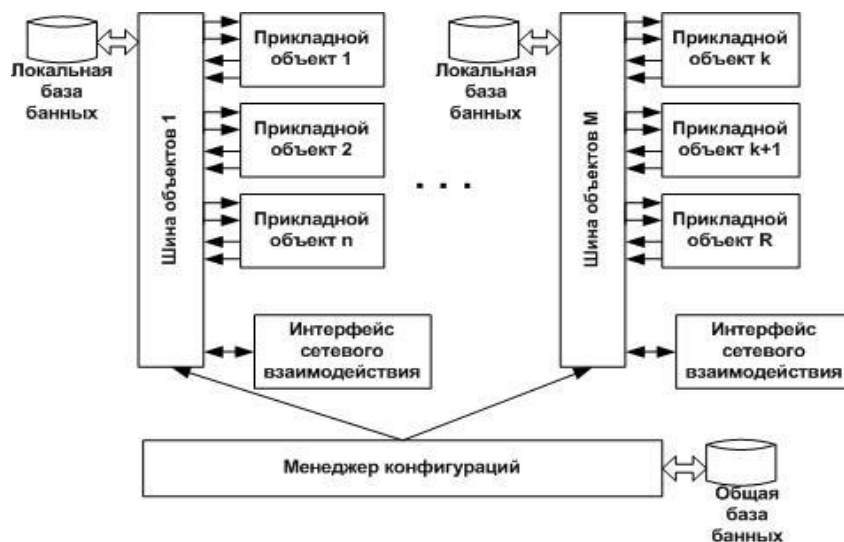


рис. 1 – Схема «Базис»

Каждый объект подключается шине объектов. Шина объектов ответственна за управление объектом и взаимодействие его с общей информационной средой. Шина объектов функционирует на каждом компьютере, включенном в «Базис» и существует на нем в единственном экземпляре.

Шина передает в объект затребованные им потоки данных и передает всем заинтересованным объектам данные, сгенерированные объектами, принадлежащими этой шине, также шина обеспечивает всю работу по доставке данных через сеть.

Менеджер конфигураций это компонент «Базис» существующий в единственном экземпляре в рамках всей распределенной системы, этот компонент имеет полное представление о том, какие объекты существуют и функционируют на каждой из шин системы.

## Применение сетей Петри для задач оптимизации нагрузки в распределенной системе

*Соловьев Борис Александрович*

*Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники*

*Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.*

*[sol@iao.ru](mailto:sol@iao.ru)*

Система, построенная на «Базис» [1] может содержать очень сложные структуры связей элементов внутри себя, в том числе прямые и опосредованные обратные связи. Большое количество данных, циркулирующих в системе, приводит к большим нагрузкам как на локальную систему каждой из шин объектов, так и на сеть, в которой «Базис» функционирует. В этой связи возникает проблема управления интенсивностью потоков данных. У каждого поставщика данных «Базис», которыми являются объекты-генераторы, может быть несколько приемников. Каждый из приемников может работать на разных скоростях приема. Задача, стоящая перед «Базис» разбивается на две: не допустить перегрузки локальной системы, на которой работает очень медленный и тяжеловесный, с точки зрения использования ресурсов прикладной объект; синхронизовать частоту генерации данных с частотой приема этих данных самого требовательного приемника.

Одним из возможных механизмов управления скоростью, который позволяет решать задачи по управлению потоками первой категории, может быть введение модели взаимодействия «по требованию». В этом случае, объект-приемник сам решает в какой момент и какое количество информации нужно для функционирования, таким образом, исключается из цикла функционирования те данные, которые заведомо не будут обработаны. Там, где нет возможности заставить генератор поставлять данные по требованию, используется «корзина». «Корзина» располагается на входе объекта-приемника и ограничивает входящий трафик. То есть, если объект тратит много ресурсов системы на обработку входящих данных, а поток данных

слишком большой, то «корзина» передает данные на вход с той частотой, с которой приемник может их обрабатывать, не приводя систему к перегрузкам. При этом часть пакетов данных может теряться.

Методика «Базис» по удовлетворению самого требовательного потребителя информации сводится к тому, что частота генерации данных выхода генератора, устанавливается в значение большее или равное максимальному значению частоты приема из всех потребителей данного потока данных.

Задача управления скоростью усложняется в связи с тем, что скорости генерации не могут принимать произвольные значения. В сложных системах построенных на «Базис» возможно присутствие обратных связей, которые могут привести процесс настройки скоростей к бесконечному процессу.

Во избежание конфликтов и зацикливаний при настройке скоростей генерации введем ряд ограничений: инициация изменения состояние выхода одного из объектов может исходить от системы, пользователя или объекта, чей вход принимает данные рассматриваемого объекта; изменение состояния входа объекта может инициироваться только тем объектом, которому данный вход принадлежит; любой объект может изменить только состояние «корзины» входа, объекта подключенного к его выходу, но не состояние его входа.

Для устранения возможных конфликтов, а так же исключения параллельных запросов на настройку скоростей других объектов, протекание которых может привести к непредвиденным последствием вводится понятие сеанса настройки. В рамках одного сеанса настройки происходят изменения, которые повлеклись начальным запросом, все остальные запросы в это время ставятся в очередь, а по окончании текущего сеанса настройки, из очереди выбирается следующий запрос и для него создается новый сеанс.

На рис. 1 показана сеть Петри для алгоритма подстройки скоростей потоков, реализуемого менеджером конфигураций. Событиями для этого алгоритма являются: инициализация системы; приход запроса на изменение скорости какого-либо выхода; определение того, что запрос не принадлежит текущему сеансу; создание нового сеанса; время ожидания запросов для текущего сеанса истекло; сеанс завершен; определение того, что запрос принадлежит текущему сеансу; новое значение скорости генерации потока максимально среди скоростей приема этого потока; новое значение скорости генерации потока не максимально среди скоростей приема этого потока; состояние входа изменялось во время текущего сеанса; состояние входа не изменялось во время текущего сеанса; новое значение скорости генерации передано объекту-генератору.

Условиями для алгоритма являются: проверка принадлежности изменения текущему сеансу; создание нового сеанса; ожидание запроса для текущего сеанса; завершение сеанса; отсутствие текущего сеанса; проверка того, изменялось ли состояние входа во время текущего сеанса; проверка максимальности запрошенного значения скорости среди скоростей приема для каждого приемника и внесение выхода в список изменений независимо от того является ли требуемое значение максимальным; передача запрошенного значения скорости объекту-генератору для принятия.

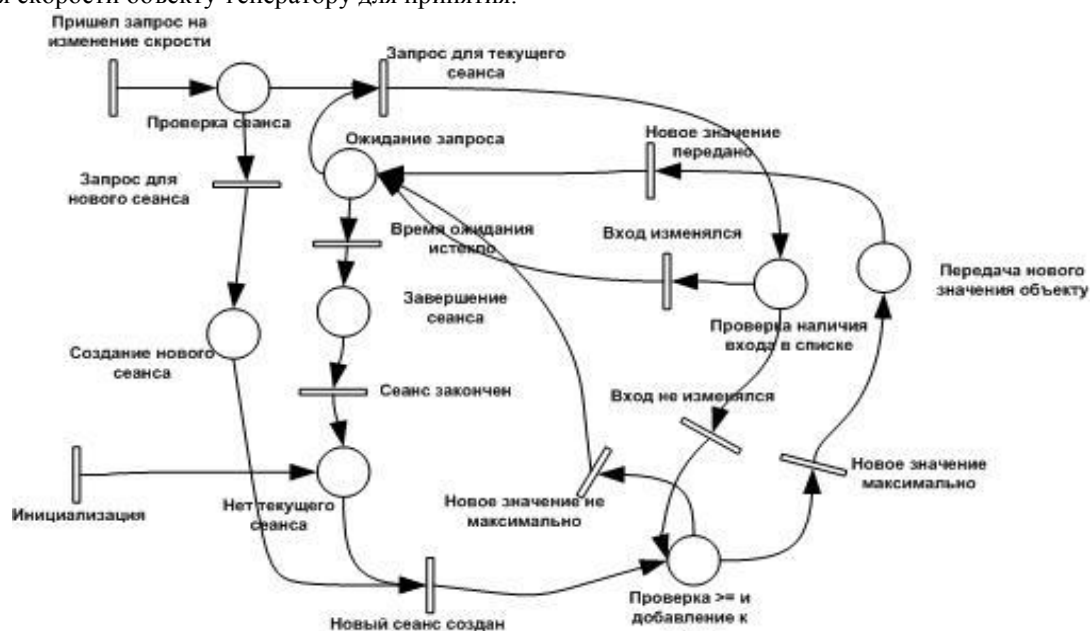


рис. 1 – Сеть Петри, описывающая алгоритм подстройки скоростей потоков

Фишки представляют собой запросы на изменение скорости. В начальный момент времени функционирования происходит инициализация системы, которая не повторяется больше ни когда.

Список публикаций:

[1] Соловьев Б. А., Тезисы докладов десятой ежегодной международной научно-технической конференции студентов и аспирантов "Радиоэлектроника, электротехника и энергетика", Московский Технический Университет, 2004 г.

## Особенности разработки сетевых приложений для Ethernet-интерфейса систем управления экспериментом

*Сухарев Евгений Сергеевич*

*Петрозаводский Государственный Университет*

*Курсков Сергей Юрьевич, к.ф.-м.н.*

*[eugene-mobile@yandex.ru](mailto:eugene-mobile@yandex.ru)*

Современные системы управления экспериментом строятся, как правило, на базе программно-управляемой модульной электроники или цифровых измерительных приборов, подключенных к интерфейсной шине. Однако и в том, и в другом случае оборудование с помощью средств сопряжения подключается непосредственно к компьютеру. При создании распределенных систем с удаленными измерительными и исполнительными устройствами одним из эффективных способов включения их в состав системы является использование сетевого интерфейса на базе микроконтроллера и сетевого чипа [1, 2]. Использование сетевого интерфейса позволяет подключать к системе различные цифровые и аналоговые устройства, причем связь с серверными компьютерами может осуществляться через любые сети, функционирующие на базе стека протоколов TCP/IP.

Целью данной работы являлся анализ особенностей разработки сетевых приложений для Ethernet-интерфейсов распределенных систем управления экспериментом.

В общем случае передачу информационного потока можно представить следующим образом:

1. Исходная величина при необходимости преобразуется в двоичный код путём аналого-цифрового преобразования. Именно эту величину мы должны получить «на другом конце провода» для представления оператору или занесения в информационную базу.
2. Далее результат вкладывается в пакет TCP. Протокол TCP обеспечивает надёжную передачу сообщений между удалёнными прикладными процессами.
3. Полученный пакет передаётся протоколу IP (уровень межсетевого взаимодействия).
4. После формирования IP-дейтаграмма попадает на самый нижний уровень – уровень сетевых интерфейсов. Протоколы этого уровня должны обеспечивать интеграцию в составную сеть других сетей, причём задача ставится так: сеть TCP/IP должна иметь средства включения в себя любой другой сети, какую бы внутреннюю технологию передачи данных эта сеть не использовала. Отсюда следует, что этот уровень нельзя определить раз и навсегда. Для каждой технологии должны быть разработаны собственные интерфейсные средства. К таким интерфейсным средствам относятся протоколы инкапсуляции IP-пакетов в кадры локальных технологий. Способ инкапсуляции IP-пакетов в кадры технологий Ethernet 802 описывает документ RFC1042.
5. Затем полученный Ethernet-кадр передаётся в среду передачи данных. Получающая сторона принимает кадр из среды и выполняет обратное преобразование.

Задача обработки кадров при современном уровне персональных компьютеров не занимает много процессорного времени. Но микроконтроллер обладает меньшим быстродействием и меньшим объёмом памяти. В связи с этим задачу обрамления пакетов необходимо решать, применяя оптимизированные алгоритмы и язык ассемблера.

Применение стандартного вида взаимодействия позволяет использовать в прикладном программном обеспечении готовые библиотеки и функции, реализующие интерфейс TCP/IP. Такие библиотеки имеются и в современных языках программирования (JAVA, .NET, Visual C++, Delphi и т.д.) и в средствах управления экспериментом LabVIEW.

При реализации конечного решения, разработчиком должен быть решён вопрос о выборе уровня использования стека TCP. Этот выбор должен обуславливаться:

1. Квалификацией разработчика.
2. Используемым программным обеспечением на персональном компьютере.
3. Объёмом потока информации и скоростью его обработки на стороне микроконтроллера.
4. Требованиями к надёжности доставки информации.

Наиболее предпочтительно на стороне микроконтроллера использовать наименьшее количество уровней стека TCP/IP, посылая данные или Ethernet-, или IP-пакетами. Так, если устройство необходимо использовать в качестве удалённого термодатчика, а квалификация разработчика достаточна для того, чтобы использовать уровень Ethernet, то достаточно оцифрованные значения температуры упаковать в Ethernet-пакеты на стороне микроконтроллера, а на персональном компьютере извлечь данные на этом уровне.

В случае, если для приёма и обработки сигналов и генерирования управляющих сообщений используется среда LabView, то в микроконтроллере обязательно должны быть задействованы все модули (от ethernet.asm до tcp.asm) для обрамления пакетов данных.

Применение языка JAVA для создания клиентских приложений соответственно накладывает следующие ограничения: при использовании TCP-сокетов в микроконтроллере необходимо задействовать библиотеку tcp.asm. Если используется протокол ненадёжной доставки сообщений (UDP), то микроконтроллер должен обрамлять сообщения в пакеты библиотекой udp.asm. Эта библиотека работает на прикладном уровне стека TCP/IP, что обязывает задействовать также и все нижележащие.

Список публикаций:

[1] Сухарев Е.С., Сборник тезисов докладов Десятой Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых, Екатеринбург-Красноярск: Изд-во АСФ России, Т.2, 1061-1063 (2004).

[2] Сухарев Е.С., Научно-исследовательская работа студентов, Петрозаводск, 157-158 (2004).

**АЦП ЭПР спектрометра**  
**Тимошков Руслан Викторович**  
*Сыктывкарский Государственный Университет*  
*Карпушов Евгений Николаевич*  
Ruslan\_T83@mail.ru

В настоящее время возникает необходимость связи персонального IBM совместимого компьютера с различными объектами в том числе с лабораторными установками. Данную функцию выполняют аналого-цифровые преобразователи (АЦП).

АЦП являются устройствами, которые принимают входные аналоговые сигналы и генерируют соответствующие им цифровые сигналы, пригодные для обработки микропроцессорами и другими цифровыми устройствами.

Данный преобразователь разрабатывался для связи ЭПР-спектрометра с компьютером, что позволит ускорить и упростить процесс получения необходимых данных. Также применение компьютера дает возможность провести большое количество измерений, и следовательно уменьшить статистическую погрешность. На рисунке (рис. 1) представлена структурная схема АЦП.

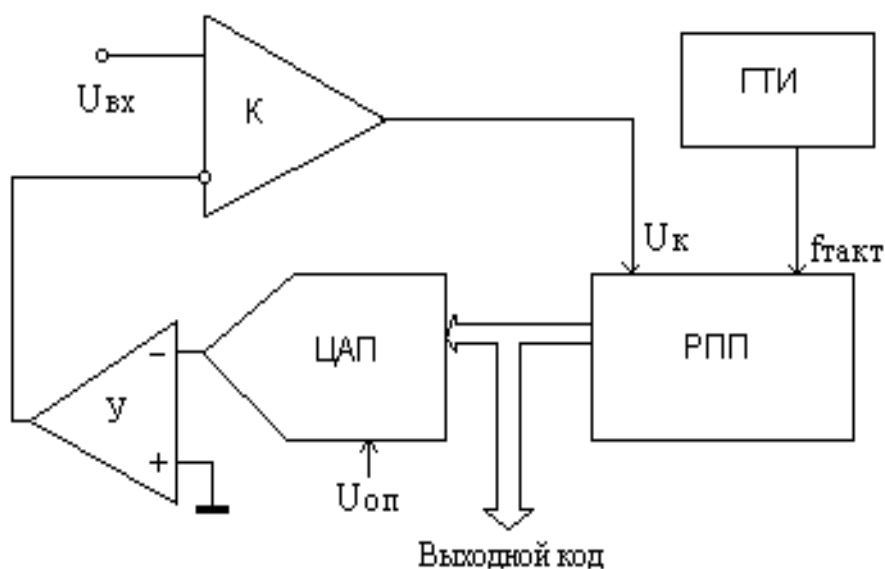


рис. 1

На рисунке (рис. 1) введены следующие обозначения: К-компаратор, ЦАП-цифро-аналоговый преобразователь, ГТИ-генератор тактовых импульсов, РПП-регистр последовательного приближения, У-усилитель.

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) функционально выполнен на специализированной микросхеме K594ПА1. Компаратор (К) выполнен на микросхеме K554СА3А. Усилитель (У) представляет собой

операционный усилитель типа К544УД2А. Схема управления для преобразователя выполнена на микросхемах серии 155.

Схема управления состоит из:

а) генератора тактовых импульсов, построенного на микросхеме К155ЛА3. Генератор выдает импульсы с частотой  $f_{\text{такт}}$ .

б) регистра последовательного приближения (РПП), выполнен на микросхеме К155ИР17 - 12-разрядный регистр последовательного приближения.

В основе работы преобразователя лежит принцип дихотомии, т.е. последовательного сравнения измеряемой величины с  $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$  и т.д. от возможного максимального её значения. Это позволяет для 12-разрядного АЦП последовательного приближения выполнить весь процесс преобразования за 12 последовательных шагов (итераций) вместо  $2^{12}-1$  при использовании последовательного счета и получить существенный выигрыш в быстродействии.

Микросхема К155ИР17, работая, как последовательно-параллельный преобразователь, принимает информацию на вход данных (вход D) и пересылает ее к соответствующему разряду регистра при положительном импульсе синхронизации (вход С). Запись информации в регистр осуществляется последовательно, начиная со старшего разряда Q11. Одновременно с ее поступлением на один из разрядов регистра следующий, более младший разряд сбрасывается в состояние низкого уровня, что сигнализирует о его готовности принимать информацию при следующем положительном импульсе синхронизации. В исходное состояние регистр устанавливается при поступлении на стартовый вход (вход S) низкого уровня, при этом старший разряд регистра устанавливается в состояние низкого уровня, а остальные разряды - в состояние высокого уровня. О заполнении регистра и завершении цикла преобразования сигнализирует низкий уровень на выходе завершения преобразования (выход СС). При этом разряды регистра блокируются от входов D и С, а записанная информация хранится до начала нового цикла преобразования, выход СС внешне объединяется с входом S.

В каждом такте преобразования регистр вырабатывает испытательный цифровой код, начиная с кода 011...11, который в АЦП преобразуется в аналоговый сигнал и сравнивается затем в компараторе (К) с преобразуемым аналоговым сигналом. Если испытательный сигнал, поступающий с цифро-аналогового преобразователя, меньше преобразуемого аналогового сигнала, компаратор вырабатывает 1, в противном случае 0. Сигнал с выхода компаратора, поступая на вход D регистра, устанавливает старший разряд регистра в состояние, соответствующее аналоговому сигналу при положительном импульсе синхронизации. Одновременно на следующий, более младший разряд регистра, устанавливается код D11, 011, где D11-значение в старшем разряде регистра, соответствующее уровню преобразуемого аналогового сигнала.

После трех тактовых импульсов определяется разряд 10-го регистра, а полное преобразование осуществляется за 13 тактовых импульсов, в то время как для следящего АЦП требуется  $2^{n-1}$  тактовых импульсов, где n-число разрядов. ИС ИР 17 обеспечивает 4095 градаций аналогового сигнала.

ЦАП, выполненный на микросхеме К594ПА1, представляет 12-разрядный цифро-аналоговый преобразователь двоичного параллельного цифрового кода в постоянный ток. Функциональная схема ЦАП включает источники токов, построенные на многоэмиттерных транзисторах, источник напряжения смещения, токовые ключи, схему сдвига выходных уровней. Такая структура широко применяется в интегральных схемах (ИС) ЦАП. Прибор состоит из трех элементарных ЦАП, на общем выходе связанных делителями тока.

Для передачи данных на параллельный порт компьютера от 12 разрядного АЦП был разработан коммутатор. Коммутатор осуществляет распределение данных по четырем каналам последовательно, начиная со старшего разряда и заканчивая младшим.

Коммутатор построен на базе микросхем серии К134КП10.

Микросхема К134КП10 представляет собой селектор – мультиплексор из 8 в 1 и в зависимости от установленного на входах АВС(входы управления) кода, разрешает прохождение сигнала на выходы W только одного из восьми информационных входов D0-D7. В данном случае были задействованы только три информационных входа D0-D2.

В результате проделанной работы была разработана схема АЦП и коммутатора. Проверка и настройка показали работоспособность устройства АЦП.

## Современные методы выделения и распознавания образов на групповых изображениях

*Ткаченко Дмитрий Викторович*

*Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники*

*Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.*

*[tdv@iao.ru](mailto:tdv@iao.ru)*

Современное производство практически во всех сферах деятельности связано с контролем и обработкой двумерных полей (изображений). Поэтому проблема анализа сцен и идентификации изображений включена в перечень критических технологий.

Среди задач анализа изображений одной из актуальных задач является декомпозиция общего изображения на непересекающиеся элементы (образы) и сравнение каждого элемента с известным (распознавание). Эти задачи возникают в промышленном производстве (контроль печатных плат), оборонных системах (распознавание замаскированной военной техники на ландшафте), обеспечение безопасности (опознавание и наблюдение за потенциально опасными лицами) и т.д.

В работе [1] предлагается решение одной из вышеуказанных задач (контроль печатных плат) на основе преобразования Хафа. Идея преобразования Хафа [2,3,4], введенного в 1962г. состоит в поиске кривых, которые проходят через достаточное количество «точек интереса». Первоначально оно было использовано для выделения прямолинейных объектов, а позже расширено на случай поиска объектов более сложной формы. Преобразование Хафа позволяет выделять на изображениях прямые и другие аналитические объекты, даже если изображения зашумлены или объекты имеют разрывы. Возможность распараллеливания и аппаратной поддержки существенно расширили сферу эффективного применения преобразования Хафа. Однако при решении конкретных прикладных задач, учитывая их особенности, можно разрабатывать модификации преобразования Хафа, работающие значительно эффективнее классического преобразования. Поэтому в настоящее время актуальным является создание «целевых» алгоритмов с использованием преобразования Хафа, разработанных специально для определенной системы обработки или распознавания. В работе [3] описаны такие модификации преобразования Хафа, как вероятностное преобразование Хафа, случайное преобразование Хафа, иерархическое преобразование Хафа, «размытие» фазового пространства, использование градиента яркости изображения.

Для получения градиента яркости изображения разработано множество операторов: Собела, Робертса, Кирша, Превита, Робинсона. Операторы Собела, Робертса, Кирша рассмотрены в работе [2]. Полученные таким образом изображения иногда подвергаются бинаризации, что существенно снижает количество точек интереса. Но с бинаризацией связана такая трудность, как выбор порога бинаризации. В работе [5] предлагается в качестве порога бинаризации использовать среднее для изображения значение градиента яркости. Для достаточно большого изображения с малым числом точек, обладающих сильным перепадом яркости, такой метод не дает положительного результата, т.к. оказывается весьма сильным влияние шума. Для ликвидации этой проблемы для каждой точки изображения рассчитывается величина, равная средней величине градиента в области 3x3 вокруг анализируемой точки.

Альтернативным методом декомпозиции изображения является применение оптического потока. Этот метод рассмотрен в работах [5,6]. Статистические методы распознавания образов рассмотрены в работах [7,8].

Проведенные нами исследования по сравнению различных методов декомпозиции изображений, показали, эффективное решение этой задачи возможно лишь путем комбинирования различных из рассмотренных выше подходов. Особо следует отметить случить декомпозиции групповых изображений человека, особенно для задач контроля доступа и обеспечения безопасности.

Задачи, связанные с контролем доступа и обеспечением безопасности, предполагают, поиск на изображении лица человека, его идентификация и принятие решения об ограничении доступа системой. Многие из таких систем используют цветовую модель лица человека для его локализации, при этом используются системы цветов RGB, HSV, TSL, YCrCb, YIQ и д.р. Методы локализации лица человека с использованием различных систем цветов рассмотрены в работах [9,10,11]. Отдельную группу методов идентификации человека по лицу в составляют нейросетевые методы. Архитектура и функционирование нейронных сетей имеют биологические прообразы. Веса в нейронной сети не вычисляются путём решения аналитических уравнений, а подстраиваются различными локальными методами (например, разновидностями градиентного спуска) при обучении. Обучаются нейронные сети на наборе обучающих примеров. В процессе обучения нейронной сети происходит автоматическое извлечение ключевых признаков, определение их важности и построение взаимосвязей между ними. Обученная нейронная сеть может успешно применять опыт, полученный в процессе обучения, на неизвестные образы за счёт хороших обобщающих способностей.

Список публикаций:

- [1] *Вершок Д.А. Алгоритмические средства обработки и анализа изображений на основе преобразования Хафа*  
*Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Минск, 2002*
- [2] *Прэтт У, Цифровая обработка изображений: Пер, с англ. – М.: Мир, 1982. – Кн. 2 – 480с., ил.*

- [3] Дегтярева А, Вежнев В, Преобразование Хафа (Hough transform): <http://cgm.graphicon.ru:8080/issue1/hough/index.html#Heading5>
- [4] Дуда Р, Харт П, Распознавание образов и анализ сцен: Пер, с англ. – М.: Мир, 1976.– 516с., ил.
- [5] Байгарова Н.С., Бухштаб Ю.А., Евтеева Н.Н., Корягин Д.А., Некоторые подходы к организации содержательного поиска изображений и видеоинформации: [http://www.keldysh.ru/papers/2002/prep78/prep2002\\_78.html](http://www.keldysh.ru/papers/2002/prep78/prep2002_78.html)
- [6] Хорн Б.К.П, Зрение роботов: Пер, с англ. – М.: Мир, 1989.– 487с., ил.
- [7] Ту Дж, Гонсалес Р, Принципы распознавания образов: Пер, с англ. – М.: Мир, 1978.– 420с., ил.
- [8] Фомин Я.А, Тарловский Г.Р, Статистическая теория распознавания образов. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.: ил.
- [9] Sanjay Kr. Singh, A Robust Skin Color Based Face Detection Algorithm
- [10] Jure Kovac, Peter Peer, and Franc Solina, Human Skin Colour Clustering for Face Detection
- [11] Shinjiro Kawato and Jun Ohya, Automatic Skin-color Distribution Extraction for Face Detection and Tracking

**СВЧ спекание ферритных материалов**  
**Хомутовский Алексей Викторович**  
**Витебский Государственный Университет**  
Савчук В.К. к.ф.-м.н.  
[bokhan@vitebsk.by](mailto:bokhan@vitebsk.by)

Цель работы – исследование особенностей воздействия полей микроволнового диапазона на свойства ферритов и разработка методики получения ферритовых материалов с высокими характеристиками.

Конечная цель – разработать научные основы технологии создания новых ферритовых материалов различного состава, обеспечивающей повышенные конструкционные и электромагнитные характеристики, на основе использования методов микроволнового спекания порошковых компактов. До сих пор эти методы не получили широкого применения в практике обработки ферритовых материалов, что обусловлено, прежде всего, низким уровнем понимания механизмов микроволнового спекания порошков. Поэтому важно изучить основные закономерности процессов, лежащих в основе этих методов, определить влияние микроволнового нагрева на электромагнитные и конструкционные свойства ферритов и на основании полученных результатов определить и оптимизировать пути технического решения поставленных задач.

Тематика исследований обусловлена актуальностью разработки методов спекания для получения керамик с улучшенными характеристиками. Эксперименты по спеканию керамических материалов проводятся на установке, разработанной и изготовленной в лаборатории физики диэлектриков Института технической акустики в 1998 году. Среди достигнутых результатов можно выделить следующие:

- Изучен механизм поглощения микроволновой энергии компактами различного состава. Получено представление о физических процессах, обуславливающих разогрев материала в СВЧ поле.
- Исследована поглощательная способность ряда материалов, а также компактов, в состав которых входят материалы с существенно различающейся поглощательной способностью. Разработаны рекомендации по использованию комбинаций материалов с различной поглощательной способностью.
- Установлены закономерности изменения поглощательной способности ряда материалов в процессе СВЧ нагрева. Определен характер температурной зависимости поглощательной способности. Изучены возможности стимулирования первоначального разогрева материалов с низкой поглощательной способностью.
- Показана возможность существенного улучшения ряда характеристик керамических материалов при использовании СВЧ нагрева по сравнению с традиционными методами спекания.

Исследования показали важность учета особенностей поглощающей способности спекаемых материалов. Большинство ферритов имеют высокий тангенс угла диэлектрических потерь в микроволновом диапазоне, что позволяет быстро и эффективно разогревать такие материалы (в отличие, например, от керамик на основе оксида алюминия). Также важным является обеспечить надежную теплоизоляцию образца с целью избежать охлаждения наружных слоев за счет теплообмена с окружающей средой и, как следствие, образования температурных градиентов по объему образца, ведущих к растрескиванию и ухудшению свойств. Эта проблема может быть решена путем разработки специальных контейнеров, которые выполняют роль футеровки образца и способствуют стабилизации температурного режима. Т.о. исследование слияния СВЧ обработки на свойства ферритовых материалов имеет высокую научную ценность и практическую значимость.



## **Визуализация процессов, протекающих в биологических объектах методами цифровой обработки изображений**

**Шараева Анна Вадимовна**

*Сорокина Светлана Евгеньевна*

*Новгородский Государственный Университет*

*Ткаль Валерий Алексеевич.*

*[tva@novsu.ac.ru](mailto:tva@novsu.ac.ru)*

Разработка простых и эффективных экспресс-методов исследования биологических объектов и процессов, протекающих в них, экспресс-диагностика качества продуктов питания, являются на сегодняшний день одной из актуальнейших задач, стоящих перед наукой и производством. Одним из возможных и перспективных путей достижения этой цели является внедрение компьютерных технологий. В нашем случае речь пойдёт о применении компьютерных технологий в качестве технического зрения и обработки экспериментальных результатов.

Данная работа является продолжением комплекса исследований по визуализации процесса массопереноса в биологических объектах с помощью цифровой обработки изображений на примере посола мяса цыплёнка-бройлера смесью состава соль-перец-чеснок. Выбор объекта исследования обусловлен не только высокими диетическими свойствами данного вида мяса и резким увеличением производства деликатесной продукции на его основе, но и тем, что в литературе имеются данные, с которыми можно сравнить полученные экспериментальные результаты, и тем самым доказать эффективность и надёжность предлагаемых методик.

В докладе на предыдущей конференции ВНКСФ - 10 (Москва, 2004 г.) нами был предложен метод визуализации процесса посола мяса, предусматривающий сканирование изучаемого объекта и дальнейшую обработку полученных изображений программами «Adobe Photoshop», «Mathcad» и «Matlab». Определение глубины проникновения посолочной смеси и её компонент оценивалось по снятым профилям интенсивности (ПИ) и областям равного контраста (ОРК). Для уменьшения влияния флуктуаций интенсивности, обусловленной границами волокон мышечной ткани, просканированное изображение исследуемого объекта подвергалось обработке линейным фильтром (гаусс-размытию). При анализе ПИ было отмечено, что наибольшие изменения при посоле мяса цыплёнка-бройлера наблюдаются для синей составляющей цвета, далее для зелёной, а для красной составляющей изменения были незначительны. Это свидетельствует о том, что при посоле наибольшие изменения цветовых характеристик происходят в диапазоне, соответствующем синей и зелёной составляющим.

Попытка авторов объяснить данное обстоятельство привела к созданию второй методики, которая отличается от первой тем, что не требует гаусс-размытия изображений, при котором возможна потеря части полезной информации. В ней используется разложение цветного изображения мяса на составляющие (синий, зелёный и красный цвета) и представление их в градациях серого цвета от 0 до 255. Это позволило объяснить, почему наиболее информативными оказываются изображения ОРК и ПИ для синей составляющей, и она оказалась более предпочтительной для определения количественных характеристик процесса посола.

Предлагаемая третья методика цифровой обработки является развитием двух первых и обладает по нашему мнению наибольшей наглядностью, достоверностью и перспективностью. Методика основана на анализе разностного экспериментального контраста, полученного вычитанием двух изображений, например, исходного и после посола. Если в мясе или в любом другом биологическом объекте происходят даже незначительные изменения цвета, то построенный разностный контраст отражает этот факт. Если изменений яркостных характеристик нет, то имеем нулевой разностный контраст, проявляющийся на рисунке как белый цвет, а ПИ представляет собой прямую линию. При посоле концентрация компонент смеси убывает по мере удаления от поверхности вглубь мяса. Построенный разностный контраст отражает это обстоятельство изменением яркостных характеристик (цвета). Для более точного определения количественных характеристик также необходимо построение ОРК и ПИ, по которым, зная геометрические размеры мяса и значение пикселя, определяется глубина проникновения смеси и отдельно её компонент, скорость процесса и другие характеристики. Количественные характеристики процесса посола, определённые в процессе исследований, хорошо совпадали с данными литературы, что свидетельствует о достоверности полученных экспериментальных результатов и перспективности всех трёх методик.

Рассмотренные выше методики цифровой обработки позволили визуализировать процесс посола, определить его количественные характеристики. Методики могут быть эффективно использованы для диагностики качества продуктов питания, определения оптимальных условий и сроков их хранения, а также для исследования других биологических объектов и протекающих в них процессов, если наблюдается изменение яркостных характеристик (цвета) исследуемых объектов.

## Двухканальный АЦП высокой разрешающей способности

Шевкунов Александр Юрьевич

Сыктывкарский Государственный Университет

Карпушов Евгений Николаевич, к.т.н.

[Kishut@rol.ru](mailto:Kishut@rol.ru)

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) являются устройствами, которые принимают входные аналоговые сигналы и генерируют соответствующие им цифровые сигналы, пригодные для обработки микропроцессорами и другими цифровыми устройствами. Принципиально не исключена возможность непосредственного преобразования различных физических величин в цифровую форму, однако эту задачу удастся решить лишь в редких случаях из-за сложности таких преобразователей. Поэтому в настоящее время наиболее рациональным признается способ преобразования различных по физической природе величин сначала в функционально связанные с ними электрические, а затем уже с помощью преобразователей напряжение-код - в цифровые. Именно эти преобразователи имеют обычно в виду, когда говорят об АЦП.

В основу классификации АЦП положен признак, указывающий на то, как во времени разворачивается процесс преобразования аналоговой величины в цифровую. В основе преобразования выборочных значений сигнала в цифровые эквиваленты лежат операции квантования и кодирования. Они могут осуществляться с помощью либо последовательной, либо параллельной, либо последовательно-параллельной процедур приближения цифрового эквивалента к преобразуемой величине.

Перспективными являются сигма-дельта АЦП (в ранней литературе эти преобразователи назывались АЦП с уравниванием зарядов или балансом зарядов), так как имеют высокую разрешающую способность (до 24-разрядов), низкую потребляемую мощность, хорошую дифференциальную нелинейность, низкую стоимость. Эти АЦП известны почти тридцать лет, но только недавно появилась технология (цифровые микросхемы с очень высокой степенью интеграции) для их производства в виде недорогих монолитных интегральных схем. В настоящее время они используются во многих приложениях, где требуется недорогой, узкополосный, экономичный АЦП с высоким разрешением. АЦП с уравниванием зарядов содержит аналоговую электронику (компаратор, источник опорного напряжения, коммутатор и один или большее количество интеграторов и аналоговых сумматоров) и весьма сложную цифровую вычислительную схему. Эта схема состоит из цифрового сигнального процессора, который работает как фильтр (в общем случае, но не всегда — это низкочастотный полосовой фильтр).

Если взять одноразрядный АЦП (известный как компаратор), подать на его вход сигнал от интегратора, а на интегратор — входной сигнал, суммированный с выходом этого ЦАП, на вход которого сигнал поступает с выхода АЦП, получится сигма-дельта -модулятор первого порядка. Добавив цифровой низкочастотный фильтр и дециматор, получим сигма-дельта АЦП (рис.1).

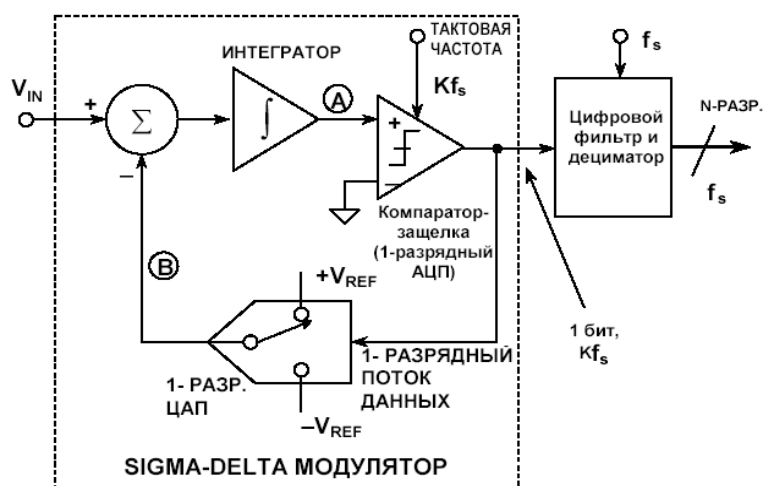


рис.1

Не вдаваясь в детали, работу сигма-дельта АЦП можно описать следующим образом. Представим, что постоянное напряжение подается на вход  $V_{IN}$ . Сигнал на выходе интегратора в точке А при этом постоянно нарастает или убывает. С выхода компаратора сигнал подается обратно через одноразрядный ЦАП на суммирующий вход в точке В. Благодаря отрицательной обратной связи, соединяющей выход компаратора через одноразрядный ЦАП с точкой суммирования, среднее значение постоянного напряжения в точке В стабилизируется на уровне  $V_{IN}$ . Вследствие этого, среднее выходное напряжение ЦАП равняется входному напряжению  $V_{IN}$ . В свою очередь, среднее выходное напряжение ЦАП определяется плотностью потока единиц

в одноразрядном потоке данных, следующего с выхода компаратора. Когда значение входного сигнала увеличивается до  $+V_{REF}$ , число единиц в последовательном потоке данных увеличивается, а число нулей уменьшается. Точно так же, когда значение сигнала приближается к отрицательному значению  $-V_{REF}$ , число единиц в последовательном потоке данных уменьшается, а число нулей увеличивается. Попросту говоря, в последовательном потоке разрядов на выходе компаратора содержится среднее значение входного напряжения. Цифровой фильтр и дециматор обрабатывают последовательный поток битов и выдают окончательные выходные данные.

В данной работе рассматривалась задача сбора данных с ЭПР спектрометра посредством сигма-дельта АЦП и их передача на ЭВМ. Для решения этой задачи был выбран АЦП AD7705. AD7705 - готовое устройство для применения в задачах низкочастотного измерения. Этот двухканальный преобразователь может подключаться непосредственно к источнику сигнала и производить его оцифровку. Это 16 разрядный АЦП с уравниванием зарядов, гарантирующий отсутствие потери кода. Выбранный входной сигнал поступает на усилитель с программируемым коэффициентом усиления, а с его выхода на аналоговый модулятор. Сигнал с выхода модулятора поступает на внутренний цифровой фильтр. Предыдущее значение фильтра может быть перенесено из внутреннего управляющего регистра, что позволяет регулировать порог отсечки фильтра и частоту обновления. AD7705 работает от однополярного питания от 2.7 В до 3.3 В или от 4.75В до 5.25 В и имеет два канала с полностью дифференциальными входами. Устройство имеет дифференциальный вход опорного напряжения. Диапазон входного сигнала для обоих приборов при 5 В питания и опорном напряжении 2,5 В может изменяться от 0 - 20 мВ до 0 - 2.5 В. Прибор может обрабатывать и двухполярные сигналы в диапазоне от  $\pm 20$  мВ до  $\pm 2,5$  В, при подаче соответствующего опорного напряжения на вывод AIN-. AD7705 при однополярном 3 В питании и опорном напряжении 1.225 В может работать с сигналами в диапазоне от 0-10 мВ до 0-1,225 В. Диапазон двухполярного сигнала в этом случае может быть от  $\pm 10$  мВ до  $\pm 1,225$  В. AD7705 идеально подходит для использования в миниатюрных, микроконтроллерных системах. Он имеет гибкий последовательный трехпроводный интерфейс. При помощи этого интерфейса могут быть выбраны коэффициент усиления, полярность сигнала и частота дискретизации. Прибор содержит внутреннюю калибровку и системную градуировку для устранения ошибки усиления и смещения, изготовлен по КМОП технологии, что гарантирует малое потребление - типовая потребляемая мощность в дежурном режиме равна 20 мкВт, выпускается в 16 выводных 0.3 дюймовых DIP и SOIC корпусах, а также в 16 выводных TSSOP корпусах.

Так как передачу данных по параллельному интерфейсу нельзя осуществить более чем на 5 метров, целесообразнее для подключения сигма-дельта АЦП AD7705 к ЭВМ использовать последовательное подключение, позволяющее передавать данные на расстоянии от 10 до 100 метров. Следовательно, физическая установка может находиться в удалении от ЭВМ, что облегчает проведение физического эксперимента. На (рис.2) показана схема подключения АЦП к последовательному интерфейсу.



рис.2

Последовательный интерфейс RS-232C является наиболее широко распространенной стандартной последовательной связью между микрокомпьютерами и периферийными устройствами. Интерфейс, определенный стандартом Ассоциации электронной промышленности (EIA), подразумевает наличие оборудования двух видов: терминального DTE и связного DCE. Терминальное оборудование, например микрокомпьютер, может посылать и (или) принимать данные по последовательному интерфейсу. Связное оборудование - устройства, которые могут упростить передачу данных совместно с терминальным оборудованием. Используемые в интерфейсе RS-232C уровни сигналов отличаются от TTL-уровней сигналов. Логический 0 (SPACE) представляется положительным напряжением в диапазоне от +3 до +25 В, логическая 1 (MARK) — отрицательным напряжением в диапазоне от -3 до -25 В. Сдвиг уровня, т.е. преобразование TTL-уровней в уровни интерфейса RS-232C и наоборот производится специальными микросхемами драйвера линии и приемника линии. В качестве передатчика можно использовать микросхему 1488, приемника -1489

В итоге работы был продуман способ реализации задачи сбора данных с ЭПР спектрометра посредством сигма-дельта АЦП и их передача на ЭВМ. В дальнейшем планируется реализация готового устройства.

# Реализация методов морфологического преобразования формы изображения как класса в среде Delphi

Шевцова Ольга Олеговна

Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники

Калайда Владимир Тимофеевич, к.т.н.

[studprof@tusur.ru](mailto:studprof@tusur.ru)

Современный подход в обработке изображений связан с внедрением новых методов и средств коррекции и идентификации. Одним из самых перспективных из них является метод разработанный J. Serra и Пытьевым Ю. П. [1-2], называемый «Морфологическим анализом формы изображения». Сущность этого метода сводится к тому, что обработке подвергается не все изображение в целом, а его отдельные элементы, называемые формами. Результирующее действие складывается из результатов обработки каждой формы в отдельности. Основным аппаратом, используемым при такой обработке является теоретико-множественный подход. Он основывается на двух основных операциях: эрозия (erosion) –  $\ominus$ , наращение (dilation) –  $\oplus$ . Эрозия приводит к уменьшению множества  $X$ , а наращение – к его увеличению. Все остальные операции являются производными от них. Этот метод позволяет дать количественное описание особенностей геометрической структуры сигналов в виде, согласуемым с интуицией и восприятием человека.

Все морфологические операции работают с множеством несвязанных точек формы изображения, оперируя структурирующим элементом – добавляя (или удаляя) элементы множества, попавшие внутрь его. Множество  $B$  называется структурирующим элементом.

Пусть  $X \pm b = \{x \pm b : x \in X\}$  выражает векторный перенос  $X$  на  $\pm b \in E$ .

$X \oplus B = \bigcup_{b \in B} X + b = \{x + b : x \in X \text{ and } b \in B\}$ , - операция наращения;

$X \ominus B = \bigcap_{b \in B} X - b = \{z : (B + z) \subseteq X\}$ , - операция эрозии.

Для работы с изображениями, полученных в различных условиях освещенности и углов наблюдения естественно необходимо иметь эффективный аппарат реализации морфологических операций. Наиболее рационально реализовать их в виде класса в объектно-ориентированном программировании (ООП), где в качестве базового типа данных будет множество под названием «Форма изображения». Методами его обработки будет являться базовые и производные от них операции морфологического анализа. Имена такая задача решалась нами.

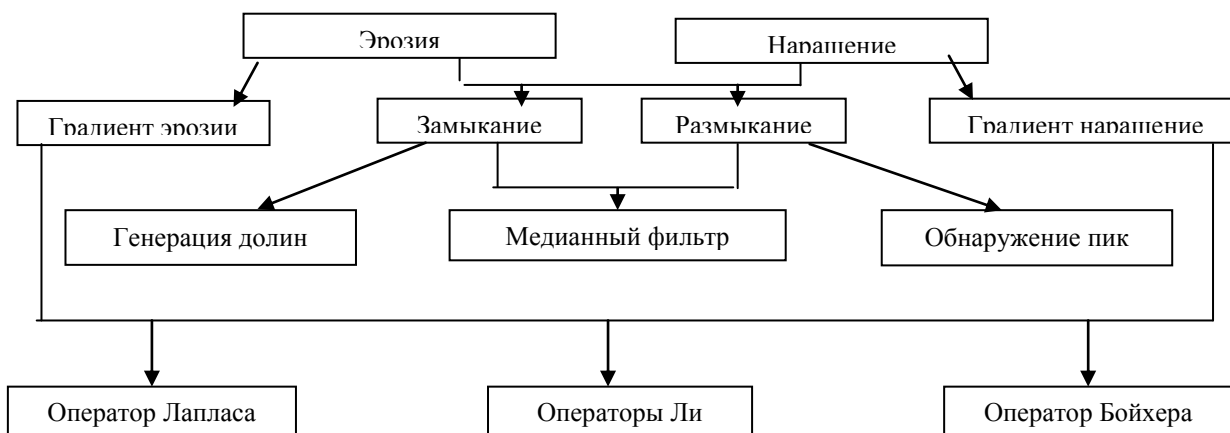


рис. 1 Иерархия класса морфологических операций

На основании анализа частот использования тех или иных программных систем для задач обработки изображений, а также из условий простоты поддержки технологий ООП и удобства интерфейса нами была выбрана среда программирования Delphi. В данной среде было реализовано две основных и 10 базовых производных морфологических операций, иерархия которых представлена (рис. 1).

Список публикаций:

[1] J. Serra, *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Academic Press, ISBN: 0-12-637240-3.

[2] Пытьев Ю. П. *Морфологический анализ изображений. Докл. АН СССР. 1983. т.269, № 5, С.1061—1064.*

# Статистическое мультиплексирование потоков видеоданных с переменным битрейтом для эффективного использования канала передачи

Шинкаренко Константин Всеволодович

Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники

Поляков Алексей Юрьевич к. т.н.

[shinkarenko\\_k@mail.ru](mailto:shinkarenko_k@mail.ru)

В данной статье представлен алгоритм управления скоростью передачи видеоданных для многопрограммной системы цифрового сжатия видео с использованием H264 энкодеров. Представленный алгоритм основан на использовании статистической информации о сложности видеопотоков, а также использует модель виртуального буфера канала.

При передаче видео по линиям связи мы сталкиваемся с проблемой обеспечения качества при ограниченной пропускной способности передающего канала. Если по одному каналу передачи данных транслируется несколько потоков с различными видеопрограммами, то возникает задача мультиплексирования этих потоков. Необходимо, чтобы суммарный битрейт передаваемых видеопотоков в каждый момент времени не превышал пропускную способность канала. При этом необходимо также обеспечивать наилучшее качество видео. Для решения этой задачи мной разработана система статистического мультиплексирования (ССМ). Схема ССМ представлена ниже (см. рис. 1).

Ключевую роль в ССМ играет управляющий объект (УО). УО управляет распределением ресурсов канала между программами, основываясь на статистических данных об их сложности. Управление реализуется на уровне кадров.

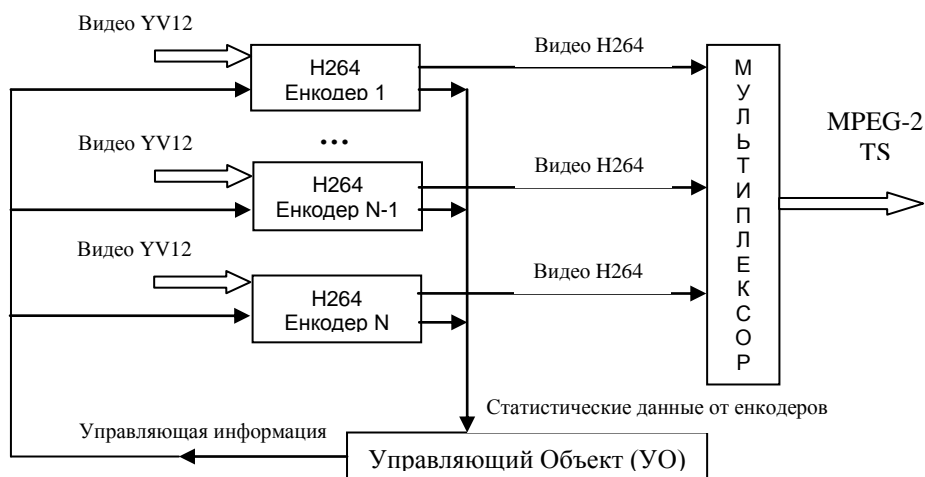


рис. 1

Контроль превышения пропускной способности или недоиспользования канала передачи достигается за счет использования модели виртуального буфера канала. Обозначим планируемое на очередную группу кадров количество бит как  $\beta_t$  и рассчитаем его по формуле (1):

$$\beta_t = \begin{cases} R_c, & t = 0 \\ \frac{(2R_c - \sum_J^N R_{t-1}^J)T}{F} - Ful, & t > 0 \end{cases}, \quad (1)$$

где  $t$  - номер текущего фрейма;  $F$  - фреймрейт видеопрограмм, кадр/с;  $Ful$  - заполненность виртуального буфера канала, которая увеличивается по завершении кодирования каждого фрейма на фактический размер этого фрейма, и уменьшается на величину  $R_c / F$  при завершении кодирования очередного фрейма всеми энкодерами, бит;  $R_{t-1}^J$  - битрейт  $J$ -й программы на данный момент, бит/с;  $R_c$  - пропускная способность канала, бит/с;  $N$  - количество мультиплексируемых видеопрограмм;  $T$  - длина группы кадров, на которую производится планирование, в кадрах.

УО синхронизирует все энкодеры в точке запроса ими ресурса бит на очередной фрейм, и рассчитывает искомый ресурс для всех энкодеров. Каждый энкодер может потратить на текущий фрейм количество бит,

равное отношению сложности текущего фрейма к суммарной сложности всех фреймов в текущей группе кадров во всех потоках, умноженному на  $\beta_t$ .

Описанная система реализована на базе Direct-Show фильтров: энкодера «Moonlight h264 Video Encoder» и мультиплексора «Moonlight M71 Muxer». Проведенные эксперименты показали, что данный алгоритм нуждается в доработке, поскольку не обеспечивает суммарного увеличения меры качества видео PSNR для мультиплексируемых каналов. Однако, что также является немаловажным, ССМ позволяет выровнять качество мультиплексируемых видеопрограмм. В проведенном эксперименте «отняв» качество у фильма «Perl Harbor», которое и так было достаточно большим (с 43 дБ PSNR до 42 дБ), ССМ увеличила качество другой программы, «Baseball», которое было меньшим (с 38 дБ PSNR до 39 дБ). В идеале желательно получить одинаковое качество по всем программам.

## **Развитие пакета TISEAN для статистического и нелинейного анализа временных рядов**

*Шомполова Елена Геннадьевна*

*Шестакова Ксения Юрьевна*

*Санкт-Петербургский Государственный Университет*

*Дмитриева Людмила Анатольевна, к.ф.-м.н.*

*[alshom@pise.net](mailto:alshom@pise.net)*

Целью данной работы является создание программного продукта TSN, дающего возможность технически просто и надежно извлекать информацию о внутренней динамике временных рядов произвольной природы. Указанная цель достигнута разработкой на языке Visual C++ простого и удобного интерфейса и реализацией ряда вычислительных алгоритмов из пакета TISEAN 2.1 ([www.mpipks-dresden.mpg.de/~tisean/TISEAN\\_2.1/index.html](http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~tisean/TISEAN_2.1/index.html)). TISEAN 2.1 – это пакет программного обеспечения, предназначенного для анализа временных рядов методами, основанными на теории нелинейных детерминированных динамических систем, созданный в Институте физики и теоретической химии университета города Франкфурта Райнером Хеггером (Rainer Hegger), Ольгером Канцом (Holger Kantz) и Томасом Шрайбером (Thomas Schreiber). Предварительный подробный анализ всех использованных алгоритмов пакета TISEAN 2.1 подтвердил их глубокую теоретическую обоснованность и практическую значимость. В то же время отсутствие удобного интерфейса и отсутствие тестирования алгоритмов на реальных данных препятствовало пользователю пакета использовать заложенный в нем аналитический потенциал.

Существуют различные способы анализа временных рядов, такие как статистические (линейные и нелинейные), фрактальный, динамический и т.д. Большинство линейных моделей имеют ряд существенных ограничений, не позволяющие, например, учитывать частые всплески и неожиданные падения во временных рядах. Так, для анализа происходящих на рынке ценных бумаг процессов на данный момент необходимы новые методы – способные учитывать нелинейность и динамический хаос в поведении системы. Таким образом, в данном пакете предусмотрена проверка данного временного ряда на нелинейность, и проведение корректных расчетов основных показателей временного ряда.

Без использования компьютерной техники, построение каких-либо моделей поведения временных рядов или вычисление их характеристик было бы чрезвычайно трудоемким, если, вообще, возможным. Но на сегодняшний день уже существуют достаточно мощные компьютеры и программные продукты, использование которых ускоряет получение необходимой информации, одним из них, мы надеемся, окажется и наш продукт.

О корректности работы нового программного обеспечения можно будет судить, проделав все этапы современного анализа временных рядов, включая визуализацию временных рядов, построение гипотез о распределении данных, вычисление основных статистических показателей (среднее, дисперсия, среднееквадратичное отклонение, и т.д.) и коэффициентов корреляции, исследование нелинейных характеристик и т.п. Для анализа поведения временных рядов очень важна реконструкция фазового пространства, с применением алгоритмов расчета корректных параметров реконструирования. На основе метода реконструкции фазового пространства базируются почти все методы расчета параметров временных рядов. Еще одним критерием проверки нового продукта на корректность выполнения поставленных перед ним задач, будет сравнение его с различными, уже существующими на сегодняшний день пакетами, позволяющими производить численную оценку различных характеристик нелинейности.

Для тестирования и отладки программы использовались временные ряды, основные статистические и динамические характеристики которых были заранее известны.

В итоге проведенной работы были получены следующие результаты:

1. Разработан простой интерфейс на языке Visual C++.
2. Реализованы разнообразные алгоритмы для распределения данных, проверки на нелинейность, предсказаний, ослаблений шумов, измерений показателей Ляпунова, вычислений размерностей аттракторов, реконструированных по данным временным рядам.