

3. Определение максимальной глубины структуры декомпозиции. Вейвлет-разложение анализируемого сигнала по установленному количеству уровней. Формирование полного или частичного дерева разложения.
4. Анализ детализирующих компонент вейвлет-разложения сигнала на каждом уровне, генерацию оптимальных значений порогов и пороговая обработка по мягкой или жесткой схеме в целях подавления паразитных мелкомасштабных и шумовых всплесков.
5. Анализ совокупности выделенных на этапе фильтрации максимумов коэффициентов вейвлет-преобразования в целях локализации граничных точек сегментов, определения их геометрических свойств на текущем масштабе рассмотрения, а также динамику их изменения при переопределении масштабных параметров.
6. Выделение и расчет локальных свойств сегментов, заполнение структуры диаграммы максимумов и формирование векторов характеристических признаков для алгоритма первичной классификации.
7. Первичная классификация обнаруженных объектов по их частотным, пространственным и масштабным свойствам.

Для данного метода обнаружения были предложены варианты конфигураций средств аппаратной поддержки вычислений, а также пути повышения эффективности практической реализации путем объединения последних в многопроцессорные системы и процессорные кластера. Была доказана эффективность такого метода оптимизации на уровне распределение блоков алгоритма по узлам многопроцессорной системы, а также на уровне внутреннего параллелизма аппаратных средств, адаптированных к операционному базису предложенных алгоритмов.

Д.А. Беспалов, В.Ф. Гузик

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ СИГНАЛОВ МЕТОДАМИ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Одной из наиболее важных задач на современном этапе развития вычислительной техники является создание систем, способных проводить адаптивную обработку сигналов и изображений в целях обнаружения, локализации и классификации объектов искусственного происхождения. Применение таких систем при комплексной обработке гидроакустической, сейсмической, медицинской информации, при анализе медицинских сигналов, видео и звука позволяет более эффективно распределять вычислительные ресурсы, используя только те участки сигналов, которые с наибольшей вероятностью относятся к искомым объектам.

При решении таких задач необходимо с максимальной точностью определять расположение сегментов данных, либо отличающихся по своим свойствам от обнаружения, либо содержащих признаки искомых объектов. Данную проблему можно разрешить применением методов, позволяющих выявить нарушения пространственной и частотной регулярности анализируемых сигналов. Такие точки априори указывают на присутствие локальных особенностей сигналов, которые и определяют характер последних.

На данный момент разработано большое количество методов, позволяющих определить наличие и локализовать нерегулярности сигнала, однако наиболее перспективным удобным средством является вейвлет-анализ [1].

Одним из основных преимуществ теории всплесков является способность вейвлет-функций к очень точному анализу поведения сигнала в окрестностях точек нарушения регулярности сигнала. Вейвлет-преобразование сигнала в таком случае позволяет проводить анализ не только в пространственной, но и в масштабной и частотной областях. Такое свойство следует из самой природы вейвлет-функций, четко локализованных в пространстве и по частоте [2].

При представлении сигналов в базисе вейвлет-функций проводят многоуровневое разложение по алгоритму Малла [3], представляя сигнал в виде дерева декомпозиции. Каждый уровень образован сверткой анализируемого сигнала с порожденной вейвлет-функцией определенного масштаба, изменяемого на фиксированное значение от уровня к уровню. Такое представление проводит автоматическое деление сигнала на его масштабные и частотные составляющие.

Полученное ограниченное множество вейвлет-коэффициентов содержит локальные максимумы, амплитуда и положение которых зависит от свойств сигнала и от характеристик выбранного вейвлет-базиса. Эта часть коэффициентов вейвлет-преобразования чрезвычайно важна. Остальные коэффициенты могут быть опущены ввиду их малого вклада в формирование свойств сигнала. Такими коэффициентами априори являются коэффициенты малой амплитуды, представляющие собой мелкомасштабную реакцию сигнала на вейвлет-преобразование [4]. Оставшиеся *максимумы вейвлет-коэффициентов* полностью определяют свойства сигнала и позволяют с большой точностью восстановить его первоначальную форму путем реконструкции обратным вейвлет-преобразованием по нерегулярной выборке с ограниченным спектром.

Вейвлет-максимумы следует использовать не только для представления компактного кода данных и исключения влияния шумовых компонент. Их положение позволяет однозначно локализовать *перепады амплитуды и частоты*, характеризующие переходы между областями сигналов со сходными свойствами [5]. Такое свойство дает возможность разделять сигналы на так называемые «участки вероятного нахождения объекта» и проводить дальнейшую обработку уже внутри выделенных сегментов.

Перепады также характеризуют изменение *локальной гладкости* пространственной формы сигналов, которая может быть измерена аналитически, например, при помощи показателя Липшица [3]. Гладкость Липшица будет отличной для разных участков сигналов и разных объектов, содержащихся в нем.

Данный показатель также может быть использован в качестве признака объекта на этапе классификации наряду с характеристиками пространственных и частотных перепадов, и масштабными характеристиками, выделенными по результатам многоуровневого анализа вейвлет-коэффициентов и локализованными по *абсциссам точек схождения* линий максимумов вейвлет-коэффициентов на всех уровнях декомпозиции.

Таким образом, перечисленный выше комплекс характеристик позволяет выделить и локализовать особенности сигнала. Они могут быть использованы при построении систем обнаружения и первичной классификации объектов искусственного происхождения в условиях неопределенности, построенных на базе средств вейвлет-анализа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Добещи, И.* Десять лекций по вейвлетам. – М., РХД, 2001.
2. *Воробьев В., Грибунин В.* Теория и практика вейвлет-преобразования. – НИИ В.Г. ВУС, 1999.

3. *Блаттер К.* Вейвлет-анализ. Основы теории. – М: Техносфера, 2004.
4. *Беспалов Д.А., Золотовский В.Е., Головченко Т.А.* Кодирование сейсмоданных в ортогональных базисах Хаара. III Всероссийская научная конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Информационные технологии, системный анализ и управление». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – С.6-8.
5. *Беспалов Д.А., Гузик В.Ф.* Кратномасштабная сегментация сигналов на основе Вейвлет-преобразования. III Всероссийская научная конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Информационные технологии, системный анализ и управление». – Таганрог: Изд-во ТРТУ.

В.А. Кошарный, А.О. Пьявченко

ТРЕБОВАНИЯ К БИБЛИОТЕКЕ АППАРАТНЫХ ПРИМИТИВОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ НА ОДНОМ КРИСТАЛЛЕ

Обзор существующей литературы показывает, что современные системы на одном кристалле представляют собой, как правило, универсальные RISC-ориентированные платформы процессоров с частотой кристалла до 200 МГц. Применение этих платформ в системах реального времени, предназначенных, например, для обработки трёхмерной графики, пока еще остается не эффективным ввиду универсальности ядра SoC. При этом временные рамки, налагаемые на скорость получения результата вычислителем, не достигаются исключительно программным путём. С целью повышения производительности проектируемых систем в настоящее время развивается новое научно-техническое направление, ведущее к созданию высокопроизводительных проблемно-ориентированных устройств, интегрированных в кристалл ПЛИС, совместно с ядром SoC.

Для решения указанной задачи необходима мощная система автоматизированного проектирования, позволяющая на основе программного кода языков высокого уровня автоматически генерировать аппаратный код HDL. В настоящее время данная проблема решается некоторыми САПР (например, Celoxica). Однако эффективное автоматизированное создание высокопроизводительных проблемно-ориентированных устройств невозможно без создания библиотеки аппаратных примитивов, с помощью которой удастся установить однозначное соответствие между средствами ЯВУ и средствами аппаратной реализации.

В рамках инновационной научно-исследовательской программы на базе кафедры ВТ проводятся исследования по созданию методов и средств автоматизации построения программно-аппаратных комплексов с применением систем на одном кристалле. Практическая реализация ведётся по направлению создания проблемно-ориентированного вычислителя, реализующего алгоритмы восстановления рельефа донной поверхности в трехмерном виде в режиме реального времени.

Для решения задачи автоматизации этого процесса целесообразно создать библиотеку аппаратных примитивов – независимых параметризуемых блоков, реализующих различного рода микро- и макро-операции. В рамках данной работы, основываясь на результатах анализа программной реализации разработанного алгоритма восстановления рельефа донной поверхности, были определены требования к базовому составу библиотеки аппаратных примитивов. Элементы разработанной библиотеки реализуют функционально законченные блоки, описанные как математически, так и на уровне языков высокого уровня. Элементы библиотеки являются независимыми и функционально полными проектами, функционирующими согласно логике работы описываемого алгоритма восстановления поверхности. При разработке библиотеки целесообразно использовать все возможности