

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Резеньков Д.Н.

Ставропольский военный институт связи Ракетных войск

Ставрополь, Россия

Цифровая обработка сигналов (ЦОС) относится к числу наиболее динамически развивающихся областей инженерной деятельности

С точки зрения основополагающих принципов построения вычислительных средств цифровой обработки сигналов все известные технические реализации спецпроцессоров (СП) можно разделить на две основные группы.

К первой из них относятся вычислительные процессоры, базирующиеся на реализации ортогональных преобразований сигналов. Такие преобразования, как правило, определены над полем комплексных чисел и называются дискретным преобразованием Фурье (ДПФ). Для реализации обратного преобразования сигналов используется обратное ДПФ (ОДПФ) [1].

Вычисления спектра и восстановление по нему исходного сигнала непосредственно ДПФ и ОДПФ требует выполнения значительного числа операций умножения и сложения в поле комплексных чисел, что затрудняет реализацию вычислений в реальном масштабе времени.

Лучшие показатели быстродействия получаются при использовании так называемых быстрых алгоритмов, которые существуют для ДПФ. Исходная идея данных алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ) состоит в том, что N -точечная последовательность разбивается на две более короткие последовательности, для которых вычисляется ДПФ с последующим восстановлением исходного ДПФ.

Для вычислений в реальном масштабе времени при стандартной разрядной сетки процессора ЦОС в ряде работ предложены алгоритмы коротких сверток, основанные на специальных способах умножения полиномов, которые можно использовать в соответствии с китайской теоремой об остатках (КТО) для вычисления больших сверток, заменяя их на последовательность коротких. Данные методы составляют основу второй группы методов цифровой обработки сигналов. Вычисление циклической свертки сигнала требует разработки специальных алгоритмов, минимизирующих число операций умножения для каждого значения N .

Ортогональные преобразования, реализованные в поле комплексных чисел не позволяют в полной мере реализовать все достоинства представляемые нейросетевым базисом.

Поиск новых путей повышения эффективности применения задач ЦОС привели к активизации работ по разработке математических моделей систем цифровой обработки сигналов, обладающих свойством кольца или поля, и их реализации в нейросетевом базисе. Обладая параллельной структурой, которая является наиболее приспособленной для цифровой обработки сигналов, нейроподобные спецпроцессоры ЦОС позволяют создавать эффективные системы обработки сигналов в реальном масштабе времени.

Среди таких моделей особое место занимают теоретико-числовые и полиномиальные преобразования в полях Галуа [2,3,4].

Если значение входного сигнала $x(nT)$ рассматривать не только как подмножество поля комплексных чисел, но и как подмножество других алгебраических систем, обладающих структурой кольца или конечного поля Галуа, то реализацию ортогональных преобразований сигналов можно свести к теоретико-числовым преобразованиям (ТЧП), определяемым в пространстве кольца вычетов целых чисел по модулю целого числа M .

С этой точки зрения наиболее привлекательными являются преобразования, определенные над расширенным полем Галуа $GF(2^v)$, где v - положительное целое число.

Преобразования, определенные над расширенным полем Галуа $GF(2^v)$, аналогично ДПФ комплексной области. При реализации ортогональных преобразований сигналов будут полностью отсутствовать шумы округления. В результате этого оценка спектральных составляющих с помощью ортогональных преобразований будет более точной чем у ДПФ [4].

Применения полиномиальной системы классов вычетов (ПСКВ), в которой в качестве модулей непозиционной системы используются минимальные многочлены расширенного поля Галуа, позволяет уменьшить разрядную сетку вычислительного устройства ЦОС.

Основным достоинством полиномиальной системы вычетов классов является сравнительная простота выполнения модульных операций (сложения, вычитания, умножения) и повышение скорости вычислительных устройств ЦОС. [2]

Рассмотренные методы ЦОС показали, что реализация ортогональных преобразований сигналов в реальном масштабе времени возможно лишь на основе специализации вычислительных средств. Под данной процедурой понимается распараллеливание вычислений на одновременно работающем множестве процессоров, что позволяет в рамках существующих ограничений на массогабаритные характеристики добиться больших функциональных возможностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Задирака В.К. Теория вычислений преобразований Фурье..-Киев.:Наука думка, 1983.-216с.
2. Калмыков И.А. Математические модели нейросетевых отказоустойчивых вычислительных средств, функционирующих в полиномиальной системе классов вычетов.-М.: ФИЗМАТЛИТ,2005.-274с.
3. Вариченко Л.В.Абстрактные алгеброические системы и цифровая обработка сигналов.-Киев: Наука думка, 1986.-247с.
4. Калмыков И.А., Червяков Н.И., Щелкунова Ю.О., Бережной В.В., Шилов А.А. Нейросетевая реализация в полиномиальной системе классов вычетов операций ЦОС повышенной разрядности/Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2004, №5-6, с.94-101.