

УДК 621.372.54

С.В. Кучерявенко

**СПЕКТРЫ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ В БАЗИСЕ ХААРА**

В настоящее время цифровая обработка сигналов широко используется благодаря применению персональных компьютеров со средствами мультимедиа, которые позволяют вводить и воспроизводить человеческую речь, музыку и изображение.

Необходимость работы с видео- и аудиоинформацией привела к возникновению множества проблем, связанных с большими объемами данных и высокой скоростью их передачи.

Естественным выходом является спектральная обработка звуковых сигналов с целью сжатия данных. При этом необходимо выбрать такой базис разложения, в котором это сжатие осуществляется наилучшим образом, а коэффициенты спектра вычисляются быстро.

Одним из удачных в этом плане базисом являются функции Хаара. Для того, чтобы определить область применения этого базиса проведено исследование речевых сигналов - согласных и гласных звуков. Получены спектры исследуемых звуков в базисе Хаара и в гармоническом базисе Фурье, используемом традиционно.

Сжатие данных осуществлялось двумя методами - на основе выбора значащих коэффициентов больше заданного уровня и уменьшения числа спектральных отсчетов сигнала.

Исследование показывает эффективность обработки согласных звуков в базисе Хаара: относительная среднеквадратическая погрешность восстановления сигнала после преобразования Хаара в 1,5 раза меньше, чем при Фурье-преобразовании. Для гласных звуков погрешность обработки сигнала в базисе Фурье меньше, чем в базисе Хаара. Но при обеспечении одной и той же точности воспроизведения для Фурье-анализа требуется больше спектральных коэффициентов, чем для преобразования Хаара.

Число операций, требуемых для вычисления спектра в базисе Хаара, на порядок меньше, чем при использовании гармонического базиса Фурье, как для гласных, так и для согласных звуков при величине относительной погрешности от 0,18 до 2,53% и количестве спектральных коэффициентов от 128 до 2048.

Результаты проведенных экспериментов доказывают перспективность использования базиса из функций Хаара для обработки речевых сигналов.

УДК 621.391.244(043.3)

В.В. Быковский, М.М. Мардер, В.П. Федосов

**АЛГОРИТМ ПОКОМПОНЕНТНОГО ФОРМИРОВАНИЯ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ ПО КООРДИНАТАМ НУЛЕЙ ИХ СПЕКТРОВ**

Одним из видов практической реализации параметрического спектрального анализа является алгоритм спектрального анализа с прямым

оцениванием частот и амплитуд спектральных составляющих [1]. Основным блоком в этом алгоритме является формирователь базисных функций по координатам нулей их спектров. В настоящее время известны два способа синтеза весовых функций (ВФ) [2]: алгоритм многократной свёртки (АМС) и усечённый алгоритм многократной свёртки (УАМС). Однако не изучены возможности построения новых высокоскоростных алгоритмов формирования ВФ.

Анализ структуры ВФ, полученных с использованием АМС, позволил определить функциональную связь компонент весовых векторов (ВВ), являющихся отсчётами ВФ, с координатами нулей их спектров. Наличие этой связи позволило разработать алгоритм покомпонентного формирования (АПФ) ВВ. В результате было найдено свойство комплексной сопряжённости (КС) ВВ относительно средней из компонент, которое позволяет значительно увеличить скорость формирования ВВ.

Результаты моделирования разработанных алгоритмов показывают, что выигрыш  $V(N)$  во времени синтеза предложенными методами зависит от размера  $N$  выборки анализируемого процесса и равен  $V(4)=1,47$ ;  $V(20)=1,6$ ;  $V(50)=5,4$ .

Таким образом, решены следующие задачи: 1) разработаны алгоритмы покомпонентного формирования ВВ АПФ и КС АПФ; 2) предложена модификация известных алгоритмов с учётом свойства КС; 3) проведён анализ быстродействия алгоритмов.

Сравнительный анализ алгоритмов синтеза ВВ показал, что для увеличения быстродействия алгоритма спектрального анализа в целом ВВ необходимо формировать, придерживаясь следующих условий: 1) при  $N < 6$  необходимо использовать АПФ; 2) при  $N > 6$  применять КС АМС для внесистемного ВВ и КС УАМС для системы базисных ВВ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мардер М.М., Сурков М.Н. Алгоритм оценки пространственных координат с помощью адаптивной антенной решётки. Известия вузов СССР Радиоэлектроника. 1989. № 8. С. 43-45.
2. Мардер М.М., Федосов В.П. Синтез блока фильтров для оптимального параметрического спектрального анализа с прямым оцениванием частот гармоник. Таганрог: ТРТУ, 1995. № 2. Тем. вып. Избирательные системы с обратной связью. С. 4-6.