

СТРУКТУРЫ ПРОЦЕССОРОВ БЫСТРОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ МГНОВЕННОГО СПЕКТРА ПО УОЛШУ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кибак С.В., Жуковский В.

Будько А. А. – канд. техн. наук, доцент

Используя определенные структуры процессора быстрого вычисления мгновенного спектра по Уолшу, можно сократить число операций для каждой новой оценки мгновенного спектра.

В теории преобразования спектров установились следующие понятия спектров. Спектр по Уолшу — это коэффициенты преобразования в той или иной системе упорядочения от последовательности значений входного сигнала. При этом преобразования осуществляются со значениями входного сигнала $0 \div N-1, N \div 2N-1, 2N \div 3N-1$ и т.д. (где $N = 2^n$), т.е. на составных интервалах.

Другое понятие спектра - спектр мощности.

Третье понятие спектра - полный спектр мощности инвариантный к циклическому сдвигу.

В теории и многих практических приложениях важно производить оценку спектра по Уолшу на скользящем интервале, т.е. осуществлять вычисление коэффициентов преобразования от последовательностей, составленных из N значений входного сигнала, получаемых после каждого нового значения входного сигнала. Таким образом, осуществляются преобразования по Уолшу от последовательностей составленных из $0 \div N-1, 1 \div N, 2 \div N+1$ и т.д. значений входного сигнала.

В области гармонических спектров А.А. Харкевичем было введено понятие мгновенного спектра, т.е. спектра отражающего свойства процесса в данный момент времени. Это понятие соответствует спектру на скользящем интервале и поэтому целесообразно ввести понятие мгновенного спектра по Уолшу.

Если записать преобразование Уолша от вектора входного сигнала $\vec{f}_i = f_i, f_{i+1}, \dots, f_{i+N-1}^T$, то при последовательном изменении индекса i простейшее определение мгновенного спектра по Уолшу в матричном виде будет иметь следующий вид:

$$\vec{F}_i = W_N \vec{f}_i.$$

Вычисление мгновенного спектра по Уолшу можно осуществлять с помощью процессоров быстрого преобразования параллельного типа, использующий алгоритм Кули-Тьюки (рис. 1), а также группы процессоров последовательного типа, использующих алгоритм Сэнди (рис. 2). В любом случае для каждой оценки мгновенного спектра по Уолшу потребуется $N \cdot \log_2 N$ операций.

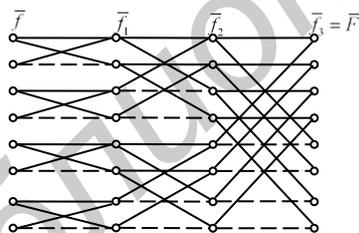


Рис. 1 – Алгоритм Кули-Тьюки

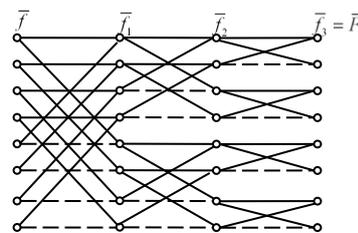


Рис. 2 – Алгоритм Сэнди

Однако, исследуя итерационную структуру вычислений спектральных коэффициентов от векторов $\vec{f}_i, \vec{f}_{i+1}, \vec{f}_{i+2}$ и т.д., можно заметить, что в этих преобразованиях имеются общие промежуточные результаты вычислений. Используя результаты вычисления коэффициентов преобразования от вектора \vec{f}_i при вычислении коэффициентов преобразования от вектора \vec{f}_{i+1} и т.д. можно сократить необходимое число операций для каждой новой оценки мгновенного спектра до $2(N-1)$.

Список использованных источников:

1. Голубов, Б.И. Ряды и преобразования Уолша: Теория и применения / Б. И. Голубов, А.В. Ефимов, В. А. Скворцов // М.: Академиздатцентр "Наука", 1987. – 344 с.
2. Ахмед, Н. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов / Н. Ахмед, К. Р. Рао // М.: "Связь", 1980. — 248 с.