XXXIII Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции. Ч.XII: С.56-57, 2005.
© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2005.

УДК 681.3

Р.Р.Шингареев (6 курс, каф. ИВСиТ), Ю.И.Гагарин, д.т.н., проф.

ВЫЧИСЛЕНИЕ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ЧЕРЕЗ БЫСТРЫЕ ГИПЕРКОМПЛЕКСНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Одной из областей использования быстрых алгоритмов вычисления автокорреляционных функций (АКФ) является сжатие цифровых речевых сигналов с линейным предсказанием. При этом последовательность отсчетов цифрового сигнала $\{x_m\}$ чаще всего рассматривается как случайный процесс, обладающий свойством стационарности в широком смысле.

Тогда для смещенной оценки АКФ можно использовать выражение

$$r(k) = \frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-k-1} x(m)\,x(k+m), \qquad (1)$$
$$k = \overline{0, N-1}.$$

В соответствии с выражением (1) можно получить первые N значений смещенной оценки АКФ, которые обычно используются для построения автокорреляционной теплицевой матрицы при кодировании цифровых речевых сигналов с линейным предсказанием.

Для построения алгоритмов вычисления АКФ через быстрое преобразование Фурье используется векторно-матричная форма

$$\bar{r}_{2N} = \frac{1}{N} S_{2N}\, x_{2N}, \qquad (2)$$

где $\bar{r}_{2N}$ – вектор значений АКФ с учетом их симметрии, т.е. $r(k)$ =r($2N$-k), x_{2N} – вектор, соответствующий N отсчетам $\{x(m)\}_{m=0}^{N-1}$, дополненным N нулями,

$$S_{2N} = \left(F_{2N}^{(\phi)}\right)^{-1} D_{2N}^{*} F_{2N}^{(\phi)}, \qquad (3)$$

где $F_{2N}^{(\phi)}$ и $\left(F_{2N}^{(\phi)}\right)^{-1}$ – факторизованные формы матриц соответственно прямого и обратного преобразования Фурье,D_N^* – диагональная матрица комплексно-сопряженных коэффициентов Фурье-преобразования от вектора-строки матрицы S_{2N}.

Целью исследований являлись алгоритмы вычисления АКФ через быстрые гиперкомплексные преобразования Фурье, в факторизованной форме матрицы $F_N^{(\phi)}$ которых отсутствуют нетривиальные множители.

Например, для быстрого гиперкомплексного преобразования Фурье по основанию два с прореживанием по частоте матрица $F_N^{(\phi)}$ имеет вид

$$F_N^{(\phi)} = diag\left\{\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}\right\} \cdot diag\left\{\left(\begin{array}{c|c} I_2 & I_2 \\ \hline D_2 & -D_2 \end{array}\right)\right\} \text{x} \ldots \text{x} \left(\begin{array}{c|c} I_{N/2} & I_{N/2} \\ \hline D_{N/2} & -D_{N/2} \end{array}\right),$$

где $D_{N/m}, m = \overline{2, N/2}$ – диагональная матрица, образованная мнимыми и вещественными единицами.

Исследования показали, что полученные в этом случае быстрые алгоритмы вычисления АКФ имеют по сравнению с известными быстрыми алгоритмами через быстрое комплексное

преобразование Фурье примерно в два раза меньшее количество арифметических операций, выполняемых при этом в арифметике поля рациональных чисел.