

УДК 621.3

О.Г.Коновалова (6 курс, каф. ИСУ), Ю.И.Гагарин, д.т.н., проф.

БЫСТРЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ, ЗАДАННОЙ ЧЕРЕЗ ЦИРКУЛЯНТНУЮ ТЕПЛИЦЕВУ МАТРИЦУ

При построении алгоритмов кодирования цифровых речевых сигналов с линейным предсказанием необходимо определять оптимальные коэффициенты предсказания из системы уравнений, заданной в векторно-матричном виде:

$$R_p \bar{a}_p = \bar{r}_p, \quad (1)$$

где $\bar{a}_p = a_0, a_1, \dots, a_{p-1}$ - вектор коэффициентов предсказания, R_p - автокорреляционная матрица речевого сигнала, $\bar{r}_p = r_1, r_2, \dots, r_p$ - вектор значений автокорреляционной функции речевого сигнала, p - величина выборки анализируемого речевого сигнала.

В данном уравнении существует возможность привести теплицеву матрицу R_p к циркулянту, выбрав в качестве образующей строки автокорреляционную функцию с учетом ее симметричной части так, что можно записать новое уравнение в виде

$$\hat{S}_N \cdot \hat{a}_N = \hat{r}_N, \quad (2)$$

где $\hat{a}_N = a_0, a_1, \dots, a_{p-1}, 0, \dots, 0_{N-1}$, $\hat{r}_N = r_1, r_2, \dots, r_p, r'_{p+1}, \dots, r'_N$, r'_i - дополненные константы

Рассмотрим возможность использования быстрых алгоритмов дискретного преобразования Хартли (БПХ) для решения системы (2) посредством обратной правоциркулянтной матрицы R_{2p-1}^{-1} .

Для левоциркулянтных матриц над полем вещественных чисел, соответствующих свертке известно выражение через матрицы преобразования Хартли [1]:

$$\hat{S}_N = H_N D_N^{(h)} H_N, \quad (3)$$

где $D_N^{(h)} = P_N^{-1} D^{(F)} P_N$, $P_N = F_N H_N$ - переходная матрица от матрицы ДПФ к матрице ДПХ,
 $D_N^{(h)} = d_0^{(h)} \oplus \frac{1}{2} \left[\bigoplus_{k=1}^{N-1} (d_{N-k}^{(h)} + d_k^{(h)}) + \left(\bigoplus_{k=1}^{N-1} (d_{N-k}^{(h)} - d_k^{(h)}) \right) \bar{I}_N \right]$.

Различие правоциркулянтных S_N и левоциркулянтных матриц можно представить соотношением:

$$\hat{S}_N = \bar{J}_N S_N,$$

где $\bar{J}_N = 1 \oplus \bar{I}_{N-1}$, \bar{I}_{N-1} - матрица инверсной перестановки.

Решение уравнения (3) через матрицы H_N может быть представлено следующим векторно-матричным уравнением:

$$a_N = H_N \left(D_N^{(h)} \right)^{-1} H_N \hat{r}_N$$

Подставляя вместо H_N ее факторизованную форму, можно получить быстрый алгоритм определения вектора r .

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гагарин Ю.И. Математические модели и алгоритмы быстрых ортогональных преобразований. С-Пб.:Изд-во СПбГТУ, 1999.