

Определение характеристик многолучевых каналов связи

Выполнил: студент 1 курса магистратуры
гр. ФРМ-502-0-07 Кузнецов В.А.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент
кафедры ЭФР Болецкая Т.К.

Введение

$$x(t) = \hat{H}(y(t)) = \sum_{i=1}^{K_\tau} \sum_{j=1}^{K_{\nu,i}} \alpha_{ij} y(t - \tau_i) e^{j2\pi\nu_{ij}t} \quad (1)$$

Цель работы

- Целью настоящей работы является изучение методов определения характеристик многолучевых каналов связи.

Задачи

1. Изучить методы определения характеристик каналов, использующих низкоскоростные выборки.
2. Изучить алгоритм MUSIC (MUltiple Signal Classification).
3. Изучить алгоритм ESPRIT (Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques).

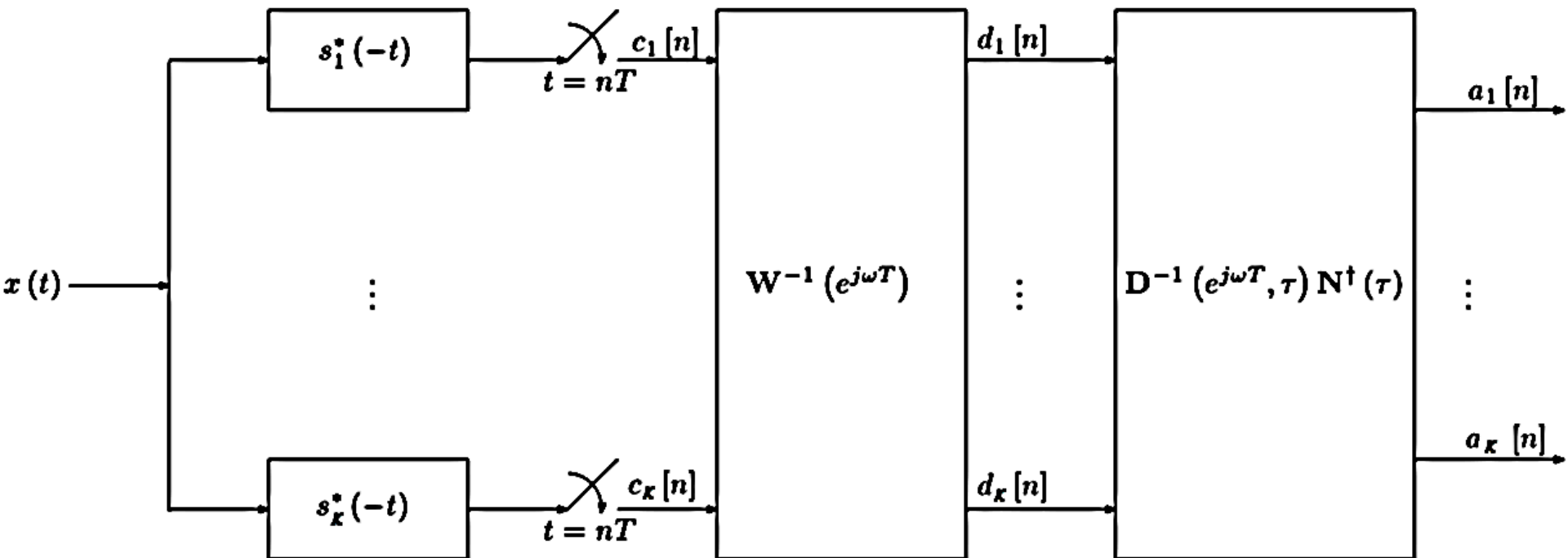
$$y(t) = \sum_{n=0}^{N-1} y_n g(t - nT) \quad (2)$$

$$x(t) = \hat{H}(y(t)) = \sum_{i=1}^{K_\tau} \sum_{n=0}^{N-1} a_i[n] g(t - \tau_i - nT) \quad (3)$$

$$a_i[n] = \sum_{j=1}^{K_{v,i}} \alpha_{ij} x_n e^{j2\pi v_{ij} nT}, \quad n = 0, \dots, N-1 \quad (4)$$

$$c_l(t) = \int x(t') s_l^*(t - t') dt' \quad (5)$$

Схема определения характеристик многочучевого канала



$$K \geq K_\tau$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{c}_l^{(T)}(t) &= \mathbf{c}_l(t) \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(t - kT) = \\
&= \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \mathbf{c}_l[k] \delta(t - kT), \quad l = 1, \dots, p
\end{aligned} \tag{6}$$

$$\mathbf{C}_l(e^{j\omega T}) = \sum_{k=1}^{K_\tau} \mathbf{A}_k(e^{j\omega T}) e^{-j\omega\tau_k}. \tag{7}$$

$$\cdot \frac{1}{T} \sum_{m \in \mathbb{Z}} \mathbf{S}_l^* \left(\omega - \frac{2\pi}{T} m \right) \mathbf{G} \left(\omega - \frac{2\pi}{T} m \right) e^{-j\omega \frac{2\pi}{T} m \tau_k}$$

$$\mathbf{A}_k(e^{j\omega T}) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \mathbf{a}_k[n] e^{-j\omega n T} \tag{8}$$

$$\vec{\mathbf{c}}(e^{j\omega T}) = \mathbf{M}(e^{j\omega T}, \boldsymbol{\tau}) \vec{\mathbf{b}}(e^{j\omega T}) \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
M_{lk} \left(e^{j\omega T}, \tau \right) &= \frac{1}{T} \sum_{m \in \mathbb{Z}} S_l^* \left(\omega - \frac{2\pi}{T} m \right) \\
&\cdot G \left(\omega - \frac{2\pi}{T} m \right) e^{j\omega \frac{2\pi}{T} m \tau_k}
\end{aligned} \tag{10}$$

$$B_k \left(e^{j\omega T} \right) = e^{-j\omega \tau_k} A_k \left(e^{j\omega T} \right) \tag{11}$$

$$F = \left[\frac{2\pi}{T} \gamma, \frac{2\pi}{T} (p + \gamma) \right] \tag{12}$$

$$M_{lk} \left(e^{j\omega T}, \tau \right) = \sum_{m=1}^p W_{lm} \left(e^{j\omega T} \right) N_{mk} \left(\tau \right) \tag{13}$$

$$\begin{aligned}
W_{lm} \left(e^{j\omega T} \right) &= \frac{1}{T} S_l^* \left(\omega + \frac{2\pi}{T} (m - 1 + \gamma) \right). \\
&\cdot G \left(\omega + \frac{2\pi}{T} (m - 1 + \gamma) \right)
\end{aligned} \tag{14}$$

$$N_{mk} (\tau) = e^{-j \frac{2\pi}{T} (m-1+\gamma) t_k} \tag{15}$$

$$\vec{c} \left(e^{j\omega T} \right) = W \left(e^{j\omega T} \right) N (\tau) \vec{b} \left(e^{j\omega T} \right) \tag{16}$$

$$\vec{d}\left(e^{j\omega T}\right) = W^{-1}\left(e^{j\omega T}\right)\vec{c}\left(e^{j\omega T}\right) \quad (17)$$

$$\vec{d}\left(e^{j\omega T}\right) = N(\tau)\vec{b}\left(e^{j\omega T}\right) \quad (18)$$

$$d[n] = N(\tau)b[n], \quad n \in \mathbb{Z} \quad (19)$$

$$G_{mm}\left(e^{j\omega T}\right) = G\left(\omega + \frac{2\pi}{T}(m-1+\gamma)\right) \quad (20)$$

$$0 < a \leq |G(\omega)| \leq b < \infty \quad \text{for } \omega \in F \quad (21)$$

Заключение

- При выполнении работы были изучены методы определения характеристик многолучевых каналов связи, а также алгоритмы MUSIC и ESPRIT, используемые в этих методах.

Список литературы

- **Ralph O. Schmidt.** Multiple emitter location and signal parameter estimation/ Ralph O. Schmidt. – Transactions on antennas and propagation, vol. AP-34, No. 3, March 1986
- **Richard R., Kailath T.** ESPRIT – estimation of signal parameters via rotational invariance techniques/ Richard R., Kailath T. – Transactions on acoustics, speech and signal processing, vol. 37, No. 7, July 1989
- **Воеводин В. В., Кузнецов Ю. А.** Матрицы и вычисления/ Воеводин В. В., Кузнецов Ю. А. – М: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984 – 320 с.
- **Kfir Gedalyahu, Yonina C. Eldar.** Time delay estimation from low rate samples: a union of subspaces approach/ Kfir Gedalyahu, Yonina C. Eldar. – Transaction on signal processing – TSP, vol. 58, No. 6, June 2010.