

Зеленко Г. В., Кадиев М.А., Рощин А. В.
Московский государственный университет
информационных технологий, радиотехники и
электроники

ОБ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДИНАМИЧЕСКОЙ СЕНСОРНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

2016

Критерий функциональной устойчивости сенсорной сети

$$D = \sum_{i=1}^M A^i$$

$$d_{ij} > 0, i \neq j, i = 1..M, j = 1..M$$

M – количество узлов исследуемой сети,

d_{ij} – элемент, находящийся на пересечении i -той строки и j -того столбца матрицы D .

Точечная оценка достижимости узлов

$$C = \sum_{k=0}^{2^M-1} \prod_{j=0}^{M-1} P_j(k)$$

$$P_j(k) = \begin{cases} A, B_j(k) = 1 \\ A^T, B_j(k) = 0 \end{cases} \quad B_j(k) = \begin{cases} 1, k \& 2^j \neq 0 \\ 0, k \& 2^j = 0 \end{cases}$$

A^T – транспонированная матрица,

$\&$ – побитовая операция над двоичными значениями (в данном случае, 2^j и k),

M – общее количество узлов сенсорной локальной сети,

$k = (0..2^{M-1})$ – индекс, описывающий все возможные комбинации переходов в сети с различной мощностью передатчиков в узлах.

Исследование функциональной устойчивости системы с динамической сенсорной локальной сетью

Вектор допустимых дистанций

$$R(t_s) = [r_1(t_s) \ \cdots \ r_M(t_s)]^T, t_s \in [t_0 \dots t_N]$$

Вектор состояния вершины графа

$$y^i(t_s) = \begin{bmatrix} y_1^i(t_s) \\ \vdots \\ y_v^i(t_s) \end{bmatrix}$$

Уравнение динамики узла сети

$$y^i(t_{s+1}) = \Phi^i y^i(t_s), y^i(t_0), i = 1 \dots M, s = 0 \dots (N-1),$$

Φ^i – матрица перехода динамической модели -того узла сети,

M – количество узлов сети (членов команды),

N – количество наблюдаемых моментов времени.

Прогноз состояния

$$\hat{y}^i(t_{s+1}) = \Phi^i y^i(t_s),$$

Построение ассоциированной матрицы сети по прогнозным значениям

$$\left\| \hat{y}^i(t_{s+1}) - \hat{y}^j(t_{s+1}) \right\|^2 < r_i(t_s) \rightarrow \hat{a}_{ij}(t_{s+1}) = 1,$$

$$\left\| \hat{y}^i(t_{s+1}) - \hat{y}^j(t_{s+1}) \right\|^2 \geq r_i(t_s) \rightarrow \hat{a}_{ij}(t_{s+1}) = 0,$$

$$\hat{A}(t_{s+1}) = \{\hat{a}_{ij}(t_{s+1})\}, i = 1..M, j = 1..M,$$

$$\left\| \hat{y}^i(t_{s+1}) - \hat{y}^j(t_{s+1}) \right\|^2 = [\hat{y}^i(t_{s+1}) - \hat{y}^j(t_{s+1})]^T [\hat{y}^i(t_{s+1}) - \hat{y}^j(t_{s+1})] \quad \text{- обычная эвклидова норма в трехмерном пространстве}$$

Оценка матрицы достижимости

$$\hat{C}(t_{s+1}) = \{\hat{c}_{ij}(t_{s+1})\}_{M \times M}$$

Проверка условия полной достижимости

$$\hat{c}_{ij}(t_{s+1}) > 0, i \neq j, i = 1..M, j = 1..M$$