

МЕТОД ОЦЕНКИ
СОСТОЯНИЙ УЗЛОВ
БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ НА
ОСНОВЕ МОДЕЛИ
НЕЧЕТКОГО КОНТРОЛЛЕРА

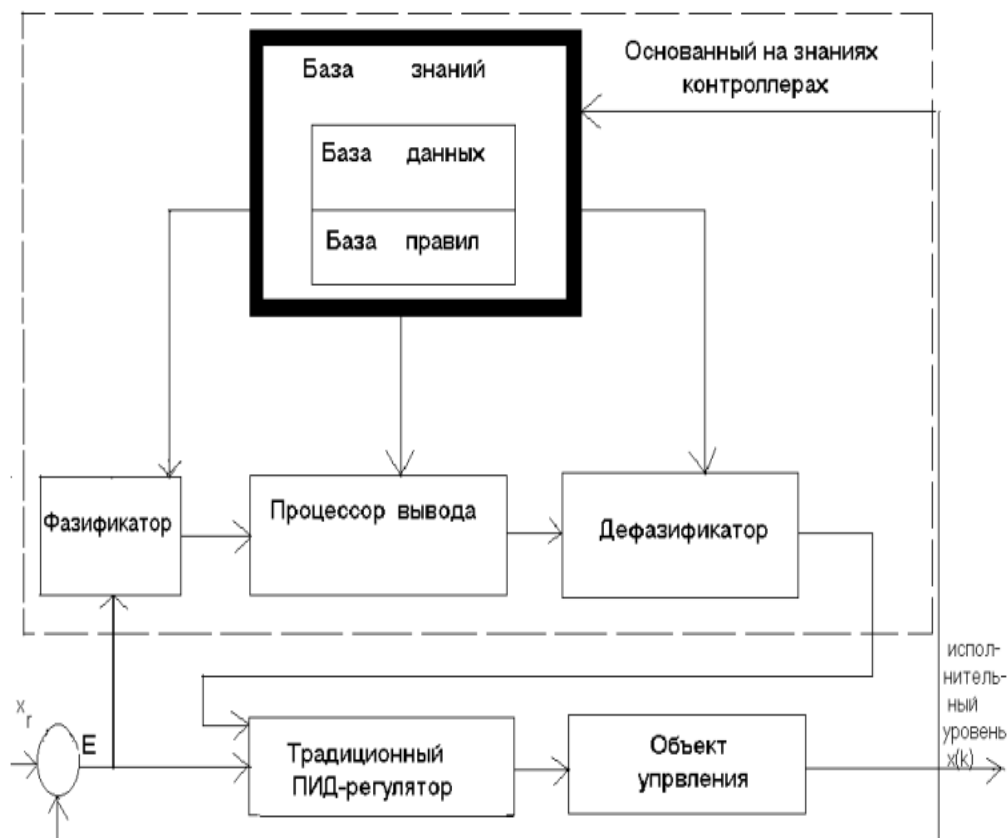
Особенности маршрутизации в подвижных сетях

Сложность задачи маршрутизации в сетях беспроводной сети передачи данных объясняется состоянием узла распределения информации.

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ О СОСТОЯНИИ УЗЛА СЕТИ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Координационный уровень

Состояние узлов сети определяется как некий обобщенный нечеткий параметр, характеризующий степень готовности (или возможности) обрабатывать информацию за заданный интервал времени. Данный параметр определяется через модель функционирования нечеткого контроллера.



Система уравнений, описывающая работу нечеткого контроллера

$$\{L_{ji}\}_{i=1}^k = \begin{cases} L_1 : \tilde{A}_1 \circ \tilde{R}_1 = \tilde{A}_1 \circ (\tilde{A}_{11} \rightarrow \tilde{A}_{21}) = \tilde{B}_1); \\ L_2 : \tilde{A}_2 \circ \tilde{R}_2 = \tilde{A}_2 \circ (\tilde{A}_{12} \rightarrow \tilde{A}_{22}) = \tilde{B}_2); \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ L_k : \tilde{A}_k \circ \tilde{R}_k = \tilde{A}_k \circ (\tilde{A}_{1k} \rightarrow \tilde{A}_{2k}) = \tilde{B}_k); \end{cases}$$

$$\tilde{B} = \bigcup_i^k \tilde{B}_i, \quad z = dfz\tilde{B}.$$

- « \rightarrow » – композиция нечетких отношений; « \rightarrow » – нечеткая импликация;
- $\{L_{ji}\}_{i=1}^k$ – база правил (совокупность нечетких продукционных правил) для j -го узла сети;
- \tilde{B}_k – локальный вывод из правил; \tilde{B} – общий вывод из базы правил ;
- \tilde{A}_{ik} – нечеткое априорное множество параметров контроля узлов сети;
- \tilde{A}_k – апостериорное нечеткое множество, образованное в результате процедуры фазификации $fuzz(x)$ преобразования физической (числовой) величины результата контроля параметров в нечеткую переменную;
- dfz – процедура дефазификации, т.е. – преобразование нечеткого множества в физическую переменную z . В нашем случае данной апостериорной переменной является степень готовности узла коммутации ρ_j к обработке информации.

В основе механизмов нечеткого логического вывода, ориентированных на лингвистические модели лежит схема рассуждений, называемая обобщенным «modus ponens»:

- ПРАВИЛО (Знание, априорное наблюдение):
«Если x есть \tilde{A} , то y есть \tilde{B} »
- ФАКТ (Наблюдение, измерение): « x есть \tilde{A}' »
- ВЫВОДЫ (Решение): « y есть \tilde{B}' »,

Правилу «если x есть \tilde{A} , то y есть \tilde{B} » соответствует нечеткая импликация $\tilde{A} \rightarrow \tilde{B}$, тогда заключение определяется на основе операции композиции « \circ » в виде:

$$\tilde{B}' = \tilde{A}' \circ \tilde{R} = \tilde{A}' \circ (\tilde{A} \rightarrow \tilde{B}),$$

или в терминах функций принадлежности в виде некоторых импликаций:

- Нечеткой импликации Заде (Zadeh)

$$\mu_R(x, y) = \max\{\min(\mu_A(x), \mu_B(y)), 1 - \mu_A(x)\};$$

- Нечеткой импликации Мамдани (Mamdani)

$$\mu_R(x, y) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(y)\};$$

$$\mu_{B'}(y) = \max_{x \in X} \min\{\mu_{A'}(x), \mu_{A \rightarrow B}(x, y)\}.$$

- Нечеткой импликации Лукашевича (Lukasiewicz)

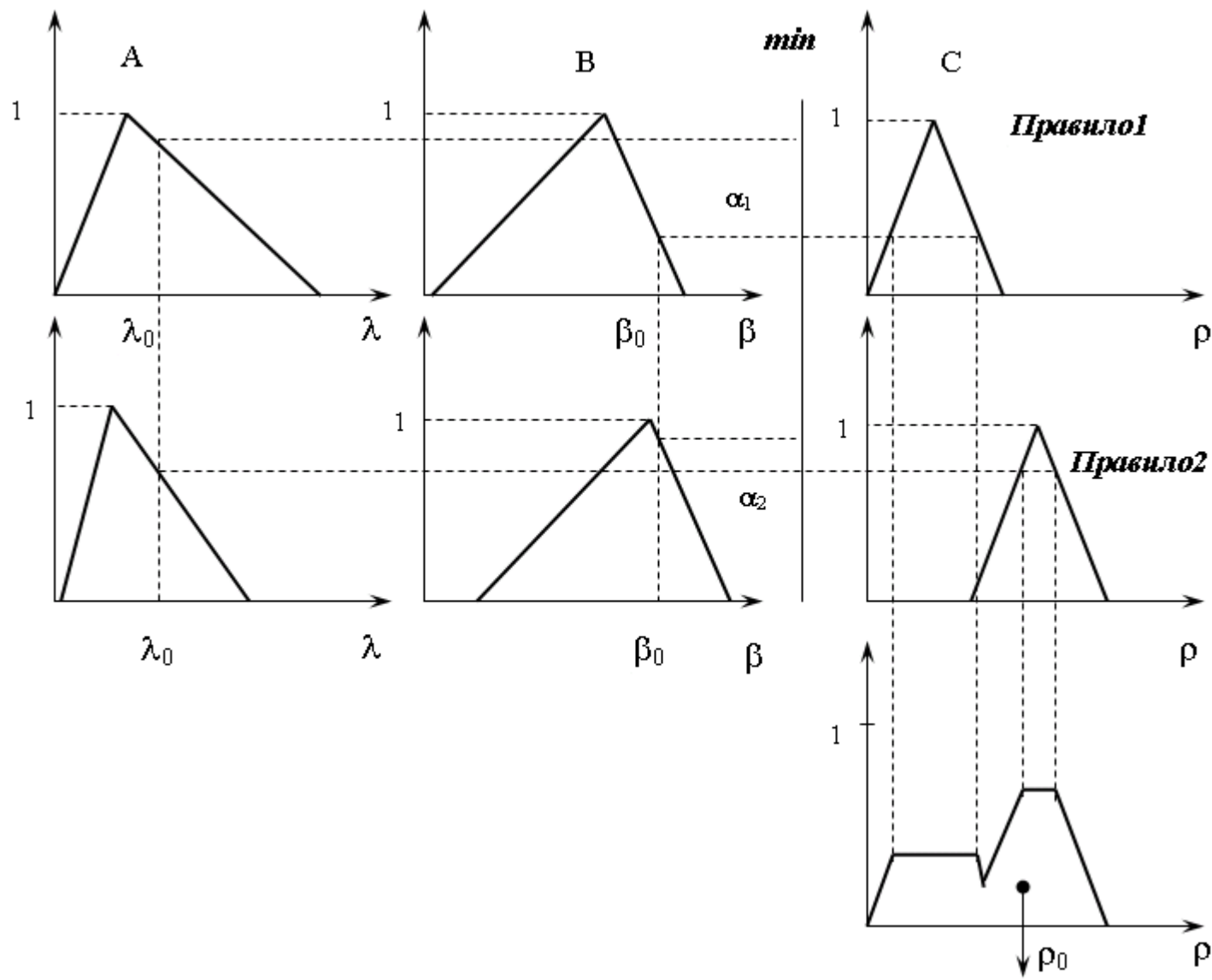
$$\mu_R(x, y) = \min\{1, 1 - \mu_A(x) + \mu_B(y)\}, \quad \text{или}$$

$$\mu_R(x, y) = \max\{0, \mu_A(x) + \mu_B(y) - 1\};$$

- Нечеткой вероятностной импликации

$$\mu_R(x, y) = \min\{1, 1 - \mu_A(x) + \mu_B(y)\mu_A(x)\}.$$

Графическая схема алгоритма нечеткого вывода для двух правил



МЕТОД ВЫБОРА МАРШРУТА

Как известно сеть связи представляется в виде графа $G\{A, L\}$ с множеством вершин узлов коммутации (УК) $A = \{a_i\}; i = \overline{1, S}$ и множеством ребер (или трактов передачи сообщений ТПС) $L = \{l_{ij} \mid i, j = \overline{1, S}; i \neq j\}$ соединяющих a_i и a_j вершины.

На основании графа $G\{A, L\}$ реализуются матрицы маршрутизации в сети на каждом транзитном УК, начиная с узла источника УИ, которые представляет собой матрицу размерностью

$$(S - 1) \cdot H_j : M^{(j)} = \|m_{iv}^{(j)}\|_{(S-1) \times H_j} = \begin{pmatrix} \overline{m_1^{(j)}} & \cdots & \overline{m_i^{(j)}} & \cdots & \overline{m_{j-1}^{(j)}} & \overline{m_{j+1}^{(j)}} & \cdots & \overline{m_S^{(j)}} \end{pmatrix}$$

$$\overline{m_i^{(j)}} = (m_{i1}^{(j)}, \dots, m_{iv}^{(j)}, \dots, m_{iH_j}^{(j)}), \quad v = \overline{1, H_j}; i, j = \overline{1, S}; i \neq j,$$

МЕТОД ВЫБОРА МАРШРУТА

Выбор маршрута производится по максимуму (минимуму) сумме $\bar{\rho}_{j0}$ каждого маршрута от узла источника $УК_i$ к узлу получателю $УК_j$, т.е. степени готовности (или возможности) обрабатывать информацию $\bar{\rho}_{j0}$ в j -м узле коммутации. Определим метрику каждого маршрута как:

$$v_{i^*k}(m_{i^*k}) = \sum_{j=1}^d \bar{\rho}_{0j}^{(k)}, \quad \bar{\rho}_{0j} \in [0,1],$$

где d – количество транзитных узлов в маршруте k . Тогда наиболее приемлемый маршрут от узла источника $УК_i$ к узлу получателю $УК_j$ будет определяться выражением:

$$m_i^* = \arg \max_k v_{ik}(m_{ik})$$

Заключение

Рассмотренные аналитические выражения позволяют организовать систему оценки состояний узлов коммутации, выбора наиболее приемлемого маршрута передачи информации на основе опыта экспертов в сложной ситуационной обстановке подвижных сетей связи, знания которых формализованы в виде нечетких логических правил вывода.