

Глод О.Д. Модель нечеткой обучаемой системы. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей IX Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2009. – С. 88-91.

МОДЕЛЬ НЕЧЕТКОЙ ОБУЧАЕМОЙ СИСТЕМЫ

О.Д. Глод

Технологический институт Южного федерального университета
в г. Таганроге, Россия

Предложена модель нечеткой обучаемой системы. Показано, что нечеткая обучаемая система является нечетким вероятностным автоматом.

Glod O.D. The model of fuzzy taught system.

The model of fuzzy taught system is suggested. It is shown that fuzzy taught system is a fuzzy probabilistic automaton.

Нечеткой обучаемой системой \tilde{L} называется объект $\tilde{L} = [\hat{U}, \hat{T}_{\zeta, t}]$, состоящий из нечеткого множества управляющих элементарных систем \hat{U} и нечетких правил функционирования этих систем, зависящих от статистики нечеткого управляемого процесса $\tilde{\xi}_t$ и допустимых нечетких правил выбора управления D . Функционирование нечеткой обучаемой системы происходит следующим образом. Обучаемая система, получив в такте времени t на входе сигнал x_t , вырабатывает очередное правило $\tilde{F}_t = \tilde{T}_{\zeta, t} \tilde{F}_{t-1}$, которое определяет выходной сигнал (действие).

Обучаемая система в каждый момент времени совершает действия в зависимости от предыстории: уже избранных действий и откликов на них управляемого процесса. Реализуемая такой системой стратегия нестационарна. Правила выбора управляющих действий зададим в виде матрицы вероятностей. Статистика ζ в момент времени t может, например, определяться как частота

появления положительных реакций к моменту времени t , т.е. $\zeta = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$, при условии, что $x_i = +1$. Определим лингвистическую переменную γ «Предпочтительность выбора правила смены правил действия» с терм-множеством $T(\gamma) = \{\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3\}$, где γ_1 – «Наиболее предпочтительный выбор», γ_2 – «Удовлетворительный выбор», γ_3 – «Наименее удовлетворительный выбор». В БД хранятся степени принадлежности нечетких переменных, заданных на базовом множестве $\tilde{F}_i \times \tilde{F}_j$. Определим лингвистическую переменную β

«Предпочтительность выбора правила смены действия» с терм-множеством $T(\beta) = \{\beta_1, \beta_2, \beta_3\}$, где β_1 – «Наиболее предпочтительный выбор», β_2 – «Удовлетворительный выбор», β_3 – «Наименее удовлетворительный выбор». В БД хранятся степени принадлежности нечетких переменных, заданных на базовом множестве D .

Рекуррентная процедура функционирования адаптивной обучаемой системы принятия решения в виде нечеткого вероятностного автомата представлена последовательностью

$$x_{t_0} \rightarrow \zeta_{t_0} \rightarrow \tilde{T}[\zeta_{t_0}, t_0] \rightarrow A_\alpha \rightarrow \tilde{F}t \rightarrow A_\chi \rightarrow \\ \rightarrow D_i \rightarrow y_1 \rightarrow \tilde{\xi}_{t_1}(\omega) \rightarrow x_{t_1} \rightarrow \dots$$

В начальный момент времени на устройство принятия решения от объекта управления поступает выходной сигнал x_{t_0} , затем набираются статистические данные для момента времени t_0 , затем происходит обращение к соответствующим данным, содержащим степени принадлежности для НП β_1 – «Наиболее предпочтительный выбор» $\tilde{T}[\zeta_{t_0}, t_0]$. Далее определяется

$A_\alpha = \{(\tilde{F}i, \tilde{F}j) \in \tilde{F}i \times \tilde{F}j / \mu_T(\tilde{F}i, \tilde{F}j) \geq \alpha\}$ – множество, состоящее из тех $(\tilde{F}i, \tilde{F}j)$, значение функции принадлежности для которых больше или равно уровню α .

Далее происходит выбор нечеткого правила смены правил $\tilde{F}t$ и определяется $A_\chi = \{D_i \in D / \mu_F(D_i) \geq \chi\}$ – множество, состоящее из тех D_i , значение функции принадлежности для которых больше или равно уровню χ . Происходит выработка управляющего действия y_1 , после чего осуществляется анализ реакции объекта $\tilde{\xi}_{t_1}(\omega)$ на управление и определяется значение x_{t_1} и т.д.

Для реализации цели управления – максимизации среднего выигрыша – следует найти такой алгоритм выбора управлений y_t , который для всякого нечеткого управляемого процесса с вероятностью единица обеспечит выполнение $\lim_{t \rightarrow \infty} y_t = y_{opt}$.

Если ввести нечеткую оценку \tilde{C} изменения управляемого процесса и исходя из этой оценки строить статистическую оценку $W_\sigma(y_t)$, то выбор действий в каждый такт времени t_i будет осуществлен в соответствии с заданными правилами (операторами), в которых учитывается нечеткая оценка \tilde{C} . Эти правила могут быть не только функциями, но и задаваться в виде некоторых высказываний.

Возможна следующая рекуррентная процедура. Так как выбор действий происходит на основании результатов розыгрыша в схеме случайных событий с вероятностями $F(N | x^{t+1}, y^t)$, то производится пересчет степеней принадлежности $\mu_F(F_{t+1}(N | x^{t+1}, y^t))$ с учетом статистики. Рекуррентная процедура управления представляет собой последовательность

$$\begin{aligned} & \tilde{T}_{\zeta_{t_0}, t_0}[\{\tilde{F}, t_0\}] = y_0 \rightarrow \varepsilon_{t_1}(\omega) \rightarrow \{\varepsilon(\omega)\} \rightarrow x_{t_1} \rightarrow W_{\sigma}^{\sim}(t_1) \\ & \rightarrow J[\{\tilde{F}, t_0\}] \rightarrow \tilde{T}_{\zeta_{t_1}, t_1}[\{\tilde{F}, t_1\}] = y_1 \rightarrow \varepsilon_{t_2}(\omega) \rightarrow \{\varepsilon(\omega)\} \rightarrow x_{t_2} \rightarrow \dots \end{aligned}$$

В начальный такт времени t_0 выбирается начальное управление y_0 на основании нечеткого правила \tilde{T} и начальной статистики ζ_{t_0} . Управление y_0 подается на вход объекта управления. Наблюдаемый случайный процесс $\varepsilon_{t_1}(\omega)$ анализируется и определяется реакция $x_t = x_1$ на управление y_0 . Выполняется по правилу J преобразование степеней принадлежности μ_F . Затем для такта времени t_1 выбирается управление y_1 и т.д.

Запишем обучаемую систему $\tilde{L} = [\hat{U}, \tilde{T}_{\zeta, t}]$ в более подробной форме $\tilde{L} = (X, \tilde{S}, Y; \tilde{T}_{\zeta, t})$, где X и Y – множества входных и выходных сигналов; $\tilde{S} = (\tilde{F}, R_m, X^\infty \times Y^\infty)$ – множество состояний. Из описания \tilde{L} известно, что нечеткая функция перехода $\tilde{T}_{\zeta_t, t}$ показывает преобразование нечетких правил выбора действий \tilde{F} , статистики ζ и содержимое памяти. Так как преобразования являются функциями времени, то можно сказать, что нечеткая обучаемая система \tilde{L} является нечетким вероятностным автоматом.