

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Раскин Л.Г., Серая О.В., Фищукова Н.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Традиционная постановка задачи оптимального управления состоит в отыскании управления, минимизирующего функционал $J(u) = 0.5 \int_0^{T_0} (X^T Q X + U^T(t) R U(t)) dt$ на множестве решений системы дифференциальных уравнений $\dot{X}(t) = AX(t) + BU(t) + W(t)$ где $\dot{X}(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))^T$ – вектор состояния системы в момент t , $U(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t))^T$ – вектор управления, $W(t) = (w_1(t), w_2(t), \dots, w_n(t))^T$ – вектор ошибок оценивания состояния.

Хорошо изученным является подход к решению этой задачи, обеспечивающий отыскание управления, оптимального в среднем. Вместе с тем, среднее значение критерия не вполне адекватно характеризует качество управления, так как неконтролируемые реализации вектора возмущений могут приводить к существенным отклонениям соответствующего значения критерия от его среднего. Если ошибки оценивания состояния считать случайными величинами, то, как можно показать, случайное значение критерия будет определяться соотношением

$$J(u) = 0.5[X^T(0)S(0)X(0) + X^T(T_0)S(T_0)X(T_0)] + \int_0^{T_0} X^T(t)S(t)W(t)dt \quad (1)$$

где $S(t)$ – решение матричного уравнения Риккати, $\dot{S}(t) = -S(t)A - A^T S(t) + S(t)BR^{-1}B^T S(t)$. При этом исчерпывающая информация для расчета значения критерия содержится в законе распределения этой случайной величины. Однако, в силу понятных причин, такая трактовка неопределенности в отношении состояния системы во многих случаях является чрезмерно обязывающей. Гораздо менее требовательно описание ошибок оценивания состояния в терминах теории нечетких множеств. Введем набор $M^T = (\mu_1(x_1), \mu_2(x_2), \dots, \mu_n(x_n))$ функций принадлежности ошибок оценивания координат траектории движения системы. Теперь задача описания неопределенности значения критерия состоит в построении функции принадлежности нечеткого его значения. Если считать, что параметры функций принадлежности – константы, то соотношение (1) упростится следующим образом

$$J(U) = L(U) + F(U)W, \quad (2)$$

где $L(U) = 0.5[X^T(0)S(0)X(0) + X^T(T_0)S(T_0)X(T_0)]$,

$F(U) = \int_0^{T_0} X^T(t)S(t)dt = (F_1(U), F_2(U), \dots, F_n(U))$, $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ –

вектор нечетких оценок координат траектории движения системы. Соотношение (2) позволяет по известным функциям принадлежности нечетких оценок состояния системы получить функцию принадлежности нечеткого значения (2). Теперь с использованием полиномиальных описаний функций управления задача отыскания оптимального их набора может быть сведена к задаче математического программирования.