

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ ИНТЕРВАЛЬНО-ЗАДАНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

© Г. А. Самигулина

galinasamigulina@mail.ru

Институт проблем информатики и управления, Алматы, Казахстан

Введение. Современное развитие сложных нелинейных динамических систем высокой размерности, когда переменные, характеризующие систему, задаются приближенно в рамках некоторого интервала, приводит к острой необходимости разработки новых интеллектуальных информационных технологий для управления данным классом систем. В связи с этим особый интерес представляют нетрадиционные методы. Актуальным является применение биологического подхода Искусственных Иммунных Систем (ИИС), который основан на принципах обработки информации молекулами белка.

Прототипом ИИС выступает иммунная система человека, высоко-параллельные механизмы функционирования которой поражают своим быстродействием, эффективностью и экономичностью. Привлекает способность естественных биологических систем решать многомерные задачи огромной вычислительной сложности в реальном масштабе времени.

1. Постановка задачи. Для исследования динамических свойств интервально-заданных систем управления используется метод квазирасщепления [1]. Данный метод позволяет с помощью алгебраических проекторов декомпозировать сложную систему управления на взаимосвязанные подсистемы меньшей размерности, но эквивалентные по динамическим свойствам исходной системе.

Задача исследования формулируется следующим образом: разработать интеллектуальную технологию прогнозирования асимптотической устойчивости интервально-заданного объекта управления на основе метода квазирасщепления и биологического подхода Искусственных Иммунных Систем с целью прогнозирования поведения сложной системы и оперативного управления текущей ситуацией в реальном масштабе времени.

2. Алгоритм решения задачи. Для решения поставленной задачи используется следующий обобщенный алгоритм:

Шаг 1. Разработка алгебраических операторов проектирования для интервально-заданной системы управления.

Шаг 2. Процедура погружения интервального пространства в евклидово пространство, при котором сохраняются алгебраические и топологические структуры интервального пространства.

Шаг 3. С использованием операторов проектирования получение математической модели нелинейной интервально-заданной системы управления в виде квазирасщепленных подсистем.

Шаг 4. Классификация областей решений квазирасщепленных подсистем.

Шаг 5. Нормировка входных признаков. Выделение информативных признаков на основе методов факторного анализа и снижение размерности анализируемого пространства признаков.

Шаг 6. Создание оптимальной структуры иммунной сети по весовым коэффициентам информативных признаков.

Шаг 7. Создание с помощью экспертов временных рядов, состоящих из информативных признаков характеризующих каждый класс, которые рассматриваются как антигены. Для улучшения специфичности узнавания сворачивание временных рядов в матрицы управления, являющиеся эталонами для каждого класса. Сингулярное разложение данных эталонных матриц управления и определение правых и левых сингулярных векторов.

Шаг 8. Процедуры обучения иммунной сети с учителем или без учителя.

Шаг 9. Создание матриц управления - образов по временным рядам информативных признаков. Матрицы образов рассматриваются как антитела.

Шаг 10. Определение минимальной энергии связи между формальными пептидами (анти-телами и антигенами) и решение задачи распознавания образов.

Шаг 11. Оценка энергетических ошибок ИИС [2] при решении задачи распознавания образов на основе свойств гомологичных белков.

Шаг 12. Процедура расчета коэффициентов риска прогнозирования.

Шаг 13. Определение асимптотической устойчивости интервальной системы управления по квазирасщепленным подсистемам.

Шаг 14. Комплексное прогнозирование поведения сложных интервальных систем управления и оперативная корректировка управления в реальном масштабе времени.

При разработке данной интеллектуальной экспертной системы управления используется уникальная информационная технология, которая состоит из двух ключевых моментов. На первом этапе осуществляется предварительная обработка данных на основе методов факторного анализа, позволяющая создать эффективные алгоритмы обучения ИИС. Вторая особенность связана с устранением погрешностей энергетических оценок ИИС при решении задачи распознавания образов на основе свойств гомологичных белков. Погрешности ИИС возникают за счет неполноты данных, корреляции данных и ошибок измерения. Особенно эта проблема актуальна для схожих по структуре пептидов, которые имеют примерно одинаковые параметры и находятся на границах классов. Из-за энергетических погрешностей они могут быть отнесены по ошибке не в свой класс, что существенно влияет на достоверность прогноза и может привести к аварийной ситуации.

Закключение. Полученные результаты имеют большие перспективы развития в самых различных областях техники, науки, медицины и образования: управление сложными современными производственными процессами, защита информации, виртуальное обучение в компьютерных сетях, прогноз природных и антропогенных катастроф.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самигулина Г. А Исследование интервальных систем управления с применением подхода квазирасщепления // Математический журнал. Алматы: Институт математики, 2004. Т. 4, № 1(11). С. 155–160.
2. Samigulina G. A., Chebeiko S. V. Technology of elimination errors of the energy estimations of Artificial Immune Systems of the forecasting plague // Proceedings of the sixth International conference on Computational Intelligence and Natural Computation. Cary, North Carolina, USA. 2003. С. 1693–1696.