

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ

Бағыт Аида Бағытқызы

Атырауский университет им. Х.Досмухамедова
г.Атырау, Казахстан

Аннотация

В данной статье рассматривается разработка нечеткой модели управления, основанной на интеграции экспертных знаний и методов нечеткой логики. Обоснована актуальность применения нечеткой логики в задачах, где отсутствует точная математическая модель объекта управления, либо имеются качественные зависимости, представленные экспертами. Приведён алгоритм построения нечеткой модели, включающий этапы формализации знаний, построения нечетких правил и логического вывода. Проведено сравнение с традиционными методами управления. Предложенная модель может быть применена в различных прикладных задачах, таких как управление технологическими процессами, интеллектуальное регулирование и принятие решений в условиях неопределённости.

Введение

Современные системы управления всё чаще сталкиваются с задачами, в которых традиционные методы, основанные на точных математических моделях, оказываются неэффективными или неприменимыми. Это особенно актуально в случаях, когда объект управления сложен, имеет нелинейный или стохастический характер, либо когда знаний о системе недостаточно для построения формальной модели. В таких ситуациях на помощь приходят методы нечеткой логики, позволяющие использовать качественные оценки и экспертные суждения для построения управляющих воздействий.

Одним из направлений применения нечеткой логики является построение интеллектуальных систем управления, где в качестве основы модели используются экспертные знания, формализованные в виде нечетких правил. Такая интеграция знаний и алгоритмов позволяет повысить адаптивность и устойчивость системы к внешним воздействиям и неопределённости.

1. Основные понятия и принципы нечеткой логики Нечеткая логика была впервые предложена Лотфи Заде в 1965 году как способ описания неопределенности и нечёткости, присущих реальным системам. В отличие от классической логики, где каждое утверждение либо истинно, либо ложно, нечеткая логика позволяет значения между 0 и 1, описывая степень принадлежности элемента к некоторому нечеткому множеству.

Основными компонентами нечеткой модели являются:

- Лингвистические переменные — переменные, значения которых выражаются словами (например, "низкая температура", "средняя скорость").
- Функции принадлежности — определяют степень принадлежности значений лингвистическим переменным.
- База правил — набор логических правил, формируемых на основе экспертных знаний.
- Механизм логического вывода — алгоритм, определяющий выход системы на основе входов и базы правил.

- Механизм дефаззификации — преобразование нечеткого результата в чёткое управляющее воздействие.

2. Этапы построения нечеткой модели на основе экспертных знаний

1. Сбор и формализация экспертных знаний. На данном этапе проводится опрос экспертов, анализируется предметная область и выделяются основные параметры, влияющие на объект управления.

2. Определение лингвистических переменных и их терм-множеств. Например, переменная "температура" может принимать значения "низкая", "средняя", "высокая".

3. Построение функций принадлежности. Функции могут быть треугольными, трапециевидными, гауссовыми и др., в зависимости от требований к точности и особенностей системы.

4. Формирование базы правил. Правила задаются в виде: Если температура высокая и давление низкое, то уменьшить мощность нагрева.

5. Реализация алгоритма логического вывода. Наиболее часто используется метод Мамдани.

6. Дефаззификация. Получение чёткого значения управляющего воздействия.

3. Пример применения: управление температурой в технологическом процессе

В рамках исследования была разработана нечеткая модель регулирования температуры на основе экспертных оценок. В качестве входных переменных использовались:

- Отклонение текущей температуры от заданного значения.
- Скорость изменения температуры.

Выходная переменная — мощность нагревательного элемента.

База правил включала экспертные суждения вида:

- Если отклонение большое и скорость увеличивается, то мощность снизить резко.
- Если отклонение малое и скорость убывает, то мощность оставить без изменения.

Модель была реализована в среде MATLAB Fuzzy Logic Toolbox и протестирована на симуляционной модели. Полученные результаты показали устойчивость и адаптивность системы управления к внешним воздействиям и флуктуациям температуры.

4. Сравнительный анализ с классическими методами управления

В отличие от ПИД-регуляторов, нечеткая система управления не требует точной модели объекта и способна эффективно функционировать при изменении параметров и в условиях неопределенности. Кроме того, использование экспертных знаний позволяет учитывать практический опыт и интуитивные правила, что часто невозможно в классическом управлении.

Заключение

Разработка нечеткой модели управления на основе экспертных знаний является перспективным направлением в области интеллектуальных систем. Такие модели особенно эффективны при управлении сложными, слабоформализуемыми объектами. В дальнейшем планируется расширить модель за счёт адаптивной настройки параметров на основе данных, полученных в ходе эксплуатации системы.

Список использованной литературы

1. Заде Л. А. Нечеткие множества // Информатика и управление. — 1965. — № 8. — С. 28–44.

2. Мамдани Э. Х., Асилиан С. Опыт применения нечетких алгоритмов управления сложными системами // Automation. — 1975.

3. Кулешов О. И. Нечеткие множества и интеллектуальные системы. — М.: Высшая школа, 2003.

4. Дубинский А. Я. Интеллектуальные системы управления. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
5. Ross T. J. Fuzzy Logic with Engineering Applications. — Wiley, 2010.
6. Driankov D., Hellendoorn H., Reinfrank M. An Introduction to Fuzzy Control. — Springer, 1996.