



УДК 517.958:537.8

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО КОНТРОЛЛЕРА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ДВИГАТЕЛЯ

А.В. Ганцевский gantsievskii@sfedu.ru, Ю.А. Заргарян yazargaryan@sfedu.ru

Южный федеральный университет, г. Таганрог

В данной статье рассматривается проблематика традиционных методов ПИД-регулирования способных обеспечить приемлемое качество управления в автоматизированной системе управления частотой вращения ротора двигателя. Приводится обоснование целесообразности применения методов нечеткой логики (для построения автоматизированной системы управления частотой вращения ротора двигателя). Приводится общая структура нечеткого микроконтроллера, лингвистических переменных и функции принадлежности

Ключевые слова: система управления, автоматизированная система, функция принадлежности, ротора двигателя, нечеткий контроллер, лингвистическая переменная, нечеткая логика

APPLICATION OF THE FUZZY CONTROLLER IN THE SYSTEM ENGINE ROTOR SPEED CONTROL

A.V. Gantsievskii, Yu.A. Zargaryan

Southern Federal University, Taganrog

This article discusses the problems of traditional methods of PID control capable of providing an acceptable quality of control in an automated control system of the engine rotor speed. The substantiation of the expediency of applying the methods of fuzzy logic is given (for building an automated control system for the speed of the rotor of the engine). The general structure of a fuzzy microcontroller, linguistic variables and the function of belonging is given

Keywords: control system, automated system, accessory function, motor rotor, fuzzy controller, linguistic variable, fuzzy logic

В настоящее время разработаны многочисленные методы, позволяющие исследовать и создавать автоматизированные системы управления частотой вращения ротора двигателя. Однако они не рассчитаны на резкие, непредвиденные изменения ситуации, связанные с влиянием внешних возмущающих факторов (изменение направления, скорости ветра, появления помех, возникновение аварийных ситуаций, требующих перехода системы в специальные режимы работы или немедленной остановки) [1-6].

Так же с помощью традиционных методов ПИД-регулирования невозможно обеспечить приемлемое качество управления в автоматизированной системе управления частотой вращения ротора двигателя.

Таким образом, числовая информация, поступающая от датчиков (значение угла отклонения, угловой скорости, скорости), не позволяет, найти решение формальными методами при существующих ограничениях. В этом случае или нужно существенно округлять исходные данные, что может привести к получению неверного результата, или воспользоваться знаниями экспертов, которые выражаются в нечеткой словесной форме. Таким образом, наиболее целесообразным в сложившихся условиях представляется использование методов нечеткой логики для построения автоматизированной системы управления частотой вращения ротора двигателя.



Рассмотрим особенности применения аппарата нечетких множеств и нечеткой логики для решения данной задачи. Обработка нечеткой информации в задачах принятия решений (ПР) обеспечивается применением лингвистического подхода (аппарата нечеткой логики).

В рамках лингвистического подхода в качестве переменных допускаются не только числа, но слова и предложения естественного языка, а аппаратом их формализации является теория нечетких множеств. Лингвистический подход при построении моделей принятия решений (ПР) позволяет [4]:

- применять для описания элементов задачи ПР приближенные, субъективные оценки экспертов, выраженные с помощью нечетких понятий, отношений и высказываний профессионального языка лиц, принимающих решения (ЛПР);
- формализовать нечеткие описания с помощью нечетких множеств, лингвистических переменных и нечетких свидетельств;
- оперировать полученными формализованными объектами посредством аппарата, развиваемого на основе теории нечетких множеств;
- представлять результаты решения задачи как в виде нечетких описаний с использованием понятий и отношений профессионального языка экспертов, так и в виде четких рекомендаций;
- формализация нечетких понятий и описаний профессионального языка ЛПР обеспечивается введением понятий нечеткой и лингвистической переменных, нечеткого множества и отношения, что обеспечивает переход от словесных описаний элементов задач ПР к числовым представлениям.

Наиболее важным применением теории нечетких множеств являются контроллеры нечеткой логики. Их функционирование несколько отличается от работы обычных контроллеров; для описания системы вместо дифференциальных уравнений используются знания экспертов. Эти знания могут быть выражены с помощью лингвистических переменных, которые описаны нечеткими множествами [5].

Общая структура микроконтроллера, использующего нечеткую логику, показана на рисунке 1. Она содержит:

- блок фаззификации;
- базу знаний;
- блок решений;
- блок дефаззификации.

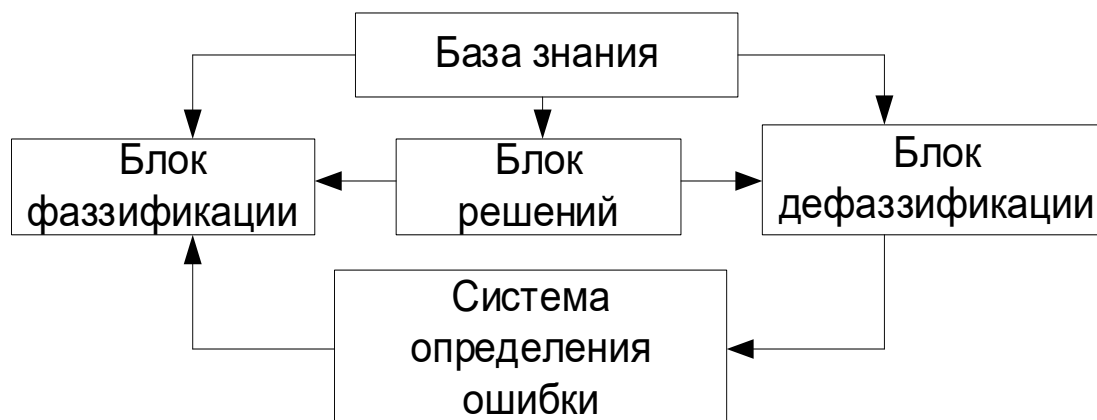


Рис. 1. Общая структура нечеткого микроконтроллера



Блок фаззификации преобразует четкие величины, измеренные на выходе объекта управления, в нечеткие величины, которые описаны лингвистическими переменными в базе знаний [6].

Блок решений использует нечеткие условные (if - then) правила, заложенные в базу знаний, для преобразования нечетких входных данных в необходимые управляющие влияния, которые также носят нечеткий характер.

Блок дефаззификации превращает нечеткие данные с выхода блока решений в четкую величину, которая используется для управления объектом.

В качестве примера известных микроконтроллеров, использующих нечеткую логику, можно назвать 68HC11, 68HC12 фирмы Motorola, MCS-96 фирмы Intel, а также некоторые другие.

Все системы с нечеткой логикой функционируют по одному принципу: показания измерительных приборов: фаззифицируются (превращаются в нечеткий формат), обрабатываются, дефаззифицируются и в виде обычных сигналов подаются на исполнительные устройства.

Рассмотрим случай управления частотой вращения ротора двигателя, задачей которого является ускорение и замедление частоты вращения ротора двигателя. Введем две лингвистические переменные: КАЧЕСТВО ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ и МОЩНОСТЬ ОТБИРАЕМОЙ МОЩНОСТИ.

Рассмотрим лингвистическую переменную МОЩНОСТЬ. Ее значения можно определить термами ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ, ВЫСОКАЯ, СРЕДНЯЯ, НИЗКАЯ и ОЧЕНЬ НИЗКАЯ. Для физической реализации лингвистической переменной необходимо определить точные физические значения термов этой переменной.

Пусть переменная КАЧЕСТВО может принимать любые значения из диапазона от нуля до бесконечности. Согласно теории нечетких множеств, в таком случае каждому значению расстояния из указанного диапазона может быть поставлено в соответствие некоторое число от нуля до единицы, которая определяет степень принадлежности данного физического качества (допустим 0.5) до того или другого терма лингвистической переменной КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Степень принадлежности определяем функцией принадлежности $M(d)$, где d – показатель качества. В нашем случае качество 0.5. Можно задать степень принадлежности до терма ОЧЕНЬ ВЫСОКОЕ равное 0,8, а до терма ПЛОХОЕ - 0,3 (рис. 2). Конкретное определение степени принадлежности проходит только при работе с экспертами.

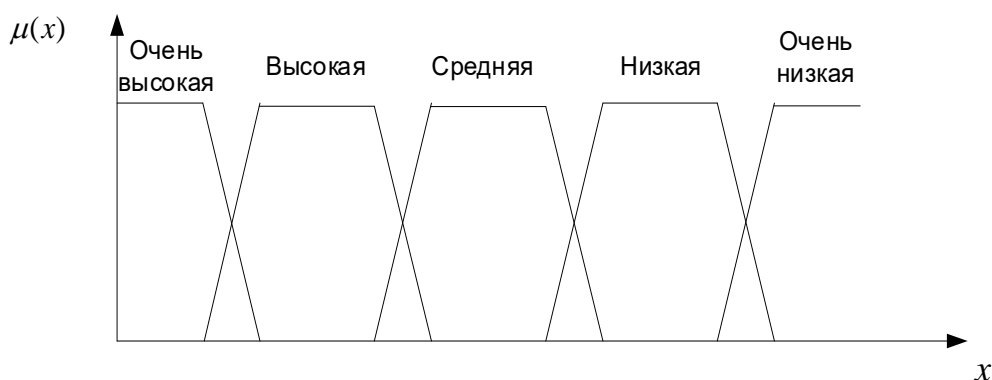


Рис. 2 - Лингвистическая переменная и функция принадлежности



Переменной МОЩНОСТЬ, которая принимает значения в диапазоне от 0 до 1200 Вт.

Таким образом, система управления с нечеткой логикой будет работать по следующему принципу: данные от сенсоров про состояние мощности до и качество переходной характеристики будут фаззифицированы, обработаны согласно табличным правилам, дефаззифицированы, и полученные данные, в виде управляющих сигналов поступают на приводы двигателя.

Коротко перечислим преимущества fuzzy-систем по сравнению с другими:

- возможность оперировать нечеткими входными данными: например, непрерывно изменяющиеся во времени значения (динамические задачи), значения, которые невозможно задать однозначно (результаты статистических опросов, рекламные компании и т.д.);
- возможность нечеткой формализации критериев оценки и сравнения: оперирование критериями "большинство", "возможно", "преимущественно" и т.д.;
- возможность проведения качественных оценок как входных данных, так и выходных результатов: оперируется не только значениями данных, но и их степенью достоверности (не путать с вероятностью!) и ее распределением;
- возможность проведения быстрого моделирования сложных динамических систем и их сравнительный анализ с заданной степенью точности: оперируя принципами поведения системы, описанными fuzzy-методами, во-первых, нет много временных затрат на выяснение точных значений переменных и составление описывающих уравнений, во-вторых, возможность оценить разные варианты выходных значений.

Все вышеизложенной позволяет сделать вывод о том, что наиболее целесообразным в сложившихся условиях представляется использование методов нечеткой логики (нечеткого контроллера) для построения автоматизированной системы управления частотой вращения ротора двигателя.

Список цитируемой литературы

1. В.Н. Буров, В.Я. Фролов Силовая электроника. Полупроводниковые преобразователи для управления асинхронными двигателями и их энергетические показатели: учебное пособие для вузов по направлению подготовки магистров "Техническая физика"; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет -- Санкт-Петербург, 2014.
2. Жаворонков М. А. Электротехника и электроника: уч. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. – М.: Академия, 2005. – 400с.
3. Касаткин А. С. Курс электротехники: учеб. для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - 9-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2007. - 542 с.
4. Zargarjan E.V., Zargarjan Ju.A., Finaev V.I. Information support for the training of fuzzy production account balance in the conditions of incomplete data. В сборнике: INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND DIDACTICS IN TEACHING (ITDT-2016). collected papers. 2016. С. 128-138.
5. Соловьев В.В., Заргарян Е.В., Заргарян Ю.А., Белоглазов Д.А., Косенко Е.Ю. Проектирование и моделирование объемного гидропривода. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. – 97 с.
6. Финаев В.И., Заргарян Ю.А., Заргарян Е.В., Соловьев В.В. Формализация групп подвижных объектов в условиях неопределённости для выбора управляющих решений. // Информатизация и связь. 2016. № 3. С. 56-62.