

Восточно-Европейский
ЖУРНАЛ
передовых технологий



Східно-Європейський
ЖУРНАЛ
передових технологій

- Информационные технологии
- Системы управления

4/3 (40) 2009

Содержание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 4 Применение компьютерных технологий при разработке информационной системы предприятия
 Е.П. Павленко, Д.Ю. Гниденко
- 7 Використання адаптивних онтологій в інтелектуальних системах прийняття рішень
 В.В. Литвин, В.Я. Крайовський, Н.Б. Шаховська
- 12 Разработка архитектуры интеграции нескольких информационных систем
 А.А. Воскобойникова
- 15 Проблемы и задачи инвестиционной деятельности в сфере высшего образования
 О.Ю. Чередниченко, И.В. Лютенко
- 20 Защита речевых сигналов в системах мобильной связи с помощью гаммирования
 В.С. Волотка, А.А. Астраханцев, Е.М. Семашко

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

- 24 Мікропроцесорні пристрої захисту в автоматичних системах обліку електроенергії
 С.А. Приведений, В.Ф. Рой
- 26 Метод оценки результативности процессов системы управления качеством предприятия
 Г.М. Трищ

- 30 Исследование функции времени вступления поезда в опасную зону железнодорожного
переезда
 О.А. Германенко
- 34 Ідентифікація математичної моделі технічного стану нагнітачів природного газу
 М.І. Горбійчук, С.Т. Самуляк, І.В. Щупак
- 39 Синтез нейронных сетей с фрактальной структурой
 Д.А. Юрков
- 44 Удосконалення наукового підходу до розрахунку висоти сортувальної гірки
 О.М. Огар
- 48 Оценка спектральных характеристик ЧМН-2 сигналов, формируемых с помощью синтезатора
частот косвенного типа
 В.С. Сыроветник
- 52 Багатопараметричний регулятор на основі нечіткої логіки
 Д.О. Кроніковський, А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Б. Бойник

Доктор технических наук, профессор.
Украинская Государственная Академия
железнодорожного транспорта. УКРАИНА

Т. В. Бутько

Доктор технических наук, профессор.
Украинская Государственная Академия
железнодорожного транспорта. УКРАИНА

М. Д. Годлевский

Доктор технических наук, профессор.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

В. Н. Гринева

Доктор экономических наук, профессор.
Харьковский государственный экономический университет. УКРАИНА

В. Г. Дашко

Доктор технических наук, профессор.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

Д. А. Демин

Кандидат технических наук, доцент.
Технологический Центр. УКРАИНА

М. Д. Кац

Доктор технических наук, профессор.
Восточноевропейский национальный университет имени В. Даля. УКРАИНА

Б. В. Клименко

Доктор технических наук, профессор.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

Г. И. Львов

Доктор технических наук, профессор.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

П. Г. Перерва

Доктор экономических наук, профессор.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

А. А. Пермяков

Доктор технических наук, профессор.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

М. А. Подригало

Доктор технических наук, профессор.
Национальный автомобильный технический университет. УКРАИНА

А. Е. Попов

Кандидат экономических наук, доцент.
Харьковский государственный экономический университет. УКРАИНА

Л. А. Рыбак

Доктор технических наук, профессор.
Старооскольский технологический институт. РОССИЯ

В.Б. Самородов

Доктор технических наук, профессор.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

В. Н. Самсонкин

Доктор технических наук, профессор.
Государственный научно-исследовательский центр
железнодорожного транспорта Украины. УКРАИНА

Ю. В. Соболев

Доктор технических наук, профессор.
Украинская Государственная Академия
железнодорожного транспорта. УКРАИНА

А. Л. Становский

Доктор технических наук, профессор.
Одесский государственный политехнический университет. УКРАИНА

В. В. Стариков

Кандидат физико-математических наук, доцент.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

Р. Д. Сытник

Доктор технических наук, профессор.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт». УКРАИНА

А. Д. Тевяшев

Доктор технических наук, профессор.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники. УКРАИНА.

Т. А. Терещенко

Доктор технических наук, профессор.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт». УКРАИНА

В. Я. Терзиян

Доктор технических наук, профессор.
Университет Юваскюля. ФИНЛЯНДИЯ.
Харьковский Национальный университет радиоэлектроники. УКРАИНА

И. А. Фурман

Доктор технических наук, профессор.
Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства. УКРАИНА

Главный редактор

И. Г. Филиппенко

Доктор технических наук, профессор.
Украинская Государственная Академия
железнодорожного транспорта. УКРАИНА

Дизайн обложки

А. Н. Сергиенко

Агестовано

Вищою Атестаційною Комісією України
Перелік № 12 постанови Президії ВАК № 1-05.36 від 11.06.03

Рекомендовано

Ученым Советом

Украинской Государственной Академии
железнодорожного транспорта
протокол № 5 от 26.05.2009

Свидетельство о государственной регистрации журнала
КВ № 6520 от 13.09.2002

Адрес редакции и издательства:

Украина, 61145, г. Харьков, ул. Новгородская, 3-а,
Технологический Центр
тел. +38 (057) 750-89-90

E-mail: nauka@jet.com.ua

Сайт: <http://www.jet.com.ua>

Подписано в печать 25.05.2009 г. Формат 60 × 84 1/8.

Цена договорная.

Частичное или полное тиражирование любым способом
материалов, опубликованных в этом издании, разрешается
только с письменного согласия редакции

Подписка:

оформляется через подписные агентства

«Идея»

«Периодика»

«Визард»

или через редакцию

УДК

БАГАТО-ПАРАМЕТРИЧНИЙ РЕГУЛЯТОР НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Д.О. Кроніковський

Магістрант*

Контактний тел.: 8 (044) 530-67-55

E-mail: extrmdim@ukr.net

А.П. Ладанюк

Доктор технічних наук, професор, завідуючий кафедрою*

Контактний тел.: 8 (044) 289-52-83

E-mail: ladanyuk@nuft.edu.ua

Н.М. Луцька

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: 8 (044) 513-08-41

E-mail: lutskaya@usuft.kiev.ua

*Кафедра автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологій

Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська 68, м. Київ, 01033

В статті розглянуто нову модель багато-параметричного регулятора на основі нечіткої логіки. Зроблено порівняльний аналіз даної модифікації регулятора з аналоговим ПИДД2ДЗ. Сформований системний висновок про можливість використання, а також обґрунтовані переваги й недоліки

Ключові слова: багатопараметричний регулятор, нечітка логіка, складні технологічні об'єкти

В статье рассмотрена новая модель многопараметрического регулятора на основе нечеткой логики. Сделан сравнительный анализ данной модификации регулятора с аналоговым ПИДД2ДЗ. Сформирован системный вывод о возможности использования, а также обоснованы преимущества и недостатки

Ключевые слова: многопараметрический регулятор, нечеткая логика, сложные технологические объекты

In article is considered new model of a multiple-parameter regulator on the basis of indistinct logic. The comparative analysis of the given updating of a regulator with analog PIDD2D3 is made. The system conclusion about an opportunity of use is generated, and also advantages and lacks are proved

Keywords: multipleparameter regulator, fuzzy logic, difficult technological objects

Вступ

В останні роки в системах автоматизації технологічних процесів використовуються різні засоби для підвищення якості керування, зокрема багатовимірні, багатопараметричні та нечіткі регулятори, при синтезі яких застосовуються методи H_2 та H_∞ оптимізації, апарат нечітких множин, генетичні алгоритми тощо.[1, 2, 3]. При комп'ютерному моделюванні таких систем зручно використовувати програмний засіб MATLAB, зокрема для системи з нечіткою логікою – пакет Fuzzy Logic Toolbox.

З формальної точки зору регулятор - це перетворення, зворотне до перетворення об'єкта управління [4]:

$$x = \text{Obj}(u); u = \text{Reg}(x); x = \text{Obj}(\text{Reg}(x)); x = \text{Obj}(\text{obj}(x)^{-1}); x = x. \quad (1)$$

Принцип зворотної моделі можна реалізувати методами нечіткої логіки—побудувати регулятор, що

буде поступово настроюватися на динаміку певного невизначеного, нелінійного, нестационарного об'єкта управління. Далі розглянуто приклад - конструювання нечіткого регулятора на базі поданого вище словесного опису.

Постановка задачі

Для реалізації і моделювання нечіткого регулятора потрібно вибрати і реалізувати такі кроки.

1. Вибір функції належності. Функцію належності одного експерименту задають таким чином – випадковим способом вхідний сигнал подають на модель об'єкта і отримують певний вихідний сигнал, що і є результатом дії певного чіткого механізму і різних видів невизначеностей (збурення, помилки вимірювання).

Можливо, що і вхідний сигнал реалізується з певними похибками, що задається відповідним розподілом.

В статті розглядається формування та дослідження нечіткого багатопараметричного регулятора, який відповідає аналоговому ПІДД2ДЗ.

Для формування вхідних термів за кожним параметром запропоновано вибирати трикутні терми[5]. Пік кожного терма сягає оптимального значення для кожного етапу еволюційного формування аналогового ПІДД2ДЗ регулятора. Показано, що для реалізації у вхідного параметра П буде 5 термів, у І, відповідно – 4, Д–3, Д1–2, Д2–1. Зоною розподілу слугуватиме:

$$D=[M_x P_{\min}; M_x P_{\max}], \quad (2)$$

де D-зона розподілу вхідного параметра P;
 M_x -коефіцієнт допуску нового значення параметру [0..1];
 P_{\min} ; P_{\max} – відповідно найменше і найбільше значення параметру з наявної вибірки.

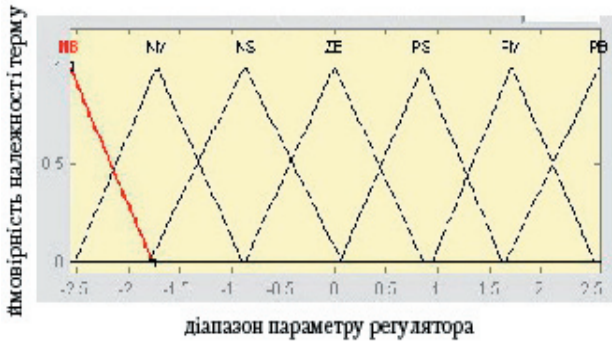


Рис. 1. Формування термів для вхідного Кр-параметру ПІДД2ДЗ регулятора

2. Конструювання функції належності для об'єкта управління. Задаємо функцію розподілу нечіткості регулятора і дискретизуємо цю функцію:

$$dnorm(x,u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp[-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2], \quad (3)$$

де $dnorm$ – густина ймовірності нормального розподілу управління та стану об'єкта, тобто входу та виходу.

x, u – середньозважені значення вхідної та вихідної величин;

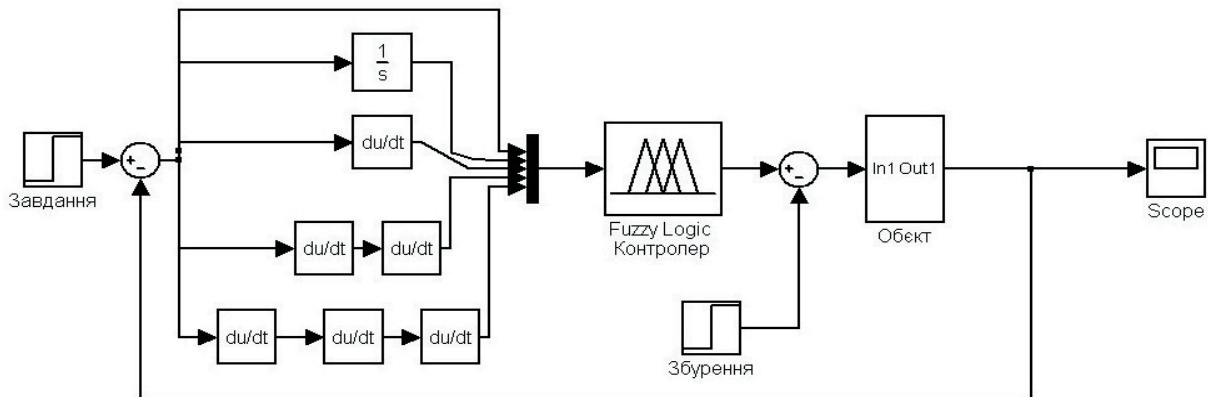


Рис. 2. Структура модифікованого ПІДД2ДЗ регулятора

μ – математичне сподівання;

σ – середньоквадратичне відхилення.

3. Формування бази знань нечіткого регулятора. За допомогою певного генератора статистичних даних, емпіричних висновків «якщо...то...» або експертних оцінок відповідного нечіткого розподілу формується реалізація (x_p, u_p).

Нечітку базу знань Мамдані запишемо в такий спосіб:

$$x_1 = a_{1j}; x_2 = a_{2j} \dots x_n = a_{nj} \text{ з вагою } w_j \text{ тоді } y = d_j, \quad (4)$$

де a_{ij} - нечіткий терм, яким оцінюється змінна x_i в j -му правилі;

d_j - нечіткий висновок j -го правила;

$w_j \in [0,1]$ - ваговий коефіцієнт, що відбиває адекватність j -го правила.

Базу знань Мамдані можна трактувати як розбивку простору факторів, що впливають на зони з розмитими межами, в середині яких функція відгуку приймає нечітке значення.

Математично методика записується так:

$$d_j^* = \int_{y \in \{y, \underline{y}\}} \frac{\text{imp}(\mu_j(x), \mu_{d_j}(y))}{y}, \quad (5)$$

де d_j^* - вектор нечітких висновків на j -ому кроці;

μ_j - ймовірність розподілу вхідного значення x на j -ому кроці;

μ_{d_j} - ймовірність розподілу вихідного значення y на j -ому кроці;

$\underline{y}, \overline{y}$ - нижня та верхня межі y відповідно.

Чітке значення остаточного виходу y^* , що відповідає вхідному вектору d_j^* , та формується на основі центру ваги, забезпечуючи найкращу динаміку навчання нечіткої моделі, визначається через дефазифікацію нечіткої множини.

Викладення основних результатів дослідження

Отже, маючи сформовані входи, виходи та наявну базу знань переходимо до побудови безпосередньо нечіткого ПІДД2ДЗ регулятора. Структура показана на рис.2.

Для заповнення бази даних скористаємося алгоритмом, запропонованим Ямпольським А.А. [5]

Для багатьох технологічних об'єктів динамічні властивості описуються з'єднанням аперіодичної ланки та ланки запізнення:

$$W_o(p) = \frac{K}{Tp+1} \cdot e^{-\tau p}, \quad (6)$$

де K - коефіцієнт передачі, має, як правило, невелике значення за каналом управління;

T - стала часу об'єкта, її величина залежить від динаміки об'єкта;

τ - час транспортного запізнення об'єкта.

Для оптимізації параметрів регулятора було використано метод «коробочки». Цю методику було обрано, виходячи з міркувань зручності попереднього задання якісних характеристик технологічного процесу.

Не змінюючи структури об'єкта, завдання та збурення при використанні синтезованого регулятора отримали позитивні результати. Для порівняння використали оптимальний перехідний процес, який отримали для аналогового ПІДД2ДЗ регулятора та модифікованого регулятора.

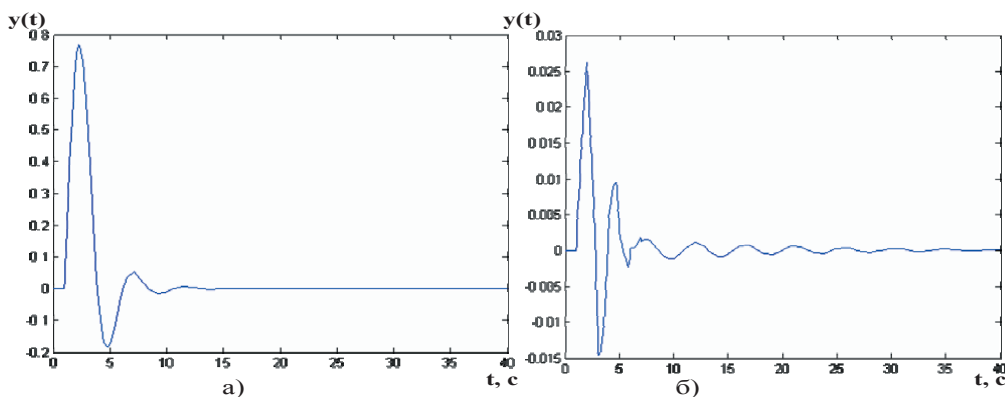


Рис. 3. Перехідні процеси системи з ПІДД2ДЗ аналоговим(а) та модифікованим(б) регуляторами

Як видно з рисунків динамічна похибка у разі застосування нечіткого регулювання зменшується більш ніж в 30 разів. Це вказує на доцільність застосування для специфічних об'єктів, які є чутливими, в негативному сенсі, до динамічної похибки, або існують обмеження (програмні чи фізичні), які лімітують значення допустимої похибки.

Для оцінки впливу на процес регулювання запізнення вибрали ряд значень, пов'язаних з параметром сталої часу об'єкта. В ході емпіричних досліджень було з'ясовано, що вже на кроці $\tau = 0,28T$, враховуючи покрокову оптимізацію коефіцієнтів регулятора, система «пішла в рознос».

Проаналізувавши наступні складніші випадки, дійшли висновків, що при подачі збурень безпосередньо на вхід об'єкта в межах 10% від сигналу завдання дещо погіршує якість процесу регулювання, а саме в 3 рази збільшується динамічна похибка та на 10% зростає час регулювання, а у випадку виходу збурення за межі 32% об'єкт стає некерованим.

Даний регулятор є надчутливим до шумів, адже ці сигнали мають велику частоту зміни, а досліджуваний регулятор містить похідні вищих порядків, які

являють собою швидкість, прискорення та швидкість прискорення відповідно.

Для детального аналізу промодельовано нелінійності, які є реальними з точки зору реалізації системи автоматизації та самого об'єкта, тобто зону нечутливості та обмеження на управління. Було встановлено критичні межі, коли $\Delta x \neq 0$, тобто регулятор не може підтримувати даного значення, інакше кажучи, виникає статична похибка, яка пропорційна величині відхилення можливих діянь регулятора від 100%. Числове значення критичної точки стало $\underline{U} = -73\%$ та $\bar{U} = +73\%$. Критичне значення зони нечутливості було визначено, виходячи з виходу за встановлені граничні відхилення «коробочки». Ці значення склали $\underline{x} = -4.6\%$ та $\bar{x} = +4.6\%$, що вказує на важливість процесу ідентифікації, тобто теоретична модель має відповідати фізичній на 95,4%. В цьому випадку, можна стверджувати, що знайдені параметри регулятора дадуть очікувану якість технологічного процесу.

Висновки

Дана модифікація багатопараметричного ПІДД2ДЗ регулятора може застосовуватися для складних технологічних об'єктів. При цьому необхідно враховувати достатню складність комбінації нечіткої логіки та багатопараметричної оптимізації, а також обмеження, пов'язані з технічними можливостями мікропроцесорної техніки.

Література

1. Луцкая Н.Н. Использование оптимальных регуляторов для многомерных технологических объектов/ Луцкая Н.Н., Ладанюк А.П.// Проблемы управления и информатики, 2007, №2, с.56-63.
2. Понамарьов Я. Ю. Досвід використання нечітких регуляторів в системі автоматизації випарної установки/ Понамарьов Я. Ю., Ладанюк А.П., Івашук В.В.// Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы, №2(18), 2006, с.150-153.
3. Сабанин В.Р. Параметрическая оптимизация и диагностика с использованием генетических алгоритмов/ Сабанин В.Р., Смирнов Н.И., Репин А.И. //Промышленные АСУ и контроллеры, №12, 2004. с.21-25.
4. Nelder J.A. A Simplex Method for Function Minimization/ Nelder J.A., Mead R.// Computer J., No. 7, 1964 pp. 308-310.
5. Ямпольский А. А. Исследование систем автоматического управления, классическую – одноконтурную, а также интеллектуальную с fuzzy-регулятором// интернет статья, <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book3>, 24.12.2008г.