

УДК 681.513.5

Д.С. Прозор, студент гр. ПГ-61, к.т.н., Мураховський С.А.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

РОБАСТНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Анотація. У статті розглянуті основні положення та поняття робастних систем керування, їх утворення та використання у сучасних навігаційних системах. Представлені головні характеристики, що описують робастний принцип роботи. Розкрито питання використання робастних методів керування в системах із збуренням.

Ключові слова: робастність, робастні системи керування, регулятор.

ВСТУП

Еволюція систем управління різними об'єктами і технологічними процесами йде по шляху врахування випадкових збурень, а також збільшення числа параметрів, що регулюються та контролюються, покращення технічних засобів автоматизації.

Інтеграція можливих моделей та схем в детерміновану систему управління передбачає отримання інформації про взаємодії, що також зв'язано з придбанням відповідних технічних засобів, вимірювання та обробки інформації та практичної реалізації цих схем для організації управління. У результаті такого «розширення» систем керування сприяє появі додаткових затрат на її комплектацію, монтаж та експлуатацію, що в результаті приводить до збільшення вартості продукції. Таким чином, збільшення затрат на оновлення систем керування може привести до парадоксу зниження ефективності виробництва від їх функціоналу. Через це важливо визначити не лише раціональний перелік параметрів, що будуть контролюватися, але й обрати алгоритм та схеми, які дозволять мінімізувати затрати на інформаційне забезпечення, організацію та функціонування систем керування [1].

В більшості системи даного типу будуть функціонувати в умовах невизначеності без надходження повної інформації про деякі параметри, які використовуються в керуванні та в зміні статичних характеристик. Системи, що базуються на даних принципах відносяться до класу робастних систем, що походить від англійського слова *robust*, яке являється аналогом могутий, дужий сильний та міцний.

РОЗВИТОК РОБАСТНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

До кінця 20 століття основні теоретичні задачі, зв'язані з реалізацією принципово нових систем автоматичного управління з відмовостійким характером та оптимальними параметрами. Коли почалося дослідження оптимальних дискретних систем став зручним розвиток адаптивних систем. Починаючи з 70-х років в результаті пошуку способів підвищення інваріантності систем до змін параметрів з'явилися роботи в області синтезу робастних і інтервальних систем. тримав найбільший розвиток на межі століть і представлені роботами Бобцова А. А., Никифорова В. О., і Шашіхіна В. Н., але вони все одно мали досить обмежені можливості з точки зору забезпечення відмовостійкості ці методи залишаються пасивними.

До початку ХХІ століття розвиток технічних засобів автоматизації дозволяє проводити великі обсяги обчислень і аналізу в режимі реального часу та стають можливими пасивні методи забезпечення інваріантності до змін в системі. Такий активний розвиток почався з появи методів, структур і алгоритмів адаптивного управління в працях В. Н. Антонова, І. Ю. Тюкіна, В. О. Никифорова, А. Л. Фрадкова, а також багатьох інших вчених, наприклад, Я. З. Ципкіна, А. А. Красовського, В. А. Якубовича, В. Н. Фоміна, В. Ю. Рутківського, В. В. Солодовникова, Р. М. Юсупова та ін, а також в роботах багатьох зарубіжних дослідників[2]. У 1990-х роках дискретні системи знову привели увагу дослідників проблем керування, оскільки постала проблема робастності, через це й були побудовані графічні критерії робастної стійкості таких систем та методи синтезу робастних регуляторів для них [3]. У зв'язку з значним підвищенням продуктивності обчислювальних засобів і підвищенню популярності нейромережевих методів з початку ХХІ століття розвиваються ідеї і методи побудови систем з багатошаровими нейронними мережами, які виконують функцію адаптивного регулятора[2].

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОБАСТНОГО КЕРУВАННЯ

Метою робастного керування являється проектування регулятора, який би задовольняв критерії системи із зовнішнім збуренням. Таке керування може об'єднувати в собі якості класичного, нечіткого та адаптивного.

Проектування робастної системи полягає у створенні регулятора за певною технологією:

- H_∞ -синтез – технологія, за якою можна працювати як з стійкістю, так і з чутливістю системи. Замкнутий контур регулятора завжди стійкий. Даний метод потребує великої уваги до точності підбору параметрів об'єкта управління.
- H_2 -синтез – синтез, що має схожі характеристики з H_∞ , але до цього ми отримуємо точне формулювання передатної функції контролера, проте в результаті виконання великої кількості ітерацій відбуваються великі затрати розрахункові затрати.
- LQG-синтез – лінійно-квадратичне гаусівське управління. Набір математичних методів для синтезу систем з від'ємним зворотнім зв'язком. Синтез відбувається методом мінімізації зворотнього квадратичного функціоналу. Такий тип не гарантує запас стійкості, потребує точної моделі об'єкта і в той час виконує велику кількість ітерацій [4].
- LQR-синтез – лінійно-квадратичний регулятор. Класичне рішення опирається на вирішення матричного рівняння Ріккати, на основі якого і знаходиться матриця коефіцієнтів регулятора. Цей синтез забезпечує робастну стійкість та використовує безінерціальний регулятор. Недоліками цього типу є необхідність зворотнього зв'язку на всьому векторі стану та точна модель об'єкта [5].

- μ -синтез – синтез, виконання якого зводиться до почергової мінімізації верхньої границі для μ по регулятору і мінімізації цієї границі при знайденому регуляторі. При цьому не гарантується що максимальний робастний регулятор буде знайдений. Такий синтез працює з широким класом невизначеностей, але має великий порядок контролера [6].

ВИСНОВОК

У роботі проведено дослідження виникнення, причини розвитку та розглянуто класифікацію робастних систем керування. Зроблено порівняльний аналіз переваг різних типів робастних систем.

У подальшому дослідження можуть бути спрямовані на розробку робастних систем керування в приладах орієнтації та навігації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Лазарев В.Л. Робастные системы управления в пищевой промышленности: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2003. – 150 с.
- [2] История развития теории автоматического управления: от автоматики до отказоустойчивого управления / Александр Сеница. — Режим доступа: www.URL: https://digiratory.ru/837 — 15.06.2018 г.
- [3] Поляк Б. Т. Развитие теории автоматического управления // – 2009. – №3.1.
- [4] Бахилина И. М., Степанов С. А. Синтез грубых линейных квадратичных гауссовских регуляторов // *Автоматика и телемеханика*. — 1998. — № 7. — С.96-106.
- [5] Хлебников М.В., Щербаков П.С., Честнов В.Н. Задача линейно-квадратичного управления: Новое решение // *Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва*. – 2015. – № 12. – с. 65–66 .
- [6] Поляк Б. Т. Робастная устойчивость и управление / Б. Т. Поляк, П. С. Щербаков. – М.: Наука, 2002. – 303 с.

Наук. керівник – к.т.н., Мураховський С.А.