

УДК 629.33:629.3.048.8

О.Я. Ніконов, докт.техн.наук, проф. ,В.О. Баранова

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ПОБУДОВА НЕЙРОКОНТРОЛЕРА ДЛЯ СИСТЕМИ НАВЕДЕННЯ І СТАБІЛІЗАЦІЇ ГОЛОВНОГО СВІТЛА АВТОМОБІЛЯ

Процес класичного параметричного синтезу, як відомо, включає сім необхідних етапів:

- 1) розробка математичної моделі об'єкта керування;
- 2) ідентифікація розробленої моделі;
- 3) формування вимог, формалізація цих вимог і представлення їх у вигляді вимог екстремуму адитивного функціоналу якості;
- 4) вибір вагових коефіцієнтів адитивного функціоналу;
- 5) вибір значень варійованих параметрів алгоритмів керування;
- 6) статистична перевірка рішення задачі параметричного синтезу;
- 7) експериментальна перевірка.

Розглянемо більш докладно ці етапи стосовно системи наведення і стабілізації з нейроконтролером (НК). Розроблена математична модель безумовно відноситься до складу складних систем. Термін «складна система» асоціюється з об'єктом, який являє собою сукупність окремих елементів, і, в той же час, об'єктом комплексним, окремі елементи якого, що функціонують у тісній взаємодії, складають одне ціле. Крім цього, система, що розглядається, є ергатичною, до складу якої входить людина-оператор. Характерною рисою сучасної науки є надходження в методику рішення задач людини, на відміну від класичної науки, яка підносила формалізацію в абсолют.

Ідентифікації математичних моделей системи наведення і стабілізації приділялося багато уваги, тому практично не залишилося невизначених параметрів системи або жорстких діапазонів їх значень. Крім цього ідентифікацію можна проводити за допомогою комплексного об'єктно-орієнтованого 3D моделювання, або взагалі не проводити, а проводити навчання НК безпосередньо на об'єкті керування в процесі його випробувань і експлуатації.

В якості функціоналу запропоновано використовувати функціонал, так як адитивний функціонал, описаний в роботах, за результатами моделювання практично не відрізняється від запропонованого, але вимагає надмірні часові ресурси при реалізації.

В якості варійованих параметрів алгоритмів керування використовуються вагові коефіцієнти шино-нейронної мережі (ШНМ).

Як було показано інтегрування ШНМ у рамки класичних підходів керування розширює можливості синтезу сучасних систем керування головним світлом автомобіля, наприклад, синтез на базі ПД-НК. Проте, найбільші переваги дає самостійне використання ШНМ для синтезу дискретних СК.

У рамках таких систем за допомогою тільки ШНМ і елементів затримки можна реалізувати практично будь-який закон керування. Спочатку, залежно від складності і порядку динамічного об'єкта вибираються глибини затримок по виходу l_1 і входу l_2 об'єкта, що входять до закону. Тим самим визначається структура НСК. Потім система адаптується до об'єкта і зовнішніх впливів, формуючи в ході навчання НК необхідний закон перетворення вхідних сигналів у сигнал керування.

Для невідомого об'єкта задача визначення затримок вхідних і вихідних сигналів не має однозначного рішення. На практиці вони підбираються в ході декількох спроб, причому спочатку їхні значення вибираються досить великими, щоб гарантовано

забезпечити необхідні динамічні властивості НСК. Однак надмірне резервування приводить до надлишковості НК, і вимагає збільшення розміру схованого шару багатшарової нейронної мережі. Це негативно позначається на швидкості і якості навчання НК, тому необхідно прагнути до того, щоб структура закону керування була мінімальною. Проте, якщо в сигналах зворотного зв'язку присутні шуми, величина затримки повинна вибиратися трохи надлишковою, щоб НСК могла відфільтровувати перешкоди.

У цьому випадку, з огляду на порядок об'єкта керування, приймемо величину затримки $l_1 = 1$ і $l_2 = 0$. Тоді в загальному виді реалізований НК закон керування буде мати вигляд

$$u_y(k) = НК(\varepsilon(k), \omega(k), \omega(k-1));$$
$$\varepsilon(k) = u_r(k) - \varphi(k+1),$$

де $\omega(k)$ і $\omega(k-1)$ – сигнал зворотного зв'язку по швидкості на k -ом і $k-1$ -ом кроці відповідно; $\varphi(k+1)$ – величина кута проміння у вертикальній площині; $\varepsilon(k)$ – помилка по куту відхилення променя від завдання.

На його вхідний шар із трьох нейронів надходять сигнал зовнішнього завдання $u_r(k)$ і сигнал зворотного зв'язку по виходу об'єкта $\omega(k)$ на k -му кроці, атакож затриманий сигнал зворотного зв'язку $\omega(k-1)$ на попередньому кроці.

Як і раніше, будемо використовувати для побудови НК тришаровий перцептрон. На основі методики вибору архітектури ШНМ для системи наведення і стабілізації головного світла автомобіля в одній площині була вибрана архітектура дискретного НК – 3-24-1, тобто вхідний шар НК містить 3 нейрона, розмір схованого шару НК – 24, а вихідний шар НК містить один лінійний нейрон, що формує сигнал керування на k -му кроці $u_y(k)$.

Величина кроку дискретизації сигналу керування Δ_u залежить від динамічних властивостей самого об'єкта керування і від бажаного робочого діапазону частот вхідного впливу. У цьому випадку дискретність керування виберемо рівної 1с.

Метою навчання НК є побудова нелінійної слідкуючої СК. Далі необхідно сформулювати тренувальний набір сигналів. Виберемо набір тренувальних сигналів розміром $M = 11$

$$u_r^i(k) = A_i 1(k); t \in [0, T];$$
$$A_i = (-60 + 10i) \cdot \frac{\pi}{180}; i = \overline{1, 11},$$

Ці результати були тримані, щодо підтримки НДР Державним фондом фундаментальних досліджень, а саме: «Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф62/040».

Література

1. Дорф Р. К. Современные системы управления / Дорф Р. К., Бишоп Р. Х.: пер. с англ. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с. 2. Александров Е. Е. Танковая система наведения и стабилизации с переменной структурой / Е. Е. Александров, И. Е. Александрова, И. В. Костяник // Интегрированные технологии та енергозбереження. – 2006. – № 2. – С. 71-74. 3. Иванов В. И. Шляхи модернізації системи наведення і стабілізації серійних танків / В. И. Иванов, Р. И. Чайковський, Е. З. Тимошук // Механіка та машинобудування. – 2000. – № 2. – С. 81-86.