

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НЕЙРОКЕРУВАННЯ У НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Білай Є.С.

Національний авіаційний університет, Київ

Науковий керівник - Пантєєв Р.Л., к.т.н.. ст. викладач

I. ВСТУП

В галузі систем регулювання електричними приводами у більшості випадків застосовуються лінійні регулятори, які розробляються за допомогою лінеаризованих математичних моделей об'єкту регулювання. Для систем, що мають великі нелінійності, такий підхід веде до дуже обмежених результатів. Виникають також труднощі, якщо є лише приблизний математичний опис об'єкту регулювання.

II. ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ

За допомогою нейромереж можливе створення моделі на основі вимірюваних величин процесу, що описуватиме поведінку цього процесу. Треба зазначити, що штучні нейромережі підходять для цього більш за все, тому що вони мають універсальну структуру, яка може адаптуватися до нелінійної поведінки процесу. Існує досить велика кількість різноманітних структур для нейрорегулювання, базуючихся на основі моделей об'єктів регулювання і дозволяючих систематичне проектування нейрорегуляторів для нелінійних систем. Виходячи з даних процесу генерується модель, яка "вживляється" в структуру регулятора і використовується при регулюванні. Виходячи з того, що деякі з цих засобів регулювання потребують великих обчислювальних потужностей, нейромережу спочатку тренують на поведінку об'єкту регулювання, а потім використовують як нейрорегулятор цього об'єкту.

III. РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Застосування нейронних сіток для управління – це слідство їх можливості вивчати поведінку динамічних систем.

Нейронні моделі об'єктів частіше за все використовуються для регулювання в наступних випадках:

- Об'єкт регулювання – це нелінійна динамічна система
- Структура системи і/або її параметри частково або повністю невідомі.

Для побудови моделей динамічних систем часто використовується так звана NARX-модель (англ. Nonlinear AutoRegressive with eXogenous input). Це модель, що має на своїх входах ланки затримки. За допомогою нейронних сіток можлива побудова як прямої, так і інверсної моделі об'єкта регулювання.

Для отримання прямої моделі використовується така схема (рис. 1):

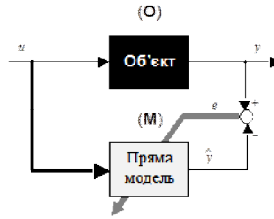


Рис. 1. Принцип побудови прямої моделі об'єкта регулювання

При побудові прямої NARX-моделі використовується наступне рівняння:

$$\hat{y}(k) = M(y(k-1), \dots, y(k-n_y), u(k-1), \dots, u(k-n_u))$$

У фазі використання використовується таке ж саме рівняння.

Для того, щоб отримати інверсну модель, використовується така схема (рис. 2):

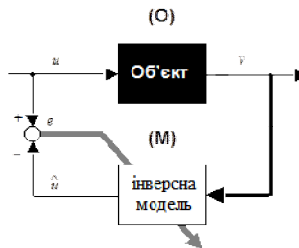


Рис. 2. Принцип побудови інверсної моделі об'єкта регулювання

При будівництві інверсної NARX-моделі використовується наступне рівняння:

$$\hat{u}(k) = N(y(k+1), \dots, y(k-n_y+1), u(k-1), \dots, u(k-n_u+1))$$

IV. ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

В ході роботи було розглянуто дві системи приводу з каскадним регулюванням швидкості. Досліджено вплив сухого тертя в одній із цих систем, а також вплив сухого і в'язкого тертя в іншій.

Для кожної з цих систем було побудовано інверсну нейромодель об'єкта керування, яку потім було вбудовано в систему згідно з методом "Direct inverse control" та використано як регулятор швидкості.

Передатна функція послідовного з'єднання зворотної моделі об'єкта керування та безпосередньо самого об'єкта керування дозволяє компенсувати існуючі у системі нелінійності.

Для дослідження електромеханічних систем був використаний метод математичного моделювання у програмному середовищі MatLab / Simulink, що орієнтований на моделювання систем автоматизації та керування.

Моделювання систем регулювання швидкості з нейрорегулятором показало ефективність методу прямого інверсного керування в нелінійних електромеханічних системах керування.

Отримано компенсацію розглянутих нелінійностей електромеханічних систем за допомогою застосування нейрорегулятора. Відпрацювання завдання відбувається зі статичною похибкою 0,02%, а також виникає затримка на один крок дискретизації від завданого значення, що відповідає методу “Direct inverse control” (рис. 3, 4).

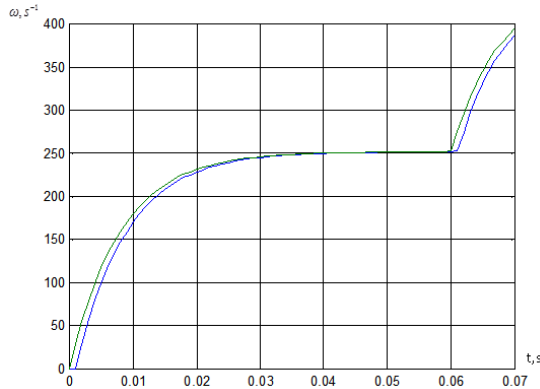


Рис. 3. Перехідні процеси швидкості електромеханічної системи з нейрорегулятором (крок дискретизації 0.001с)

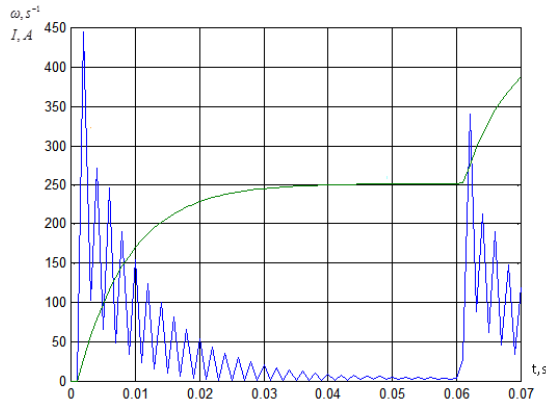


Рис. 4. Перехідні процеси швидкості та струму електромеханічної системи з нейрорегулятором (крок дискретизації 0.001с)

Список використаних джерел:

1. Захарян, С. Нейронні мережі для інженерів: робочий зошит інженерних програм керування, Vieweg Verlag, 2015.
2. Ноймеркель, Д.; Лонерт, Ф. Застосування штучних нейронних мереж у технології автоматизації. Приклади застосування та системні технології, практика технологій автоматизації, Addison-Wesley Publishing Co., 2012.