

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ОЦІНКА СТАНУ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗУЮЧИХ ФІЛЬТРІВ

І.Г. Гуліна, І.М. Удовик, А.А.Мартиненко
(Україна, Дніпро, ДВНЗ «Національний гірничий університет»)

Досліджені методи створення адаптивних систем автоматичного керування з інтелектуальним прогнозуванням для складних об'єктів керування. На прикладі моделювання керування доменним процесом оцінена ефективність запропонованих локальних систем для нестационарних лінійних і нелінійних каналів управління з шумом

Проблема оперативності контролю в рамках створення систем автоматизації може бути вирішена шляхом прогнозування (на необхідний інтервал випередження) значень технологічних змінних за їх отриманими у минулому значеннями, що здійснюється за допомогою прогнозуючих фільтрів (ПФ).

Сформулюємо задачу прогнозування значень технологічної змінної у загальному вигляді для дискретного часу:

$$Z^*_{[k+n]} = \Phi_Z\{Z_{[k-m]}, \varphi(Z_{[k]}), V_{[k]}, a^*, k\}, \quad (1)$$

де $\{Y_{[k]}, u_{[k]}, w_{[k]}\} \subset Z_{[k]}$; $Z^*_{[k+n]}$ – вектор прогнозованих значень технологічної змінної на інтервалі випередження n ; $Z_{[k-m]}$ – вектор значень часового ряду параметра з глибиною пам'яті m ; $Z_{[k]}$ – вектор значень передісторії параметра; φ – лінійно незалежні функції, що характеризують властивості часового ряду; $V_{[k]}$ – біла гауссова послідовність; Φ_Z – узагальнена функція перетворення (метод, алгоритм); a^* – вектор параметрів.

Прогнозування може виконуватися, наприклад, за критерієм мінімуму похибки прогнозу:

$$\varepsilon = \|Z^*_{[k+n]} - Z_{[k+n]}\| \rightarrow \min \quad \text{при} \quad n = n_{\text{зад}}, \quad (2)$$

де $Z_{[k+n]}$ – реальні значення технологічної змінної; $n_{\text{зад}}$ – задане значення інтервалу випередження.

Розв'язання задачі прогнозування (знаходження узагальненої функції Φ_Z і параметрів a^*) полягає в інтерполяції часового ряду (за допомогою апроксимуючих функцій) і екстраполяції значень ряду на майбутнє за його попередніми значеннями відповідно до характеристичних функцій $\varphi(Z_{[k]})$ з метою забезпечення вибраного критерію ефективності.

Розглянемо процес синтезу ПФ з використанням методів штучного інтелекту. Фільтри, синтезовані за принципом самоорганізації, відтворюють схему масової селекції і реалізують алгоритми методу групового урахування аргументів (МГУА) [1]. Вони мають генератори комбінацій, що ускладнюються від ряду до ряду, і граничні пристрої відбору кращих з них. Повний опис подається у вигляді рядів часткових описів. Часовий ряд апроксимується, наприклад, поліноміальними частковими описами, які при представленні значень часового ряду $Z_{[k]}$ у вигляді окремих змінних являють собою кінцево-різницеві рівняння.

Іншим підходом для створення ПФ є використання нейронних мереж, більшість моделей яких вимагають навчання, що являє собою задачу багатовимірної оптимізації. Для її розв'язання використовується декілька алгоритмів [2].

Розвитком нейромережевих технологій є гібридні нейромережеві ПФ з нечіткою логікою, що являють собою нейронні мережі з чіткими сигналами, вагами та активаційною функцією, але з їх об'єднанням шляхом використання нечітких множень, додавань чи інших операцій [2].

За приклад, оцінимо ефективність ПФ таких технологічних змінних доменного виробництва, як рівень розплаву чавуну та вміст кремнію у чавуні за їх часовими реалізаціями, отриманими в умовах металургійного комбінату «Азовсталь».

Для кожної технологічної змінної за допомогою стандартних програмних засобів були розраховані наступні ПФ:

- 1) лінійний адаптивний ПФ, рекурсивний з ковзним згладжуванням;
- 2) нейромережевий ПФ на основі вейвлетів (нейронної мережі із функцією активації у вигляді вейвлету);
- 3) гібридний ПФ у вигляді адаптивної нейронної системи нечіткого висновку структури Сугено й дзвіноподібною функцією належності.

Результати розрахунку похибок прогнозу ε [3], нормованих за діапазонами відповідних змінних, показали, що інтелектуальні ПФ мають меншу похибку прогнозування (на 10 тактів вперед) технологічних змінних (0,072...0,205 від. од.), ніж лінійний ПФ (0,075...0,344 від. од.), і не вимагають значних витрат часу на дослідження прогнозованих процесів.

Висновки. Виконані дослідження обґрунтовують запропонований підхід щодо побудови систем автоматичного керування (САК) зі складними технологічними процесами на базі інтелектуального прогнозування. Такий підхід дозволяє значно знизити вартість побудови та підвищити ефективність цих систем, оскільки не потребує розробки точних моделей об'єкту керування на етапі проектування. Синтез керування здійснюється за інтелектуальними прогнозуючими моделями, які адаптують у процесі функціонування САК.

Результати розрахунків, що виконані із застосуванням пакетів прикладних програм синтезу інтелектуальних прогнозуючих систем керування, підтвердили ефективність запропонованого підходу.

Разом з цим, оскільки вибір алгоритмів адаптації повинен здійснюватися виходячи з властивостей вибраного функціонала, то подальші дослідження мають бути спрямовані на визначення особливостей гіперповерхні функціоналів керування конкретних технологічних процесів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Лисогор В.М. Концептуальна модель управлінських рішень для виробничих процесів гірничих підприємств / В.М. Лисогор, Ю.А. Лисогор // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. – № 2. – С. 14-19.
2. Nelles O. Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural and Fuzzy Models / O. Nelles. – Berlin: Springer, 2001. – 785 p.
3. Гулина И.Г. Адаптивная САУ сложным многосвязным объектом управления с интеллектуальным прогнозированием / И.Г. Гулина, В.И. Корниенко // Системы обработки информации. – 2011. – № 8(98). – С. 57-62. – ISSN 1681-7710