

Ідентифікація комп'ютерно–інтегрованих технологій виробництв із використанням алгоритму Качмажа

А.О. Бобух , А.М. Переверзєва

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

В даний час розроблено велику кількість рекурентних алгоритмів ідентифікації для адаптивних комп'ютерно–інтегрованих технологій з нестационарними параметрами. Ці алгоритми можна використовувати в системах реального часу, в адаптивних комп'ютерно–інтегрованих технологіях виробництв з ідентифікатором, реалізованих на базі сучасних, високонадійних програмованих логічних контролерів [1–4].

Ідея таких алгоритмів тісно пов'язана з методами стохастичної апроксимації, що лежить в основі адаптивного підходу. Головна відмінність полягає в тому, що замість градієнта середніх витрат використовується градієнт функції витрат, що безпосередньо залежить від результатів спостережень [2].

Найбільш швидкодіючим та простим в обчислювальному відношенні серед рекурентних алгоритмів є алгоритм Качмажа.

Якщо розглядати комп'ютерно–інтегровану технологію виробництва з вектором C оцінок параметрів цієї технології та скалярним вихідним сигналом Y при відсутності перешкоди, то рекурентне співвідношення для i -го кроку алгоритму Качмажа запишеться у вигляді [4]:

$$C^{(i)} = C^{(i-1)} + \frac{Y^{(i)} - \bar{Y}^{(i)}}{\|X^{(i)}\|^2} = C^{(i-1)} + \frac{X^{(i)} X^{(i)T}}{\|X^{(i)}\|^2} \theta^{(i-1)} \quad (1)$$

де X – вхідний сигнал, $\bar{Y}^{(i)} = C^{(i-1)T} X^{(i)}$ – оцінка недостатніх невідомих характеристик Y , звідки похибка оцінки в поточний час є $\theta^{(i-1)} = K^{(i)} - C^{(i-1)}$ де $K^{(i)}$ – вектор ідентифікованих параметрів.

При цьому квадрат помилки ідентифікації з кожним кроком стає все менше і визначається наступним рекурентним співвідношенням:

$$\|\theta^{(i-1)}\|^2 = \|\theta^{(i-1)}\|^2 - \frac{(Y^{(i)} - \bar{Y}^{(i)})^2}{\|X^{(i)}\|^2} \quad (2)$$

Існують певні модифікації алгоритму Качмажа [6], спрямовані на поліпшення збіжності і процесу ідентифікації. Наприклад, вводяться релаксаційні параметри $\gamma \geq 1$ і $\mu > 0$, після чого алгоритм набирає вигляду:

$$C^{(i)} = C^{(i-1)} + \mu \frac{Y^{(i)} - \bar{Y}^{(i)}}{\gamma + \|X^{(i)}\|^2} X^{(i)} \quad (3)$$

Для оцінки якості ідентифікації використовуються різні критерії [2, 7]. Існують наступні критерії оцінки рекурентних алгоритмів: за виходам та параметрам, точкові та інтегральні, оцінки швидкості збіжності, відношення помилок дисперсії, величини помилки, середньоквадратичні оцінки. Ці критерії оцінки дозволяють порівнювати алгоритм Качмажа з іншими алгоритмами та вибирати кращий алгоритм для ідентифікації комп'ютерно-інтегрованого виробництва.

Отже, головною перевагою даного алгоритму є те, що він сходиться при будь-яких початкових умовах та нежорстких обмеженнях на послідовність вхідних сигналів. Також можна помітити, що якщо послідовність вихідних векторів утворює ортогональний базис в просторі, то похибка стає рівною нулю якраз на n -ом кроці, тобто досягається максимальна швидкість збіжності для даного алгоритму, що говорить про хорошу ідентифікованість комп'ютерно-інтегрованої технології виробництв при використанні алгоритму Качмажа.

Література

1. *Бобух А. О.* Синтез адаптивних методів керування технологічними об'єктами хімічної промисловості / А.О. Бобух, О.М. Дзевочко, М.О. Подустов, А.М. Переверзева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. № 35(1207). – 2017. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 31–36
2. *Жиров М.В.* Идентификация и адаптивное управление технологическими процессами с нестационарными параметрами / М.В. Жиров, В.В. Макаров, В.В. Солдатов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 203с.
3. *Пупкова К.А.* Методы классической и современной теории автоматического управления: В 3 томах / К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова, М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
4. *Бобух А.А.* Компьютерно-интегрированная система автоматизации технологических объектов управления централизованным теплоснабжением: монография / А. А. Бобух, Д. А. Ковалёв; Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова.– Х.: ХНУГХ, 2013.– 226 с.
5. *Аведьян Э. Д.* Обобщенный алгоритм Качмажа / Э. Д. Аведьян, Я. З. Цыпкин. Автоматика и телемеханика № 1, 1979, 72–78 с.
6. *Аведьян Э.Д.* Модифицированные алгоритмы Качмажа для оценки параметров линейных объектов. Автоматика и телемеханика, № 5, 1978, с. 64-72.
7. *Жиров М.В.* Исследование и рациональный выбор рекуррентных алгоритмов идентификации в АСУТП / М.В. Жиров, В.В.Макаров, В.А. Куроткин, Т.В. Хохловский. Материалы IX Международной научно-технической конференции. Техника и технология пищевых производств. Республика Беларусь, г. Могилев. (25–26 апреля 2013 года).