DOI: 10.25728/avtprom.2020.08.09

О.Ю. Снегирев, А.Ю. Торгашов (Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН)

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН С ПРИМЕНЕНИЕМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

Рассматривается решение задачи построения адаптивных виртуальных анализаторов с использованием методов кластеризации на примере реакционно-ректификационного технологического процесса производства метил-трет-бутилового эфира и ректификационных колонн установки первичной переработки нефти. Методы кластеризации предлагается использовать для оценки целесообразности обновления параметров модели. Предложен и протестирован на промышленных данных алгоритм функционирования адаптивного виртуального анализатора с применением «движущегося окна» и кластеризации. Проведено исследование зависимости точности показаний виртуального анализатора от ширины окна обучающей выборки и рассмотрены критерии для выбора оптимального значения ширины окна. Показано преимущество предложенного адаптивного виртуального анализатора с кластеризацией по точности и по временным затратам для пересчета параметров модели, по сравнению с традиционным подходом к адаптации параметров модели на каждом шаге.

Ключевые слова: виртуальный анализатор, адаптация, кластеризация, метод чередующихся условных математических ожиданий, первичная переработка нефти, реакционно-ректификационный процесс.

Снегирев Олег Юрьевич – младший научный сотрудник,
Торгашов Андрей Юрьевич – д-р техн. наук, зав. лабораторией систем управления технологическими процессами ФГБУН «Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН.

Список литературы

1. *Torgashov A., Skogestad S.* The use of first principles model for evaluation of adaptive soft sensor for multicomponent distillation unit // *Chemical Engineering Research and Design.* – 2019. – v. 151. – P. 70-78.
2. *Дозорцев В.М., Ицкович Э.П., Кнеллер Д.В.* Усовершенствованное управление технологическими процессами (АРС): 10 лет в России // *Автоматизация в промышленности.* 2013. №1. С. 12-19.
3. *Kaneko H., Funatsu K.* Moving window and just-in-time soft sensor model based on time differences considering a small number of measurements // *Industrial & Engineering Chemistry Research.* 2015. Vol. 54(2). P. 700-704.
4. *Kadlec P., Grbic R., Gabrys B.* Review of adaptation mechanisms for data-driven soft sensors // *Computers and Chemical Engineering.* 2011. Vol. 35. P. 1-24.
5. *Shao W., Tian X.* Adaptive soft sensor for quality prediction of chemical processes based on selective ensemble of local partial least squares models // *Chemical Engineering Research and Design.* 2015. Vol. 95. P. 113-132.
6. *Hengl D., Kreutz C., Timmer J., Maiwald T.* Data-based identifiability analysis of non-linear dynamical models // *Bioinformatics.* 2007. Vol. 23 No. 19. P. 2612-2618.
7. Алгоритм k средних (k-means) // AlgoWiki URL: [http://algowiki-project.org/ru/Алгоритм_k_средних_\(k-means\)](http://algowiki-project.org/ru/Алгоритм_k_средних_(k-means)).
8. *Воронцов К.В.* Лекции по алгоритмам кластеризации и многомерного шкалирования // <http://www.ccas.ru/voron/download/Clustering.pdf>, раздел 1.1.2.
9. *Шутиков В.К., Маслицкий С.Э.* Классификация, регрессия, алгоритмы Data Mining с использованием R. – Электронная книга. 2017. Адрес доступа: <https://github.com/ranalytics/data-mining>, раздел 10.1.

10. Wang S., Murphy M. Estimating optimal transformations for multiple regression using the ACE algorithm // Journal of Data Science. 2004. Vol. 2. P. 329-346.

Snegirev O.Yu., Torgashov A.Yu. Clustering approach in adaptive soft sensors development for industrial distillation columns

Clustering-based development of adaptive quality estimators (aka soft sensors) is discussed with the case studies of crude distillation and MTBE processes. Clustering methods are used for assessing the expediency of model parameters update. For adaptive soft sensor, a sliding window algorithm with clustering is offered and tested on real-life process data. The relationship between soft sensor accuracy and the learning sample width is investigated, optimal width selection criteria are examined. The paper highlights the advantages of an adaptive soft sensor with respect to accuracy and model parameters recalculation time as against the traditional approach to model parameters recalculation at each time step.

Keywords: soft sensor, adaptation, clustering, alternating conditional expectations method, crude oil distillation, reactive distillation process.