

Аналіз часових рядів при пошуку прецедентів для системи підтримки та прийняття рішень прецедентного типу на основі експертної системи

Є.С. Проскурка, асистент кафедри інтегрованих автоматизованих систем управління, Національний університет харчових технологій.

В даній статті розглядається аналіз часових рядів технологічних змінних при пошуку в них прецедентів для системи підтримки та прийняття рішень прецедентного типу на основі експертної системи. Під час пошуку використовується онтологія, що була створена для технологічного об'єкту, дискретний вейвлет аналіз, топологічна граматики та класифікація.

Ключові слова: прецедент, вейвлет, онтологія.

В данной статье рассматривается анализ временных рядов технологических переменных при поиске в них прецедентов для системы поддержки та принятия решений прецедентного типа на основе экспертной системы. Во время поиска используется онтология, что была создана для технологического объекта, дискретный вейвлет анализ, топологическая грамматика и классификация.

Ключевые слова: прецедент, вейвлет, онтология.

This article discusses the analysis of time series of technological variables when searching these cases for the support system is the decision of the case, based on the type of expert system. In time search using ontology that was created for the technological object, discrete wavelet analysis, topological grammar and classification.

Keywords: precedent, wavelet, ontology.

Під час управління технологічними комплексами цукрового заводу система підтримки та прийняття рішень прецедентного типу на основі експертної системи при виникненні неоднозначних подій спирається на прецеденти, що знаходяться в базі прецедентів. Ці прецеденти збережені в базі являють собою опис подій, що виникали на технологічному об'єкті в минулому та дії по управлінню цим технологічним об'єктом, які були застосовані в тому випадку.

При створенні системи підтримки та прийняття рішень прецедентного типу на основі експертної системи пошук прецедентів ведеться в часових рядах технологічних змінних, які були отримані при управлінні технологічним об'єктом в минулому.

Розглянемо аналіз часового ряду значень рН соку після першої сатурації на цукровому заводі при пошуку в ньому прецедентів.

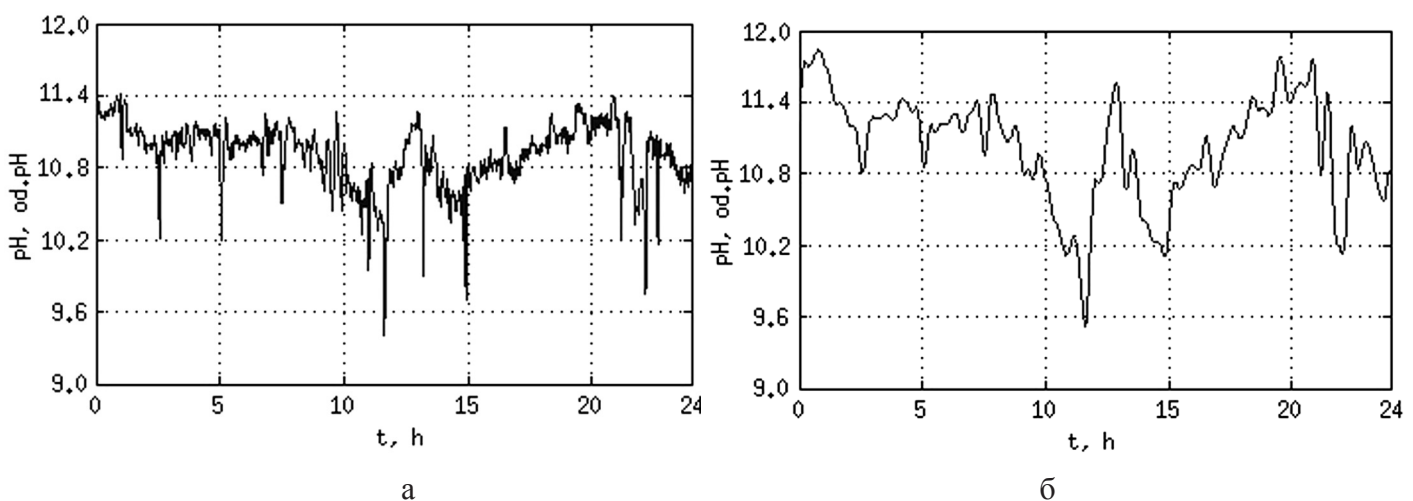


Рис.1. Процес фільтрації: а – часовий ряд з шумами, б – часовий ряд очищений від шумів.

Для початку необхідно провести фільтрацію отриманого часового ряду за допомогою дискретного вейвлет аналізу використовуючи вейвлет Добеші 2-го порядку [1]. На **рис. 1а** представлений часовий ряд зміни значень рН соку разом з шумами, а на **рис. 1б** цей же часовий ряд тільки очищений від шумів.

Для подальшого аналізу часового ряду рН соку після першої сатурації при пошуку прецедентів використовуємо онтологію. Онтологія описує предметну область технологічного процесу, в даному випадку процесу першої сатурації. На **рис. 2** представлена онтологія процесу першої сатурації, що була створена з використанням програмного засобу Protégé [2].

На процес сатурації впливають наступні технологічні параметри: вміст CO₂ в сатураційному газі (Quality_CO₂), вміст CaO в дефекованому соку перед сатурацією (Quality_CaO), рН соку на виході з сатуратора (pH_sat_juice), температура соку на вході в сатуратор (Temp_def_juice) та витрата соку на вході в сатуратор (Rate_def_juice).

В залежності від умов, що склалися під час проходження процесу сатурації, сік на виході з сатуратора крім нормально сатурованого може бути пересатурованим (Over_sat_juice) або недосатурованим (Untill_sat_juice). Ці стани визначають по значенню рН соку на виході з сатуратора. На це впливає зміна показника вмісту CaO в дефекованому соці та зміна інших технологічних параметрів при процесі сатурації.

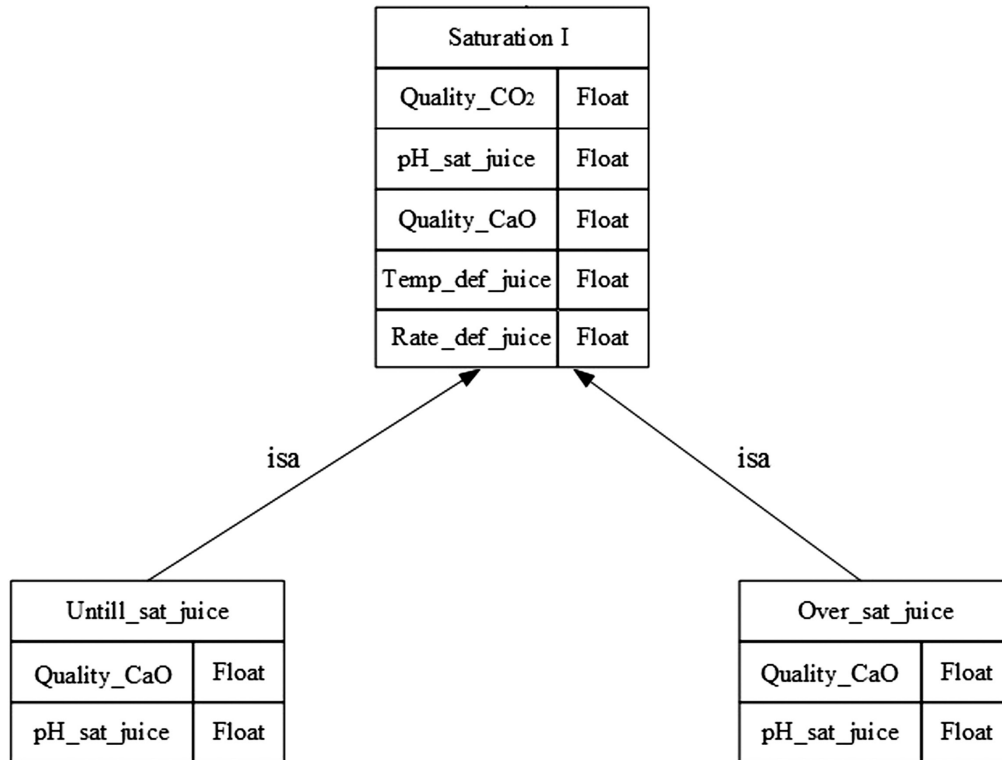


Рис. 2. Онтологія процесу першої сатурації.

Всі числові значення технологічних змінних, що описують нормальний процес першої сатурації та стан сатураційного соку на виході з сатуратора, записані в онтології.

Проведемо сегментацію часового ряду для виділення в ньому проміжків часу в яких сатурований

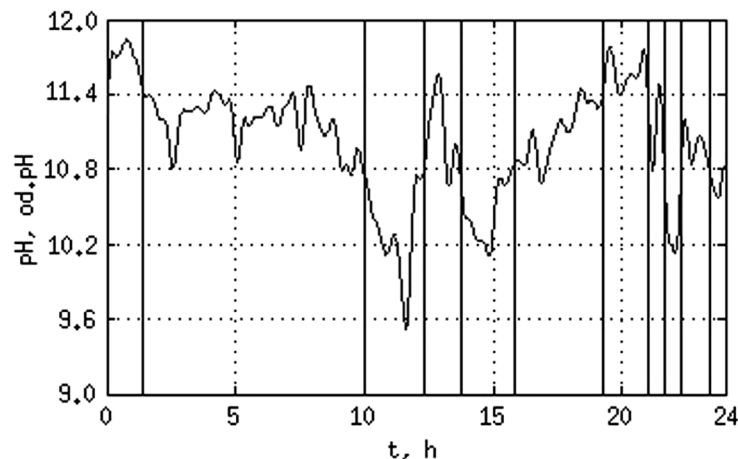


Рис.3. Результати сегментації часового ряду.

сік був пересатурованим ($pH > 11,4$), недосатурованим ($pH < 10,8$) або нормально сатурованим ($10,8 \leq pH \leq 11,4$). Результати сегментації зображені на **рис. 3**.

Виділивши сегменти класифікуємо їх, тобто розподілимо їх до певних класів. На рис. 4 представлено результати проведеної класифікації. Сегменти розподілені по трьом класам: пересатурований сік (Over_sat_juice), недосатурований сік (Until_sat_juice) або нормально сатурований сік (Normal_sat_juice).

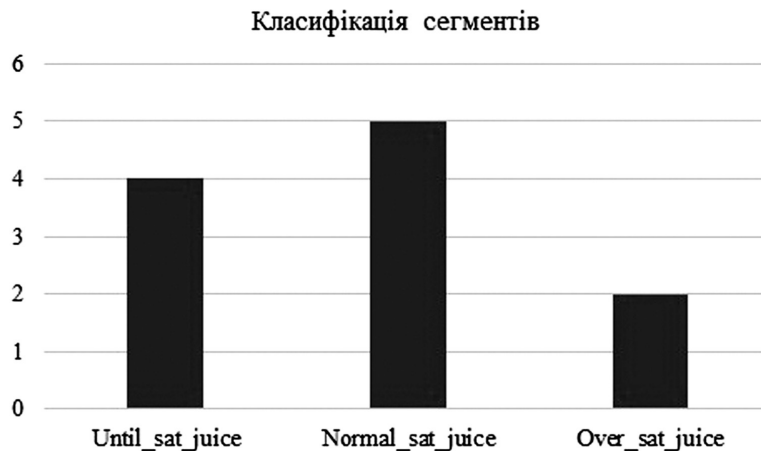


Рис. 4. Результати класифікації

Далі виділені сегменти кодуються за допомогою методу топологічної граматики [3, 4]. Топологічні фігури отримані за допомогою кодування будуть описувати тенденцію зміни значення рН соку після процесу першої сатурації.

Провівши аналіз часового ряду значення рН соку далі ведеться аналіз і інших часових рядів технологічних змінних, що впливають на процес сатурації. Провівши аналіз визначають зміни яких параметрів привели до зміни значень рН соку. Зміни значень знайдених параметрів і зміни значень рН соку за допомогою топологічних кодів формують у вигляді прецеденту і записують в базу прецедентів. Також до цього прецеденту додають дії, спираючись на базу знань предметної області технологічного об'єкту і машину логічного виводу експертної системи, які необхідно виконати на технологічному об'єкті, для повернення значення рН соку до нормального значення.

Розробка системи підтримки та прийняття рішень прецедентного типу на основі експертної системи дозволить оптимально управляти технологічними комплексами цукрового заводу, при виникненні певних подій на технологічному об'єкті, спираючись на досвід управління, що був застосований в минулому. ■

Список використаних джерел

1. Кишенько В.Д. Фільтрація вхідної інформації в підсистемах технологічного моніторингу систем керування цукровим виробництвом [Текст] / В.Д. Кишенько, Є.С. Проскурка // «Восточно-Европейский журнал передовых технологий», (Математика и кибернетика - фундаментальные и прикладные аспекты). – Харків, 2009. – 4/8 (40). – С. 16-20.
2. Глущенко М.С. Створення бази знань предметної області на основі онтологій для утфельних вакуум-апаратів періодичної дії [Текст] / М.С. Глущенко, Є.С. Проскурка // К. : Цукор України – № 4 (112). – 2015. – С. 43-45.
3. Проскурка Є.С. Прецедентний аналіз технологічних систем цукрового виробництва з використанням топологічної граматики [Текст] / Є.С. Проскурка, В.Д. Кишенько // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ» (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Луцьк, 2010. – Випуск №27. – С. 284-289.
4. Глущенко М.С. Розробка бази знань експертної системи для оптимального керування утфельними вакуум-апаратами періодичної дії [Текст] / М.С. Глущенко, Є.С. Проскурка // К. : Цукор України – № 9 (93). – 2013. – С. 12-15.

Рецензент: Я.В. Смітюх, к.т.н.