

Міжнародна наукова конференція

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ПРОБЛЕМИ
ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

ISDMCI'2019

Збірка наукових праць

**Аналіз та моделювання складних систем і процесів
Теоретичні і прикладні аспекти систем прийняття рішень
Обчислювальний інтелект та індуктивне моделювання**

**Херсон
ФОП Вишемирський В.С.
2019**

УДК 004.89
I 73

ORGANIZERS

Black Sea Scientific Research Society, Ukraine
Kherson National Technical University, Ukraine
IT Step University, Ukraine
Jan Evangelista Purkyne University in Usti and Labem, Czech
Lublin University of Technology, Poland
Taras Shevchenko National University, Ukraine
V.M.Glushkov Institute of Cybernetics NASU Ukraine
International Centre for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

INFORMATION PARTNERS

2020 IEEE Second International Conference
on Data Stream Mining & Processing
It Beans: student community

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І ПРОБЛЕМИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

ISDMCI'2019

Міжнародна наукова конференція

I 73 Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матеріали міжнар. наук. конф., с. Залізний Порт, 21-25 травня 2019 р. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2019. – 240 с.

ISBN 978-617-7783-02-1 (електронне видання)

У збірнику представлені матеріали наукової конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту», яка відбулася у с. Залізний Порт 21-25 травня 2019 р. та була присвячена актуальним питанням сучасних методів прийняття рішень та інформаційних технологій.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств

УДК 004.89

ISBN 978-617-7783-02-1 (електронне видання)

© ISDMCI, 2019
© ФОП Вишемирський В. С., 2019

Для реалізації запропонованої автором схеми автоматизації, розробляється програмний комплекс, який буде отримувати данні за допомогою датчиків, та дозволяє розрахувати модель фільтрувального елементу. Цей програмний комплекс дозволяє вибрати структуру і розмір фільтрувального елементу в залежності від області застосування і середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vecherkovskaya A. Mathematical modeling of multi-layer filter parameters. / A. Vecherkovskaya, S. Poperehnyak // The XIVth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) proceedings, Polyna, April 18-22, 2018, - Lviv, 2018
2. Alehina O.F. Modeling of effective management of production at industrial enterprises: the author's abstract of the dissertation on obtaining a scientific degree of the doctor of economic sciences: 08.00.05 / O.F.Alehkina; NSU. - Nizhny Novgorod, 2009. - 32s.
3. Rigatos G.; Siano P.; Wira P.; Busawon K.; Jovanovic I M. Nonlinear H-Infinity Control for Optimizing Cement Production/ G. Rigatos; P. Siano; P. Wira; K. Busawon; I M. Jovanovic // 2018 UKACC 12th International Conference on Control (CONTROL) 2018. – p. 248 – 253

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИКИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

Рак Т.¹, Михайлюк С.², Пелешко М.³

¹ІТ СТЕП Університет, вул. Замарстинівська, 83а, Львів, 79019, Україна

²Управління ДСНС у Чернівецькій обл., вул. Комарова, 1А, Чернівці, 58000, Україна

³Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, вул. Клепарівська, 35, Львів, 79007, Україна

Метою дослідження є розробка методики для прогнозування ризику виробничого травматизму за допомогою вейвлет - і фрактального аналізу. Вейвлет-аналіз застосовується для дослідження складних даних і їх відображення в масштабно-часову площину, що дозволяє виявити властивості складного сигналу, невидимі при звичайному поданні. В області перетворення виділяються властивості, які нас цікавлять, тобто додаткова інформація, недоступна в початковому вигляді [1-4].

Кількість потерпілих за певний період (місяць, рік) представляє собою часовий ряд, на основі дослідження якого можна прогнозувати наступні значення цього ряду, а значить можливі втрати для суспільства, а в ряді випадків заходи для його зменшення.

Нехай спостерігаються кількість потерпілих як вихідні значення $y(t)$ часового ряду. Для прогнозування часового ряду необхідно провести структурно-параметричну ідентифікацію вибрати тип математичної моделі $y_M(t)$ (структурна ідентифікація), оптимізувати її параметри (параметрична ідентифікація) шляхом обчислення помилки ідентифікації $\varepsilon(t) = y(t) - y_M(t)$.

Завдання структурно-параметричної ідентифікації часового ряду вирішується з умови мінімуму середньоквадратичної помилки:

$$M\{\rho[y(t), y_M(t)]\} = M\{\varepsilon^2(t)\} \rightarrow \min, \quad (8)$$

де $\varepsilon(t) = y(t) - y_M(t)$ – помилка ідентифікації; $\rho[y(t), y_M(t)] = \varepsilon^2(t)$ – функція втрат; M – математичне очікування. Запропоновано використати математичну модель часового ряду з використанням компоненти хаотичності χ_t такого вигляду [5]:

$$y_t = \chi_t + \eta_t + \varepsilon_t, \quad (9)$$

де χ_t – компонента, яка виражає міру хаотичності ряду, що описує характер процесу і залежить від H_t – показники Герста або D_t – показники фрактальної розмірності;

η_t – трендова складова, $t \in t_0, \dots, t_n$ – моменти часу; ε_t – випадковий шум.

Пропонується використати модифікований комбінований підхід для опрацювання і аналізу часових рядів, що складається з наступних етапів:

1. Попереднє опрацювання даних інформаційної системи, яке полягає у вибірці статистичних даних для формування часового ряду, який нас цікавить.
2. Проведення комплексного опрацювання часового ряду методом фрактального (визначення показників хаотичності H_t і D_t) та вейвлет-аналізу.
3. Порівняльний аналіз вейвлет-спектрів шляхом отримання чисельних значень кореляції двох порівнюваних процесів для виявлення закономірностей.
4. Застосування додаткового показника частотно-часового розподілу нестационарних часових рядів, що дозволяє оцінити швидкість зміни компонентів сигналу.

5. Оцінка самоподібності на основі комбінованого підходу фрактального та вейвлет-аналізу, кореляційного аналізу і «динаміки» нестационарності для ідентифікації часових рядів.
6. Виявлення внутрішньої закономірності в поведінці часових рядів та її прогнозуванні на основі трендової складової та показника хаотичності.

Дане комбіноване застосування дозволить отримувати найширшу інформацію про досліджуваний процес, як в кількісних оцінках (величина H_t , D_t , величина кореляції, значення додаткового показника) так, і шляхом якісного аналізу вейвлет-спектрів, графіків кореляційного аналізу та динаміки нестационарності. Результатом застосування комбінованого підходу буде повноцінна об'ємна інформація про часові ряди, за якими можна ідентифікувати часовий ряд і виявляти закономірності в їх поведінці [6].

Оцінка показника Герста. Кількісно оцінка Герста H_t має вигляд:

$$H_t = \lg\left(\frac{R}{S}\right) / \lg\left(\frac{n}{2}\right). \quad (10)$$

де R – максимальний розмах досліджуваного ряду; S – середньоквадратичне відхилення спостережень; n – кількість спостережень.

Показник H_t взаємопов'язаний з фрактальною розмірністю наступним виразом:

$$D_t = 2 - H_t. \quad (11)$$

Фрактальна розмірність D_t часового ряду або накопичених змін під час випадкового блукання $H_t = 0,5$ дорівнює 1,5. Для моделювання χ_t запропоновано використовувати фрактальний броунівський рух в якості випадкового процесу [7, 8]:

$$P(\Delta X < x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 t^{2H_t}}} \cdot \int_{-\infty}^x \exp\left[-\frac{z^2}{2\sigma^2 t^{2H_t}}\right] dz, \quad (12)$$

де σ – стандартне (середньоквадратичне) відхилення випадкової величини X . Приріст фрактального броунівського руху буде фрактальним гаусівським шумом, дисперсія якого підпорядковується відношенню

$$D[X(t+\tau) - X(t)] = \sigma^2 t^{2H_t} \quad (13)$$

В даному дослідженні застосовано розрахунок фрактальної розмірності за відомим «поточковим» методом, який є класичним. В основі цього методу лежить підрахунок відстаней від вибраної точки до всіх точок досліджуваної множини.

Запропонований алгоритм полягає в наступному: розглянемо будь-яку множину випадків x_1, x_2, \dots, x_N за досліджуваний період, розташованих в m -вимірному просторі. Опишемо навколо будь-якого випадку (x_1, x_2, \dots, x_N) сферу з радіусом r і підраховуємо число випадків $M(x_i, r)$, що потрапили всередину сфери. Імовірність того, що вибіркового випадку виявиться всередині сфери, отримаємо, розділивши $M(x_i, r)$ на повне число випадків в досліджуваній множині:

$$P(x_i, r) = \frac{M_i(x_i, r)}{N} \quad (14)$$

Як впливає з визначення фрактальної розмірності, при малих r ймовірність $P(x_i, r)$ повинна вести себе як $r \approx -D_t$, де D_t – гаусдорфова розмірність множини. В такому випадку:

$$D_t(x_i) = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log P(x_i, r)}{\log r}. \quad (15)$$

Розроблено математичну модель статистики виробничого травматизму, що відрізняється тим, що введена компонента хаотичності, в результаті чого модель більш точно відображає реальну ситуацію з ідентифікації часового ряду на самоподібність у порівнянні із статистичними методами [9].

Показані можливості фрактального і вейвлет-аналізу введенням кореляційного аналізу вейвлет-скалограм і додаткового показника частотно-часового розподілу нестационарних часових рядів.

ЛІТЕРАТУРА

1. R. R.Coifman, Y. Meyer, and M. V. Wickerhauser, Wavelet analysis and signal processing, Wavelets and Their Applications, ed. Ruskai et al., ISBN 0-86720-225-4, Jones and Bartlett, Boston, 1992, pp. 153-178.
2. Hao Xuefeng and Xu De, "Time series prediction based on non-parametric regression and wavelet-fractal," Proceedings 7th International Conference on Signal Processing, 2004. Proceedings. ICSP '04. 2004., Beijing, 2004, pp. 388-391 vol.1.
3. Zhiyong Li and Weilin Wu, "Detection and Identification of Power Disturbance Signals Based on Nonlinear Time Series," 2006 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, Dalian, 2006, pp. 7646-7650.

4. Z. Xie, M. Zhai and X. Liu, "Research on fractal characteristics of broadband power line communication signal," 2017 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET), Chennai, 2017, pp. 373-378.
5. Z. Ying, L. Dahui and G. Sijia, "Fractal Analysis for Industry Surface Based on Wavelet Filter," 2010 International Conference on Multimedia Communications, Hong Kong, 2010, pp. 172-174.
6. J. Ning and W. Gao, "Multi-feature extraction for power system disturbances by wavelet transform and Fractal analysis," IEEE PES General Meeting, Providence, RI, 2010, pp. 1-7.
7. Wei Wu, "Extracting signal frequency information in time/frequency domain by means of continuous wavelet transform," 2007 International Conference on Control, Automation and Systems, Seoul, 2007, pp. 540-543.
8. M. V. Subbarao and P. Samundiswary, "Time-frequency analysis of non-stationary signals using frequency slice wavelet transform," 2016 10th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO), Coimbatore, 2016, pp. 1-6.
9. G. Yang and Y. Liu, "A New Wavelet Modulus Maximum Method for Noise Reduction of Chaotic Signals," 2010 International Conference on Electrical and Control Engineering, Wuhan, 2010, pp. 4618-4622.

FOOTBALL PREDICTIONS BASED ON TIME SERIES WITH GRANULAR EVENT SEGMENTATION

¹Rakityanska H. B., ²Demchuk M. Y.

^{1,2} Vinnitsa National Technical University, Khmelnytske Sh. 95, Vinnitsa 21021, Ukraine
h_rakit@ukr.net, demchuknick6@gmail.com

Prediction of football matches results is of interest when demonstrating the abilities of different data mining techniques compared to competitive sports betting market. The problem is what data should be collected and what is the best way to process them by discovering the unknown regularities and finding the appropriate explanations in the form of applied knowledge [1]. Since making sense of sports data is a challenging task, it is necessary to recognize hidden trends and patterns in teams' performances to see the underlying relationships within the highly stochastic sports data [1, 2]. Numerous data mining techniques have been proposed in attempt to generate profit against published market odds [3]. Due to the randomness inherent to sports data, obvious benefits of pure machine learning techniques are achieved at the cost of accuracy and interpretability [4]. At the same time, experts and fans have gained considerable experience supported by extensive statistical analysis. Instead of relying on even large datasets, a smart data approach to knowledge engineering in sports domain is required [4]. Development of such approach implies data quality management focused on what expert and experimental data are really required, rather than what data are ready available [4].

In [5], it is suggested to predict the football matches results by modeling time series using fuzzy IF-THEN rules. Despite the fact that generated forecasts agree well with the market odds, the rule-based model cannot outperform the bookmakers' predictions. The aim of this work is to develop a method of data quality management in mining fuzzy relations from time series of sports data. Data quality management implies expert information correction and experimental data set improvement. It is supposed that the expert rule set is subject to further correction to improve the predictive accuracy at the cost of removal of different types of biases in expert judgments. In fuzzy time series modeling, rule set refinement represents the compound framework of granular and relational models, using which the semantically sound description of time series is ensured.

Time series modeling implies the stages of segmentation and granulation [6]. Time series segmentation is carried out in order to identify events or specific areas of interest in terms of the impact on the match outcome. To improve the data set, it is advisable to extract certain patterns from the time series, rather than analyze the time series as a whole. Experts identify the events in the form of trends and patterns at the stage of time series segmentation. At the stage of time series granulation, the events in the form of collection of time windows are transformed into fuzzy terms [6]. To describe the behavior of a time series, fuzzy terms represent the estimates of the amplitude trend of the time window. To improve the accuracy of the fuzzy relational model, the granular representation of the fuzzy terms consists of generating a set of granules with the same linguistic interpretation.

Expert data correction is carried out at the stage of mining "events - match outcome" fuzzy relations. The matrix of pairwise comparisons reflects the degree of advantage of individual areas of the time series in terms of the possible match outcome. The biases in expert judgements (favorite/outsider bias, home team bias) can be revealed in paired comparative assessments chosen by an expert according to the 9-mark Saaty's scale [7]. Thus, the essence of tuning consists of finding such parameters of granular representation of fuzzy events and such paired comparative assessments, which minimize the difference between model and experimental data. The genetic algorithm is used for hitting the area of unbiased assessments with further adaptive correction of paired

ОСКЕРКО С., ПОДОЛЯН В., ПЕЛЕСКО Д., ВІНОКУРОВА О. АУДІО-ВІЗУАЛЬНИЙ СЛОВАРНИЙ АНАЛІЗ НА БАЗІ БАГАТОВИМІРНОЇ КОНВОЛЮЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ	134
ОЧЕРЕТЯНИЙ О.К., БАКЛАН І.В. ШЛЯХИ ГІБРИДИЗАЦІЇ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ	135
ПАНКРАТОВА Н.Д., ГОРЕЛОВА Г.В., ПАНКРАТОВ В.А. СТРАТЕГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО ОБМЕНА НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИЙ ПРЕДВИДЕНИЯ И КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	136
PAPUSHA R., OHNIEVA O. IMPROVEMENT OF COMPUTER-AIDED LEARNING METHODS FOR SOLVING THE GAMMA SPECTRUM DECONVOLUTION PROBLEM	138
ПАСІЧНИК В.В., КУНАНЕЦЬ Н. Е., РЖЕУСЬКИЙ А. В., ЛЕГЕЗА А.В. ФОРМУВАННЯ МНОЖИНИ ХАРАКТЕРНИХ ОЗНАК КОНЦЕПТУ ВЕЛИКІ ДАНІ	139
ПАШКО А., ДОМАНЕЦЬКА І., РЯБЧУН Ю., ТЕРЕНЧУК С. МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ АБІТУРІЄНТІВ	141
ПЕРЕДЕРІЙ В.І., ГРИНЬКО І.С., ПЕРЕДЕРІЙ В.В., ЗДРОК О.В. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКИ ІНФОРМАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМАХ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ	143
POLYVODA O.V., LYTVYNCHUK D.G., POLYVODA V.V. MONITORING SUBSYSTEM DESIGN METHOD IN THE INFORMATION CONTROL SYSTEM	146
POLYVODA O.V., RUDAKOVA H.V. KONDRATIEVA I.U., ROZOV YU.G., LEBEDENKO YU.O. DIGITAL ACOUSTIC SIGNAL PROCESSING METHODS FOR DIAGNOSING ELECTROMECHANICAL SYSTEMS	147
POLYNIAK YU., FEDASYUK D., MARUSENKOVA T. A SOFTWARE MODULE FOR BEE COLONY SOUNDS ANALYSIS USING THE DTW ALGORITHM	148
ПОПЕРЕШНЯК С.В. МЕТОДИКА ТЕСТУВАННЯ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ МАЛОЇ ДОВЖИНИ	150
ПОПЕРЕШНЯК С.В., ВСЧЕРКОВСЬКА А.С. МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІПРОПІЛЕНОВИХ ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ	152
РАК Т., МИХАЙЛЮК С., ПЕЛЕСКО М. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИКИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ	154
РАКУТЯНСКА Н. В., ДЕМЧУК М. У. FOOTBALL PREDICTIONS BASED ON TIME SERIES WITH GRANULAR EVENT SEGMENTATION	156
РЕВА О.М., ШУЛЬГІН В.А., НЕДБАЙ С.В., НЕВИНЦІН А.М. ЛЮДСЬКИЙ ЧИННИК У ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ: ПРОАКТИВНА ІНТЕГРАТИВНА ОЦІНКА СТАВЛЕННЯ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ ДО РИЗИКУ ПОРУШЕНЬ НОРМ ЕШЕЛОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН	157
РЕВА О.М., КАМИШИН В.В., НЕВИНЦІН А.М., НАСІРОВ Ш.Ш. ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ: СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ НА ПОКАЗНИКАХ ЧАСТОТИ І НЕБЕЗПЕК ХАРАКТЕРНИХ ПОМИЛОК	159
РЯБЧУН Ю.В. ВПРОВАДЖЕННЯ ІГРОВИХ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ В СИСТЕМУ ОЦІНКИ ПРОСТОРОВОЇ УЯВИ АБІТУРІЄНТІВ	162
САМОХВАЛОВ Ю.Я. ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ В СЕТЕВЫХ МОДЕЛЯХ ПО СОВОКУПНОСТИ НЕЧЕТКИХ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК	164