

Wydział informatyki i Zarządzania
Politechnika Wrocławska

INFORMACJA O PROPONOWANEJ DO OTWARCIA ROZPRAWIE DOKTORSKIEJ

Metoda rekomendacji zmian w procesie produkcyjnym

Doktorant: **mgr inż. Jan Skowroński**

Promotor: **dr hab. inż. Dariusz Król**

Opis problemu badawczego

Tematem proponowanej rozprawy doktorskiej będzie zastosowanie systemu rekomendacji w obszarze wspomagania zarządzania procesem produkcyjnym.

Rekomendacje można podzielić na dwie grupy: spersonalizowane i niespersonalizowane. W systemach rekomendacji stosujących metody spersonalizowane, różni użytkownicy lub grupy użytkowników, otrzymują różne wyniki. Natomiast w systemach wykorzystujących metody niespersonalizowane, te same wyniki zwracane są wszystkim użytkownikom [5]. Systemy rekomendacji dzielimy na 4 klasy: systemy rekomendacji oparte o filtrowanie kolaboratywne, systemy rekomendacyjne oparte o filtrowanie treści, systemy oparte o bazę wiedzy [5][2][10] z uwzględnieniem przypadków [5] oraz systemy hybrydowe, łączące ze sobą różne metody rekomendacyjne [11]. Hybrydowe podejście do opracowywania systemów rekomendacji stosowane jest w celu połączenia zalet trzech wymienionych wcześniej metod oraz eliminacji ich wad i ograniczeń [1][4].

Systemy rekomendacyjne są informatycznymi narzędziami stosującymi różne techniki przetwarzania danych w celu skutecznego wyselekcjonowania treści stanowiących przedmiot zainteresowania danego użytkownika. Rekomendowanie jest formą wyszukiwania. W obu przypadkach zadanie polega na znalezieniu interesujących użytkownika przedmiotów, np. wskazanie możliwych zmian w procesie produkcyjnym kierownikowi produkcji. Różnica między wyszukiwaniem a rekomendacją polega jednak na tym, że metody rekomendowania umożliwiają zwracanie wyników bez podania kryteriów wyszukiwania [12]. Te kryteria określone są automatycznie przez system rekomendacji. Systemy rekomendacji wykorzystywane są m.in. w sklepach internetowych, jak i do wspomagania podejmowania decyzji [9]. W szczególności w środowisku produkcyjnym filtrowanie kolaboratywne oraz metody bazujące na strukturalnych powiązaniach zastosowane zostały w celu opracowania systemu rekomendacji stosowanego w procesie konfiguracji produktu. Opracowany algorytm umożliwi technologowi dobór odpowiednich parametrów konfiguracji wyrobu gotowego. Na jej podstawie powstają odpowiednie technologie wytwarzania produktu oraz struktura materiałowa [14]. Kolejnym przykładem może być zastosowanie systemów rekomendacji, do sugerowania zmian w działaniu i skalowaniu usług Internetu Rzeczy (ang. *Internet of Things*) [8].

Uzasadnienie podjęcia tematu

W trakcie prowadzonej działalności badawczo-rozwojowej zidentyfikowana została potrzeba opracowania metody rekomendacji istotnych zmian w procesie produkcyjnym, wpływających na polepszenie wartości wskaźników efektywności produkcji.

Prace badawcze prowadzone w ramach projektu *Unit Performance Management Tool (PUPMT)* pozwoliły na opracowanie metody oceny efektywności jednostek produkcyjnych [3], bazującej na normie ISO 22400 [6][7], ponadto ontologii systemu produkcyjnego [13] oraz metody selekcji czynników mających istotny wpływ na wskaźniki efektywności produkcji.

Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzonych badań istnieje podstawa do postawienia tezy, że zastosowanie metod rekomendacji dotyczących sugerowania zmian w konfiguracji procesu produkcyjnego,

doprowadzi do wzrostu efektywności produkcji.

W celu określenia obszaru zainteresowania tematyką rozprawy doktorskiej przeprowadzono rozeznanie rynku i uzyskano listy intencyjne od przedsiębiorstw produkcyjnych Termet S.A., Mann-Hummel Sp. z o.o., Biazet S.A., POL-SOFT Sp. z o.o., potwierdzające zainteresowanie wdrożeniem wyników przeprowadzonych badań.

Przeprowadzono również badanie stanu techniki w kierunku procedury patentowej – grudzień 2018 – potwierdzające czystość patentową opracowywanego rozwiązania. Badania zostały przeprowadzone przez europejskiego rzecznika patentowego firmy EUPANTENT.PL Sp. z o.o.

Cel rozprawy

Celem rozprawy jest opracowanie skutecznej metody rekomendacji alternatywnych konfiguracji procesu produkcyjnego, których zastosowanie doprowadzi do wzrostu wybranych wskaźników efektywności.

Wynikiem rozprawy będzie opracowanie nowego podejścia do zarządzania obszarem produkcji, ukierunkowanego na podejmowanie decyzji istotnie wpływających na prognozowany wzrost wartości wskaźników efektywności produkcji zgodnie z zaleceniami normy ISO 22400.

Metodyka badań

Opracowana zostanie hybrydowa metoda rekomendacji łącząca metody oparte o filtrowanie kolaboratywne oraz oparte o bazę wiedzy, z uwzględnieniem informacji zwrotnej. Metoda ta zastosowana zostanie dla różnych grup użytkowników związanych z procesem realizacji produkcji (np. planista, operator maszyny, technolog, mistrz produkcji, kierownik produkcji). Każdy z użytkowników otrzymywać będzie dedykowane rekomendacje dotyczące interesujących go możliwych zmian w systemie produkcyjnym prowadzących do wzrostu wskaźników efektywności produkcji. Opracowana metoda zostanie zastosowana w różnych obszarach produkcji (np. planowanie produkcji, realizacja produkcji, utrzymanie ruchu) oraz zostanie zweryfikowana przy wykorzystaniu danych historycznych pochodzących z rzeczywistych systemów produkcyjnych.

Zakres rozprawy

1. Wyznaczenie kluczowych cech metody
2. Wybór odpowiednich typów metod rekomendacji
3. Opracowanie i implementacja hybrydowej metody rekomendacji
4. Opracowanie metody predykcji wpływu zastosowania rekomendacji na zmianę wartości wskaźników KPI wraz z analizą wsteczną
5. Przeprowadzenie symulacji na danych historycznych w tym opracowanie struktury danych
6. Weryfikacja metody i przeprowadzenie powtórnej symulacji
7. Opracowanie prototypu systemu rekomendacyjnego
8. Przeprowadzenie weryfikacji w warunkach rzeczywistych

Uzyskane wyniki

Dotychczas przeprowadzono prace dotyczące wyznaczenia kluczowych cech systemu. Dokonano również dobrania odpowiednich typów metod rekomendacji dla opisanego problemu. Aktualnie prowadzone są prace dotyczące opracowania struktury danych dla bazy wiedzy będącej podstawą hybrydowego systemu rekomendacji. Opracowana struktura będzie rozwinięciem struktury [13].

Literatura

- [1] Adomavicius G., Tuzhilin A., *Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions*, IEEE Trans. Knowledge and Data Eng., vol. 17, no. 6, pp. 734–749, 2015.
- [2] Aggarwal Ch., *Recommender Systems The Textbook*, Springer, 2016.

- [3] Bartecki K., Król D., Skowroński J., *Wyznaczanie kluczowych wskaźników wydajności procesu produkcyjnego - część I: badania teoretyczne*, *Pomiary Automatyka Robotyka*, R. 22, Nr 3, 2018.
- [4] Chen, L., Pu, P., *Critiquing-based recommenders: survey and emerging trends*, *User Model. User-Adapt. Interact.* 22(1–2), 125–150, 2012.
- [5] Gatzoura A., Sánchez-Marrè M., *A Case-Based Recommendation Approach for Market Basket Data*, *IEEE Intelligent Systems*, vol. 30, no. 1, pp. 20-27, Jan.-Feb. 2015.
- [6] *International Standard ISO 22400–1. Automation Systems and Integration – Key Performance Indicators (KPIs) for Manufacturing Operations Management – Part 1: Overview, Concepts and Terminology*, Geneva: International Standard Organization (ISO), 2014.
- [7] *International Standard ISO 22400–2. Automation Systems and Integration – Key Performance Indicators (KPIs) for Manufacturing Operations Management – Part 2: Definitions and Descriptions*, Geneva: International Standard Organization (ISO), 2014.
- [8] Mashal I., Chung T., Alsaryrah O., *Toward service recommendation in Internet of Things*, 2015 Seventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks, Sapporo, pp. 328-331, 2015.
- [9] Pathak B, Garfinkel R, Gopal R, Venkatesan R, Yin F., *Empirical analysis of the impact of recommender systems on sales*, *JManage Inform Syst* , 27(2):159–88, 2010.
- [10] Ricci F., Rokach L., Shapira B., *Recommender Systems Handbook*, Springer, 2015.
- [11] Shah K., Salunke A., Dongare S., Antala K., *Recommender systems: An overview of different approaches to recommendations*, 2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS), Coimbatore, pp. 1-4, 2017.
- [12] Szeliga M., *Data Science i uczenie maszynowe*, PWN, 2017.
- [13] **Wojtkiewicz K., Krótkiewicz M., Jodłowiec M., Skowroński J., Zaręba M., *Ontological information as part of continuous monitoring software for production fault detection*, **ACIIDS 2019.****
- [14] Zhang W.Y., Zhang S., Chen Y.G., Pan X.W., *Combining social network and collaborative filtering for personalised manufacturing service recommendation*, *International Journal of Production Research*, 51:22, 6702-6719, 2013.

mgr inż. Jan Skowroński