

STRESZCZENIE

Monografia *Automatyzacja Procesów Dyskretnych. Teoria i zastosowania* pod redakcją Andrzeja Świerniaka i Jolanty Krystek, stanowi przekrojowe opracowanie prezentujące współczesne osiągnięcia w zakresie automatyzacji, sztucznej inteligencji, robotyki, badań operacyjnych oraz modelowania systemów biologicznych i technicznych. Heterogeniczność rozpatrywanych problemów związana jest również z szerokim rozumieniem pojęcia automatyzacji procesów, które oprócz zagadnień syntezy i analizy układów sterowania automatycznego obejmuje także zadania projektowania i wdrażania systemów decyzyjnych z udziałem człowieka. Na publikację składają się 43 rozdziały autorstwa przedstawicieli wielu krajowych ośrodków naukowych. Pomimo dużej różnorodności tematycznej, wszystkie prace łączy wspólny cel: wykorzystanie formalnych modeli, metod obliczeniowych i nowoczesnych technik analizy danych do rozwiązywania złożonych problemów dyskretnych.

1. Sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe i analiza danych

Pierwszą grupę tematyczną stanowią rozdziały poświęcone metodom sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego oraz przetwarzania danych i obrazów. Należą do niej:

- Rozdział 1: *Korekcja winietowania obrazów cyfrowych z wykorzystaniem deformowalnego wielomianowego modelu radialnego.*
- Rozdział 4: *Automatyczna kalibracja kamery do estymacji prędkości pojazdów na podstawie nagrań UAV.*
- Rozdział 5: *Anonimizacja danych wideo na potrzeby systemów ADAS.*
- Rozdział 11: *Metoda detekcji mgły w czasie rzeczywistym wykorzystująca informację obrazową.*
- Rozdział 19: *Agregacja reprezentacji cech a głosowanie lokalnych decyzji w kolektywnym rozpoznawaniu obiektów.*
- Rozdział 30: *Zastosowanie uczenia przez wzmacnianie do wyznaczania wielkości zamówień w przedsiębiorstwie.*
- Rozdział 31: *Analiza wpływu filtracji danych na działanie modelu identyfikacji mikroRNA.*
- Rozdział 35: *Rozpoznawanie emocji w robotyce społecznej: multimodalna analiza mowy i tekstu.*
- Rozdział 36: *Procesy etykietowania produktów i weryfikacji zgodności danych identyfikujących z wykorzystaniem sztucznej inteligencji.*
- Rozdział 39: *Analiza ograniczeń modelu FCN_ResNet50 względem architektur transformerowych w zadaniu detekcji przeszkód.*

Prace te pokazują szerokie spektrum zastosowań metod opartych na danych. Obejmują one zarówno analizę obrazów i nagrań wideo, jak i przetwarzanie sygnałów mowy, analizę tekstu czy wspomaganie decyzji logistycznych. Szczególnie widoczny jest rozwój technologii głębokiego uczenia oraz uczenia ze wzmocnieniem, które coraz częściej zastępują klasyczne podejścia oparte na ręcznie definiowanych regułach. W wielu rozdziałach podkreślono znaczenie jakości danych i odpowiedniego przygotowania zbiorów uczących dla skuteczności algorytmów sztucznej inteligencji.

2. Robotyka, systemy autonomiczne i sterowanie

Drugą grupę tworzą rozdziały dotyczące robotyki, autonomicznych systemów sterowania oraz interakcji człowieka z maszyną:

- Rozdział 9: *Głębokie uczenie ze wzmocnieniem a regulacja PID: porównanie autonomicznej nawigacji sterowca.*
- Rozdział 10: *Kalibracja osi skrętnej 4-kołowej platformy jezdnej.*
- Rozdział 13: *Przegląd konfiguracji układów jezdnych robota mobilnego.*
- Rozdział 28: *Synteza hybrydowego systemu sterowania i optymalizacja strukturalna mobilnego robota eksploracyjnego MPER.*
- Rozdział 32: *Wykrywanie kolizji przy pakowaniu palet z użyciem robota.*
- Rozdział 33: *Hybrydowe systemy decyzyjne w robotyce społecznej: wielowarstwowa arbitracja autonomii w układach współdzielonej kontroli.*
- Rozdział 39: *Detekcja przeszkód na potrzeby planowania trajektorii.*

Autorzy analizują zarówno zagadnienia konstrukcji robotów mobilnych, jak i algorytmy odpowiedzialne za ich autonomiczne funkcjonowanie. Szczególny nacisk położono na rozwój metod pozwalających robotom działać w niepewnym środowisku, podejmować samodzielne decyzje oraz współpracować z człowiekiem. Interesującym aspektem jest rozwój robotyki społecznej, w której równie ważne jak skuteczność działania stają się zdolności komunikacyjne, interpretacja emocji oraz odpowiedni poziom autonomii systemu.

3. Optymalizacja, logistyka, energetyka i systemy produkcyjne

Najobszerniejszą grupę stanowią rozdziały poświęcone optymalizacji procesów gospodarczych, logistycznych i produkcyjnych:

- Rozdział 7: *Efekty zewnętrzne procesu w projektach automatyzacji.*
- Rozdział 14: *Ocena opóźnień czasowych w wymianie danych między cyfrowym bliźniakiem a komponentami automatyki przemysłowej.*
- Rozdział 15: *Ocena efektywności zarządzania kryzysowego z wykorzystaniem DEA.*
- Rozdział 16: *Redukcja zużycia energii elektrycznej w przemysłowych układach sprężonego powietrza z wykorzystaniem uczenia głębokiego.*
- Rozdział 20: *Optymalny dobór inteligentnych usług w scenariuszu działania aplikacji chmurowej.*

- Rozdział 21: *Model optymalizacji przepływów energii w rozproszonym systemie magazynowania energii.*
- Rozdział 22: *Rozmieszczenie produktów w magazynie kompletacyjnym minimalizujące czas kompletacji zamówień.*
- Rozdział 23: *Analiza wybranych algorytmów do szeregowania zadań w wielomaszynowym przepływowym systemie produkcyjnym.*
- Rozdział 30: *Wyznaczanie wielkości zamówień przy użyciu uczenia przez wzmacnianie.*
- Rozdział 41: *Planowanie operacji logistycznych portu morskiego z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, programowania liniowego i logiki trójwartościowej.*
- Rozdział 43: *Model strukturalny zintegrowanych systemów sterowania procesami przedsiębiorstwa.*

Prace te pokazują, że automatyzacja procesów dyskretnych znajduje szerokie zastosowanie w nowoczesnych przedsiębiorstwach. Autorzy omawiają zagadnienia magazynowania, transportu, zarządzania energią oraz synchronizacji procesów produkcyjnych. Wiele badań wpisuje się w koncepcję Przemysłu 4.0, gdzie cyfrowe bliźniaki, analiza danych i algorytmy optymalizacyjne wspierają bieżące zarządzanie przedsiębiorstwem. Szczególną uwagę poświęcono również efektywności energetycznej i zrównoważonemu wykorzystaniu zasobów.

4. Teoria systemów dyskretnych, grafy i modele formalne

Kolejna grupa obejmuje rozdziały rozwijające matematyczne podstawy automatyzacji:

- Rozdział 2: *Informacyjny rozmiar problemów kombinatorycznych.*
- Rozdział 12: *Instancje testowe dla jednowymiarowego problemu pakowania z konfliktami.*
- Rozdział 24: *O problemie sumy chromatycznej grafu.*
- Rozdział 34: *Poziomy analizy t-niezmienników w czasowych sieciach Petriego.*
- Rozdział 37: *Statyczna analiza potencjalnych relacji blokowania i odblokowywania między t-niezmiennikami w sieciach Petriego.*
- Rozdział 40: *Optymalizacja topologii odpornej sieci szkieletowej w warunkach awarii węzłów.*
- Rozdział 42: *Oparta na grafach detekcja struktur sterowania w modelach wewnątrzkomórkowych szlaków sygnałowych.*

Autorzy rozwijają formalny aparat matematyczny wykorzystywany do opisu i analizy systemów dyskretnych. Szczególnie istotną rolę odgrywają sieci Petriego oraz teoria grafów, które umożliwiają badanie własności dynamicznych złożonych układów. Rozdziały te dostarczają podstaw teoretycznych dla wielu zastosowań omawianych w pozostałych częściach monografii.

5. Modelowanie procesów biologicznych i biomedycznych

Ostatnia grupa obejmuje zastosowania metod automatyzacji procesów dyskretnych w biologii i medycynie:

- Rozdział 17: *Analiza wrażliwości modelu cGAS-STING z uwzględnieniem stochastycznych przełączeń genów.*
- Rozdział 18: *GaTher3DEvo – oprogramowanie do przeprowadzania symulacji w oparciu o ewolucyjną teorię gier.*
- Rozdział 26: *Monitorowanie dynamiki mutacji SARS-CoV-2 z wykorzystaniem dyskretnego automatu stanów.*
- Rozdział 27: *Matematyczne modele glikozylacji - szanse i wyzwania.*
- Rozdział 29: *Wyznaczanie czasoprzestrzennego planu leczenia dla radioterapii frakcjonowanej.*
- Rozdział 31: *Analiza wpływu filtracji danych na identyfikację mikroRNA.*
- Rozdział 38: *Sieci Petriego a metody znajdowania minimalnych zbiorów prekursorów w projektowaniu receptorów CAR-T.*
- Rozdział 42: *Detekcja struktur sterowania w szlakach sygnałowych.*

Rozdziały te pokazują, że modele dyskretnie, teoria grafów i zaawansowane metody obliczeniowe stały się ważnym narzędziem współczesnej biologii systemowej. Autorzy wykorzystują je do analizy szlaków sygnałowych, procesów genetycznych, ewolucji wirusów oraz projektowania terapii medycznych. Dzięki temu możliwe jest lepsze zrozumienie mechanizmów biologicznych i opracowywanie skuteczniejszych metod leczenia.

Podsumowanie

Monografia prezentuje spójny obraz współczesnych badań nad automatyzacją procesów dyskretnych. Poszczególne rozdziały można podzielić na pięć głównych obszarów: sztuczną inteligencję i analizę danych, robotykę i sterowanie, optymalizację procesów logistycznych i produkcyjnych, teorię systemów dyskretnych oraz zastosowania biomedyczne. Mimo różnorodności tematów wszystkie prace podkreślają rosnącą rolę metod obliczeniowych, modeli formalnych i sztucznej inteligencji w rozwiązywaniu problemów współczesnej nauki i przemysłu. Monografia pokazuje również, że przyszły rozwój automatyzacji będzie opierał się na integracji metod matematycznych, uczenia maszynowego i systemów autonomicznych z rzeczywistymi procesami technicznymi, gospodarczymi i biologicznymi.