

XXXIX Ogólnopolska Konferencja Naukowa
im. Profesora Władysława Bukietyńskiego



METODY I ZASTOSOWANIA BADAŃ OPERACYJNYCH 2020/2021

Będlewo, 24-26.10.2021

XXXIX Ogólnopolska Konferencja Naukowa
im. Profesora Władysława Bukiełyńskiego

**METODY I ZASTOSOWANIA
BADAŃ OPERACYJNYCH
2020/2021**

Materiały konferencyjne

Będlewo, 24-26.10.2021

Konferencja zorganizowana przez
Wyższą Szkołę Bankową w Poznaniu

Honorowy Patronat

JM Rektor Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu



WYŻSZA SZKOŁA BANKOWA
w Poznaniu

Komitet Statystyki i Ekonometrii
Polskiej Akademii Nauk



Komitet Statystyki i Ekonometrii

Komitet Naukowy Konferencji

Przewodniczący:

- prof. dr hab. Krzysztof Piasecki (WSB w Poznaniu), zmarł 14 lipca 2021 r.
- dr hab. Marcin Anholcer, prof. UEP (UE w Poznaniu) – pełniący obowiązki od śmierci prof. Krzysztofa Piaseckiego

Członkowie:

- dr hab. Sylwester Bejger, prof. UMK (UMK w Toruniu)
- prof. dr hab. Jan B. Gajda (PWSZ Suwałki)
- dr hab. Stefan Grzesiak, prof. US (Uniwersytet Szczeciński)
- prof. dr hab. inż. Ignacy Kaliszewski (IBS PAN)
- dr hab. Bogumił Kamiński, prof. SGH (SGH w Warszawie)
- dr hab. inż. Ewa Konarzewska-Gubała, prof. UE (UE we Wrocławiu)
- dr hab. Iwona Konarzewska, prof. UŁ (Uniwersytet Łódzki)
- prof. dr hab. Donata Kopańska-Bródka (UE w Katowicach)
- prof. dr hab. Dorota Kuchta (Politechnika Wrocławska)
- dr hab. Aleksandra Łuczak, prof. UPP (UP w Poznaniu)
- dr hab. Jerzy Marcinkowski (UE w Poznaniu)
- dr hab. Jerzy Marzec, prof. UE (UE w Krakowie)
- prof. dr hab. Maciej Nowak (UE w Katowicach)
- dr hab. Marek Nowiński, prof. UE (UE we Wrocławiu)
- dr hab. Witold Orzeszko, prof. UMK (UMK w Toruniu)
- dr hab. David Ramsey, prof. PWr (Politechnika Wrocławska)
- dr hab. Ewa Roszkowska, prof. PB (Politechnika Białostocka)
- prof. dr hab. inż. Roman Słowiński (Politechnika Poznańska)
- prof. dr hab. Józef Stawicki (UMK w Toruniu)
- prof. dr hab. Tomasz Szapiro (SGH w Warszawie)
- prof. dr hab. Tadeusz Trzaskalik (UE w Katowicach)
- dr hab. Tomasz Wachowicz, prof. UE (UE w Katowicach)

Komitet Organizacyjny

dr Anna Łyczkowska-Hanćkowiak (WSB Poznań)

Uczestnicy Konferencji

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

dr hab. inż. Grzegorz Ginda, prof. AGH

Politechnika Białostocka

dr Marzena Filipowicz-Chomko

dr Dariusz Kacprzak

dr hab. Ewa Roszkowska, prof. PB

Politechnika Poznańska

prof. dr hab. Roman Słowiński

Ryerson University

prof. Paweł Prałat

Sabre Polska Sp. z o.o.

mgr Agnieszka Górecka

dr Krzysztof Kujawski

mgr Jarosław Pyzik

dr Tomasz Tarnawski

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

dr hab. Michał Bernardelli, prof. SGH

dr hab. Michał Jakubczyk, prof. SGH

dr hab. Bogumił Kamiński, prof. SGH

mgr Daniel Kaszyński

prof. dr hab. Tomasz Szapiro

dr Małgorzata Wrzosek

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

dr Renata Dudzińska-Baryła

dr Agata Gluzicka

mgr Magdalena Kawecka

prof. dr hab. Donata Kopańska-Bródka

dr hab. Ewa Michalska

dr hab. Jerzy Michnik, prof. UE

prof. dr hab. Maciej Nowak

dr hab. Agnieszka Przybylska-Mazur

prof. dr hab. Marek Szopa

dr hab. inż. Krzysztof S. Targiel, prof. UE

prof. dr hab. Tadeusz Trzaskalik

dr hab. Tomasz Wachowicz, prof. UE

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

dr hab. Marcin Anholcer, prof. UEP
dr hab. Krzysztof Echaust, prof. UEP
dr hab. Jerzy Marcinkowski
dr inż. Michał Stasiak
dr Aleksandra Wójcicka-Wójtowicz

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

dr hab. inż. Ewa Konarzewska-Gubała, prof. UE
dr hab. Marek Nowiński, prof. UE
dr Piotr Peternek
dr hab. Grzegorz Tarczyński, prof. UE

Uniwersytet Łódzki

dr hab. Iwona Konarzewska, prof. UŁ
dr Piotr Miszczyński

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr Milena Bieniek
dr Anna Tatarczak

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

dr hab. Sylwester Bejger, prof. UMK
dr hab. Joanna Bruzda, prof. UMK
prof. dr hab. Józef Stawicki
dr Dorota Górecka
dr hab. Witold Orzeszko, prof. UMK
dr Marcin Wata
mgr inż. Jakub Wojtasik

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr Małgorzata Just
dr hab. Aleksandra Łuczak, prof. UPP

Uniwersytet Szczeciński

dr hab. Stefan Grzesiak, prof. US
dr Krzysztof Dmytrów

Uniwersytet w Białymstoku

dr Elżbieta Misiewicz

Wojskowa Akademia Techniczna

dr inż. Rafał Kasprzyk
dr hab. Zbigniew Tarapata, prof. WAT

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu

dr Anna Łyczkowska-Hanćkowiak

Plan Konferencji

NIEDZIELA 24.10.2021

- 16:00–20:00 Rejestracja uczestników
- 18:00–20:00 Kolacja
- 20:15 Zebranie Komitetu Naukowego Konferencji i Sekcji Badań Operacyjnych Komitetu Statystyki i Ekonometrii PAN

PONIEDZIAŁEK 25.10.2021

- 7:30–8:30 Śniadanie
- 8:30–8:45 Inauguracja konferencji
- 8:45–10:15 Sesja plenarna
- 10:15–10:45 Przerwa kawowa
- 10:45–12:25 Sesje równoległe A1 i B1
- 13:00 Obiad
- 14:30–15:50 Sesje równoległe A2 i B2
- 15:50–16:20 Przerwa kawowa
- 16:20–17:20 Sesja INFORMS
- 17:30–18:30 Sesja wspomnieniowa poświęcona śp. Profesorowi Krzysztofowi Piaseckiemu
- 19:00–20:00 Koncert
- 20:00 Uroczysta kolacja

WTOREK 26.10.2021

- 8:00–9:00 Śniadanie
- 9:20–10:40 Sesje równoległe A3 i B3
- 10:40–11:10 Przerwa kawowa
- 11:10–12:30 Sesje równoległe A4 i B4
- 12:30–12:50 Zakończenie konferencji
- 13:00 Obiad

Szczegółowy program Konferencji

PRZYJAZD UCZESTNIKÓW
(24.10.2021, od godz. 16:00)

KOLACJA
(24.10.2021, godz. 18:00–20:00)

ZEBRANIE KOMITETU NAUKOWEGO KONFERENCJI
I SEKCJI BADAŃ OPERACYJNYCH
KOMITETU STATYSTYKI I EKONOMETRII PAN
(24.10.2021, godz. 20:15)

Przewodniczący: dr hab. Marcin Anholcer, prof. UEP

OTWARCIE KONFERENCJI
(25.10.2021, godz. 8:30–8:45)

SESJA PLENARNA
(25.10.2021, godz. 8:45–10:15)

Przewodniczący: prof. dr hab. Tadeusz Trzaskalik

8:45–9:30 Wykład plenarny I

Tomasz Szapiro

Optymalizacja wielokryterialna – wczoraj i jutro

9:30–10:15 Wykład plenarny II

Ewa Roszkowska

Wielokryterialne wspomaganie negocjacji elektronicznych

PRZERWA KAWOWA
(25.10.2021, godz. 10:15–10:45)

SESJA A1

(25.10.2021, godz. 10:45–12:25)

Przewodniczący: dr hab. Marek Nowiński, prof. UE

10:45–11:05 Bogumił Kamiński, Tomasz Olczak, Paweł Prałat, François Theberge

Artificial Benchmark for Community Detection

11:05–11:25 Krzysztof Targiel

Wspomaganie zarządzania projektami metodami analizy sentymentu

11:25–11:45 Rafał Kasprzyk

Malicious Control of Humans and Machines

11:45–12:05 Jarosław Pyzik

Uczenie maszynowe w optymalizacji operacji linii lotniczych

12:05–11:25 Daniel Kaszyński

Modele Trustworthy AI w skoringu kredytowym

SESJA B1

(25.10.2021, godz. 10:45–12:25)

Przewodniczący: dr hab. Stefan Grzesiak, prof. US

10:45–11:05 Grzegorz Tarczyński

Problemy optymalizacyjne składowania towarów w regałach grawitacyjnych w magazynach z komplecją strefową typu pick-and-pass

11:05–11:25 Zbigniew Tarapata, Wojciech Kulas

Wybrane zagadnienia poprawy jakości algorytmów dla problemu klasy VRPTW

11:25–11:45 Milena Bieniek (on-line)

Problem gazeciarza z wymianą barterową

11:45–12:05 Piotr Peternek, Alicja Grześkowiak, Marek Kośny

Optymalizacja poziomu utraconych korzyści w branży hotelarskiej

12:05–11:25 Renata Dudzińska-Baryła, Ewa Michalska

Optymalny portfel inwestycyjny a reprezentacja preferencji inwestora

OBIAD
(25.10.2021, godz. 13:00)

SESJA A2
(25.10.2021, godz. 14:30–15:50)

Przewodnicząca: dr hab. Ewa Roszkowska, prof. PB

14:30–14:50 Anna Łyczkowska-Hanćkowiak, Krzysztof Piasecki
Współczynnik dyskonta portfela oceniany za pomocą zorientowanych liczb rozmytych

14:50–15:10 Aleksandra Wójcicka-Wójtowicz, Krzysztof Piasecki
Metody rozszerzenia uporządkowanej skali w ocenie ryzyka kredytowego

15:10–15:30 Tomasz Wachowicz, Ewa Roszkowska, Krzysztof Piasecki Marzena Filipowicz-Chomko
Badanie zgodności reprezentacji preferencji w problemie pryncypał–agent z wykorzystaniem uogólnionego podejścia rozmytego

15:30–15:50 Michał Dominik Stasiak, Krzysztof Piasecki
Koncepcja nowego wskaźnika efektywności finansowej opartego na analizie spadków kapitału

SESJA B2
(25.10.2021, godz. 14:30–15:50)

Przewodniczący: dr hab. Michał Jakubczyk, prof. SGH

14:50–15:10 Jerzy Marcinkowski (on-line)
Risk assessment and control in the financial markets under expansionary fiscal and monetary policy

15:10–15:30 Anna Tatarczak, Pierre Dehez (on-line)
Współpraca horyzontalna w logistyce –
podejście oparte na teorii gier

15:30–15:50 Jakub Wojtasik, Joanna Bruzda (on-line)
Diagramy Murphy'ego w ocenie dokładności prognoz zapasów

14:30–14:50 Agnieszka Przybylska-Mazur (on-line)
Koordynowanie decyzji polityki pieniężnej i fiskalnej w realizacji stabilności cen

PRZERWA KAWOWA
(25.10.2021, godz. 15:50–16:20)

SESJA INFORMS
(25.10.2021, godz. 16:20–17:20)
Przewodniczący: dr hab. Bogumił Kamiński, prof. SGH

Paweł Prałat

Zastosowanie grafów losowych do projektowania algorytmów

SESJA WSPOMNIENIOWA POŚWIĘCONA
ŚP. PROFESOROWI KRZYSZTOFOWI PIASECKIEMU
(25.10.2021, godz. 17:30–18:30)
Przewodniczący: dr hab. Marcin Anholcer, prof. UEP

KONCERT
(25.10.2021, godz. 19:00–20:00)

UROCZYSTA KOLACJA
(25.10.2021, godz. 20:00)

SESJA A3
(26.10.2021, godz. 9:20–10:40)
Przewodniczący: dr hab. Grzegorz Tarczyński, prof. UE

9:20–9:40 Józef Stawicki

Przydatność łańcuchów Markowa w badaniu procesów epidemicznych

9:40–10:00 Sylwester Bejger

Analiza ścieżek cenowych z wykorzystaniem metod detekcji wzorców oraz wyznaczania podobieństw w szeregach czasowych

10:00–10:20 Witold Orzeszko

Nieliniowe zależności między ceną ropy naftowej a kursami walutowymi

10:20–10:40 Małgorzata Just, Krzysztof Echaust (on-line)

Grubość ogonów rozkładów stóp zwrotu na rynkach kapitałowych podczas kryzysów

SESJA B3

(26.10.2021, godz. 9:20–10:40)

Przewodnicząca: prof. dr hab. Donata Kopańska-Bródka

9:20–9:40 Michał Bernardelli

Optymalizacja przepływu ładunków w transporcie morskim

9:40–10:00 Krzysztof Dmytrów

Analityczne i symulacyjne wyznaczenie czasu kompletacji w magazynie niskiego składowania

10:00–10:20 Tomasz Tarnawski, Ryan Acosta, Sureshan Karichery, Maciej Drwal, Xianfei Jin, Andrzej Kaczmarczyk, Yichen Yang

Computing optimal trajectory in complex airspace – where graph theory meets the practice of daily airline operations

10:20–10:40 Krzysztof Kujawski, Jiadong Wang, Sureshan Karichery

Aircraft Load Optimization with Load Priorities and Splitting

PRZERWA KAWOWA

(26.10.2021, godz. 10:40–11:10)

SESJA A4

(26.10.2021, godz. 11:10–12:30)

Przewodniczący: prof. dr hab. Józef Stawicki

11:10–11:30 Marek Szopa

Kwantowa teoria gier w podejmowaniu decyzji

11:30–11:50 Michał Jakubczyk

Szacowanie ważności kryteriów przy porównaniach stanów zdrowia z uwzględnieniem siły przekonania respondentów w eksperymencie wyboru dyskretnego

11:50–12:10 Dariusz Kacprzak

Wagi obiektywne dla grupowego wspomagania decyzji z danymi przedziałowymi

12:10–12:30 Grzegorz Ginda (on-line)

Odpowiedzialne modelowanie niedoskonałości dostępnej informacji. Przypadek zbiorów rozmytych i AHP/ANP

SESJA B4

(26.10.2021, godz. 11:10–12:30)

Przewodniczący: dr hab. Jerzy Michnik, prof. UE

**11:10–11:30 Marzena Filipowicz-Chomko, Ewa Roszkowska,
Tomasz Wachowicz**

Behawioralne aspekty podejmowania decyzji wielokryterialnych –
wyniki badania ankietowego

11:30–11:50 Dorota Górecka

Wybór klubu piłkarskiego do sponsorowania –
analiza wielokryterialna

11:50–12:10 Piotr Peternek, Magdalena Ligus

Konstrukcja indeksu zrównoważonej energetyki

12:10–12:30 Małgorzata Just, Aleksandra Łuczak (on-line)

Sytuacja społeczno-ekonomiczna w Polsce – ocena jednostek
terytorialnych na różnych szczeblach administracyjnych

ZAKOŃCZENIE KONFERENCJI

(26.10.2021, godz. 12:30–12:50)

OBIAD

(26.10.2021, godz. 13:00)

Streszczenia wykładów i referatów

SYLWESTER BEJGER

Analiza ścieżek cenowych z wykorzystaniem metod detekcji wzorców oraz wyznaczania podobieństw w szeregach czasowych

Detekcja wzorca (typowego przebiegu szeregu czasowego w określonym horyzoncie) lub motywu (*motif*, czyli powtarzającej się sekwencji obserwacji) połączona z wykrywaniem dysonansów (*discords*) stanowią standardowe narzędzia wykrywania anomalii w danych o charakterze strumieniowym. W połączeniu z metodami określania podobieństwa, właściwymi dla szeregów czasowych (np. DTW, SAX minidist, klasyczne miary odległości) mogą stanowić interesujące narzędzie oceny zachowań konkurencyjnych graczy na określonym rynku w określonym horyzoncie. W artykule podjęto próbę zastosowania potoku przetwarzania danych, zawierającego wymienione techniki uczenia nienadzorowanego do oceny zachowań cenowych na polskim rynku hurtowym paliw płynnych.

MICHAŁ BERNARDELLI

Optymalizacja przepływu ładunków w transporcie morskim

Logistyka związana z obsługą zamówień, załadunkiem, transportem morskim i rozładunkiem z perspektywy dużego producenta aluminium wymaga automatyzacji i optymalizacji na każdym etapie procesu przepływu ładunków. Oszczędności z takiej optymalizacji liczone są w milionach dolarów rocznie. Stopień skomplikowania zagadnienia jest jednak na tyle wysoki, że optymalizacja w rozumieniu zadania programowania liniowego nie jest możliwa. Powodem nie jest trudność w matematycznym sformułowaniu zadania ani nawet mnogość zmiennych i warunków ograniczających liczona w miliardach, lecz fakt, że dla danych ze świata rzeczywistego zbiór rozwiązań dopuszczalnych jest nieakceptowalny z punktu widzenia ekonomicznego lub po prostu pusty. Przykładowo, spełnienie ograniczeń z terminami dostaw preferowanymi przez klientów oznaczałoby, że stopień załadunku statków transportowych byłby zbyt niski. W celu rozwiązania problemu optymalizacji, które uwzględni kontekst biznesowy, stworzona została heurystyka odpowiedniego grupowania zamówień, a następnie przydziału statków, nabrzeży i terminów załadunku w portach załadunkowych. Uwzględnione zostały m.in. takie czynniki jak: specyfika zamawianego towaru, prefero-

wane przez klienta terminy dostaw, czasy dostawy zamówienia do portu załadunkowego zależne od wielkości i szybkości statku oraz odległości pomiędzy portami, czas załadunku i rozładunku, obostrzenia nabrzeży związane z dostępnością oraz maksymalną wielkością statku, dni pracy w portach załadunkowych i rozładunkowych czy czas i koszt przechowania towaru w magazynach. Ponadto dokonana została parametryzacja zadania związana z dopuszczalnym opóźnieniem zamówień i maksymalną liczbą rozpatrywanych możliwości optymalnego podziału zamówień pomiędzy statki, co zapewnia zakończenie obliczeń w z góry ustalonym czasie. Ze względu na elastyczność definiowania ograniczeń zaproponowane podejście pozwala na dokonanie uogólnienia na podobne zadania przepływu ładunków.

MILENA BIENIEK

Problem gazeciarza z wymianą barterową

Barter jest systemem wymiany dóbr i usług na inne dobra lub usługi bez użycia gotówki. Podczas walki z pandemią COVID-19 wiele przedsiębiorstw poszukiwało alternatywnych bezgotówkowych sposobów współpracy z partnerami biznesowymi. W USA podczas pandemii zanotowano nawet 30-proc. wzrost w ilości zapisów do platform barterowych. W pracy przedstawiony zostanie problem gazeciarza z wymiana barterową, w którym cena barterowa jest zmienną decyzyjną, a niepewność jest addytywna lub multiplikatywna. Zostaną przeanalizowane dwa przypadki, tj. ceny barterowe produktów są od siebie zależne (np. ceny surowców i wyprodukowanych z nich produktów, ceny różnego rodzaju żywności, ceny żywności i ropy, ceny żywności i energii elektrycznej, ceny podobnych produktów należących do tej samej kategorii produktowej) lub nie są. Przedstawione zostanie dokładne analityczne rozwiązanie problemu poprzez przedstawienie wzorów na optymalną cenę barterową i optymalną wielkość zamówienia. Rezultaty zostaną zilustrowane na przykładzie numerycznym. Praca była finansowana z grantu Narodowego Centrum Nauki nr 2019/35/D/HS4/00801.

JOANNA BRUZDA, JAKUB WOJTASIK

Diagramy Murphy'ego w ocenie dokładności prognoz zapasów

W referacie definiujemy diagramy Murphy'ego dla wybranych przypadków prognoz zapasów wyznaczanych przy założeniu występowania warunku dotyczącego poziomu obsługi typu beta (tj. poziomu wskaźnika gotowości

dostawczej). Diagramy te pozwalają na porównywanie dokładności prognoz zapasów w sytuacji, gdy nie ma pewności co do postaci funkcji straty dla wyznaczanych prognoz, i są tworzone na bazie elementarnych funkcji straty spełniających warunek zgodności względem prognozowanego funkcjonału popytu. Owe funkcje elementarne stanowią bazę dla reprezentacji dowolnej zgodnej z zadanym funkcjonałem funkcji straty i posiadają interpretację w terminach kosztów ponoszonych w efekcie decyzji inwestycyjnych. Diagramy Murphy'ego dla prognoz kwantylowych i ekspektylowych zaproponowano w artykule Ehm W., Gneiting T, Jordan A., Krüger F. (2016), Of quantiles and expectiles: consistent scoring functions, Choquet representations and forecast rankings, *Journal of the Royal Statistical Society*, ser. B, vol. 78. W referacie proponuje się analogi tych konstrukcji dla funkcjonałów popytu stanowiących rozwiązanie warunków dotyczących poziomu obsługi typu beta definiowanego w wariancie krótko- i długookresowym oraz dla różnych modeli zapasów: modelu sprzedawcy gazet i modeli wielookresowych z przegładem ciągłym bądź okresowym.

KRZYSZTOF DMYTRÓW

Analityczne i symulacyjne wyznaczenie czasu kompletacji w magazynie niskiego składowania

Przy przechowywaniu współdzielonym dany produkt może być przechowywany w wielu, często bardzo odległych od siebie lokalizacjach. Aby skompletować zamówienie, należy wybrać lokalizacje, w których znajdują się produkty wchodzące w skład zamówienia. Podstawowym kryterium wyboru lokalizacji do odwiedzenia przez magazyniera jest minimalizacja czasu kompletacji zamówienia. Czas ten zależy od liczby kompletowanych produktów, liczby korytarzy, szerokości regałów, sposobu przechowywania produktów czy sposobu wyznaczania drogi, jaką musi pokonać magazynier. Czas kompletacji zostanie wyznaczony analitycznie, biorąc pod uwagę prawdopodobieństwa związane ze sposobem przechowywania produktów, heurystyką wyznaczania drogi magazyniera i wagami związanymi z kryteriami tworzącymi zmienną syntetyczną opisującą atrakcyjność lokalizacji. Następnie zostanie on porównany z wynikami uzyskanymi za pomocą metod symulacyjnych. Ponadto zostanie zbadany losowy sposób przechowywania produktów z przechowywaniem według klas ABC (wykorzystujący następujące porządki przechowywania: *within aisle*, *across aisle*, *diagonal* oraz *perimeter*). Po wybraniu lokalizacji trasa magazyniera zostanie wyznaczona za pomocą trzech heurystyk: *s-shape*, *return* oraz *midpoint*.

RENATA DUDZIŃSKA-BARYŁA, EWA MICHALSKA

Optimalny portfel inwestycyjny a reprezentacja preferencji inwestora

W klasycznym problemie wyboru portfela walorów zaproponowanym przez Markowitza minimalizuje się wariancję portfela przy ustalonym poziomie stopy zwrotu. Jeśli jednak założenia modelu Markowitza nie są spełnione (czyli rozkład losowych stóp zwrotu jest asymetryczny lub funkcja użyteczności nie jest funkcją kwadratową), to ocena inwestycji powinna opierać się na momentach centralnych co najmniej trzeciego lub czwartego rzędu. Modele wyboru portfela, które uwzględniają momenty wyższych rzędów, zaliczane są do wielokryterialnych problemów optymalizacyjnych. Maksymalizacja wartości oczekiwanej oznacza preferowanie wyższych oczekiwanych korzyści, minimalizacja wariancji odpowiada awersji do ryzyka, zaś maksymalizacja trzeciego momentu centralnego mówi o preferowaniu dodatniej skośności rozkładu portfela, która gwarantuje mniejsze prawdopodobieństwo bardzo niskich stóp zwrotu portfela. Rozważane zagadnienia koncentrują się na decyzjach inwestora o ustalonych preferencjach dotyczących parametrów stopy zwrotu optymalnego portfela (wartości oczekiwanej, wariancji i momentu centralnego trzeciego rzędu), którego potencjalnymi składnikami są aktywa pochodzące z różnych, niezależnych rynków. Optymalne portfele konstruowane będą w oparciu o wybrane metody programowania wielokryterialnego. W pracy diskutowany jest problem wyboru sposobu reprezentowania preferencji inwestora i jego wpływ na strukturę i parametry portfeli optymalnych.

MARZENA FILIPOWICZ-CHOMKO, EWA ROSZKOWSKA,
TOMASZ WACHOWICZ

Behawioralne aspekty podejmowania decyzji wielokryterialnych – wyniki badania ankietowego

W pracy podjęto problematykę mechanizmów ułatwiających analizę preferencji w sytuacji problemu wielokryterialnego w systemach wspomaganie decyzji, dopasowanych do zdolności poznawczych decydentów. Do badań wykorzystano wyniki eksperymentu przeprowadzonego w systemie ankiet online w oparciu o elektroniczny kwestionariusz będący hybrydą ankiety internetowej oraz systemu wspomaganie decyzji. Uczestnikami eksperymentu było 179 studentów reprezentujących trzy polskie uczelnie. Badanie

przeprowadzono dla wspólnego problemu wielokryterialnego wyboru mieszkania do wynajęcia w dwóch grupach eksperymentalnych różniących się wsparciem procesu decyzyjnego. Otrzymane wyniki mogą być pomocne do oferowanego zindywidualizowanego wspomagania procesu decyzyjnego w sytuacji problemu wielokryterialnego. Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer 2016/21/B/HS4/01583 oraz w ramach pracy nr WZ/WI/1/2019.

GRZEGORZ GINDA

Odpowiedzialne modelowanie niedoskonałości dostępnej informacji. Przypadek zbiorów rozmytych i AHP/ANP

Zbiory rozmyte stanowią uznane i popularne narzędzie modelowania wpływu niedoskonałości dostępnej informacji. Dlatego okazały się również przydatne w analizie decyzji. Wydaje się jednak, że ich niewątpliwym potencjał bywa nadużywany. Za przykład takiego nadużycia może posłużyć modelowanie za ich pomocą oryginalnie nierozmytych stopni porządkowych skal ocen, które zaproponowano właśnie z myślą o wyrażaniu niedoskonałości dostępnej informacji. Z takim postępowaniem można się np. spotkać w przypadku wykorzystywania Analizy Hierarchicznej/Sięciowej Procesów (AHP/ANP) Saaty'ego. W rezultacie złożonych obliczeń, związanych z zastosowaniem rozmytej reprezentacji klasycznej skali ocen, otrzymuje się wyniki, które różnią się od wyników zastosowania klasycznej, tj. nierozmytej, skali ocen i techniki prawostronnego wektora własnego macierzy ocen (EV), zalecanej przez twórcę metody. Ponieważ zastosowanie techniki EV wymaga nietrywialnych rachunków, opracowano szereg innych, przybliżonych sposobów przetwarzania informacji, modelowanej za pomocą nierozmytej skali ocen. Z porównania wyników wykorzystania rozmytej reprezentacji skali ocen z rezultatami zastosowania skali nierozmytej i alternatywnych sposobów obliczeń wynika, że efekt rozmywania poziomów skali ocen AHP/ANP można modelować za pomocą ich znacznie mniej złożonego aparatu obliczeniowego. Powyższe rozważania wskazują także na to, że przed ostatecznym wyborem złożonego sposobu modelowania niedoskonałości dostępnej informacji należy każdorazowo zważyć potencjalne korzyści i skutki jego zastosowania. Uczciwość również wymaga, by w razie zastosowania zmodyfikowanego sposobu wyrażania wpływu niedoskonałej informacji udowodnić, że jest on rzeczywiście w stanie dostarczyć wartość dodaną. W tym celu można np. podać także wyniki równoległego zastosowania różnych alternatywnych sposobów przetwarzania informacji.

DOROTA GÓRECKA

Wybór klubu piłkarskiego do sponsorowania – analiza wielokryterialna

Branża sportowa stanowi obecnie ważny sektor działalności gospodarczej. W 2018 r. globalny rynek sportowy został wyceniony na niemal 488,5 mld dolarów, przy średnim wzroście wynoszącym 4,3% od 2014 r. Najpopularniejszą i najchętniej oglądaną dyscypliną na świecie jest piłka nożna. Jest to jeden z nielicznych sportów uprawianych na całym globie. Dziś piłka nożna to nie tylko gra i rozrywka, ale także biznes wart miliardy dolarów. Według Sports Business Group w Deloitte europejski rynek piłki nożnej w sezonie 2018/2019 wart był 28,9 mld euro. Każdego roku około 60 mld dolarów jest wpompowywanych w sport poprzez umowy sponsorskie. Według KPMG łączna wartość sponsoringu w ligach „wielkiej piątki” (Bundesliga w Niemczech, La Liga w Hiszpanii, Premier League w Anglii, Ligue 1 we Francji i Serie A we Włoszech) w 2020 r. wyniosła ponad 3,3 mld euro. Uważa się, że sponsoring piłki nożnej pozwala firmom na podniesienie świadomości marki, zwiększenie zysków oraz wejście na nowe rynki. Celem pracy jest zbadanie możliwości sponsorowania jednego z sześciu wybranych polskich klubów piłkarskich rywalizujących w Ekstraklasie w sezonie 2019/2020. W celu wybrania najodpowiedniejszego klubu piłkarskiego do sponsorowania zastosowano oryginalne podejście nazwane MAMIMCA – *Multiple Assessment Multiple Importance Multiple Criteria Analysis*. W przeprowadzonej ocenie wzięto pod uwagę trzy aspekty (sportowy, finansowy i komercyjny), wykorzystano cztery wielokryterialne metody wspomagania decyzji (PROMETHEE II i EXPROM II z progami weta, zmodyfikowaną ELECTRE III i TOPSIS) i cztery wektory wag. W rezultacie uzyskano ranking sześciu wybranych klubów zgodnie z trzema wymienionymi kryteriami zastosowanymi w celu uzyskania kompleksowego obrazu klubów piłkarskich.

MICHAŁ JAKUBCZYK

Szacowanie ważności kryteriów przy porównaniach stanów zdrowia z uwzględnieniem siły przekonania respondentów w eksperymencie wyboru dyskretnego

Pomiar preferencji społecznych wobec stanów zdrowia jest istotnym elementem wspierania decyzji dotyczących finansowania technologii medycznych. Często wykorzystywane są w tym celu eksperymenty wyboru dyskretnego (DCE) oraz metoda handlowania czasem (TTO). Jak wykaza-

no uprzednio, respondenci są w stanie jedynie w nieprecyzyjny sposób określić subiektywną ocenę ważności poszczególnych kryteriów charakteryzujących stany zdrowia. Celem badania było określenie możliwości rozszerzenia metody DCE o ocenę siły przekonania co do dokonywanego wyboru i uwzględnienie tej siły w szacowaniu użyteczności cząstkowych przypisywanych poszczególnym kryteriom. W badaniu wykorzystano dane zebrane w ramach wywiadów on-line wśród 83 studentów Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie. Respondenci porównywali zestawy stanów zdrowia zdefiniowanych kwestionariuszem EQ-5D-3L metodą DCE, określając dodatkowo siłę przekonania co do wyboru, oraz oceniali użyteczność wybranych stanów metodą TTO, przy czym dodatkowo szacowano granice dopuszczalnych wartości użyteczności przy uwzględnieniu braku precyzji preferencji. Zebrane dane analizowano w ramach hierarchicznego modelu Bayesowskiego, uwzględniając heterogeniczność preferencji w zakresie oceny użyteczności domen EQ-5D-3L. Założono, że respondenci różnią się także stopniem braku precyzji preferencji, rozumianym jako względna szerokość dopuszczalnych wartości użyteczności stanów zdrowia. Preferencje respondenta wyrażają się w odpowiedziach DCE i TTO z uwzględnieniem szumu stochastycznego. Wyniki potwierdziły ranking domen EQ-5D-3L obserwowany w innych badaniach (np. największą ważność domeny związanej z odczuwaniem bólu i dyskomfortu). Wykazano też, że raportowana siła przekonania zależy od różnicy użyteczności porównywanych stanów, a zatem niesie informacje o preferencjach decydena.

MAŁGORZATA JUST, KRZYSZTOF ECHAUST

Grubość ogonów rozkładów stóp zwrotu na rynkach kapitałowych podczas kryzysów

W ostatnich latach grube ogony rozkładów stóp zwrotów stały się przedmiotem zainteresowania zarówno naukowców, jak i praktyków. Mają one poważne implikacje dla decyzji zarządczych i modelowania ekonomicznego. Termin gruby ogon wskazuje na występowanie dużych zmian cen, które pojawiają się częściej niż w rozkładzie normalnym. Konsekwencją jest ekstremalne ryzyko rynkowe, którego nie da się modelować w świecie Gaussa. W pracy badano grubość ogonów rozkładów stóp zwrotu z głównych światowych indeksów giełdowych podczas trzech ostatnich kryzysów: globalnego kryzysu finansowego, kryzysu zadłużeniowego w strefie euro i kryzysu COVID-19. Analizie poddano indeksy akcji z krajów z różnych regionów geograficznych z podziałem na rynki wschodzące i rozwinięte. Ekstremalne

stopy zwrotu z indeksów modelowano za pomocą metody maksimów blokowych. Za miarę grubości ogona rozkładu stóp zwrotu przyjęto parametr kształtu uogólnionego rozkładu wartości ekstremalnych. Najwyższy poziom ekstremalnego ryzyka związany był z zawirowaniami na rynku podczas kryzysu COVID-19. W kryzysie tym ryzyko ekstremalnych zdarzeń charakteryzowało się największą asymetrią ze względu na wpływ pozytywnych i negatywnych wiadomości, położenie geograficzne oraz poziom rozwoju rynku. W czasie kryzysów inwestorzy, aby uniknąć ryzyka ogromnych strat z inwestycji na rynkach kapitałowych, szukają bezpiecznej przystani. Zachowanie ekstremalnych stóp zwrotów z indeksów różniło się znacznie w kolejnych kryzysach, przez co aktywa tradycyjnie uznawane za bezpieczną przystań, takie jak złoto, mogły stracić na skuteczności. Stąd badano wpływ złota na zachowanie ogonów rozkładów stóp zwrotu z dwuskładnikowych portfeli – złożonych z poszczególnych indeksów i złota. Analizie poddano dolny i górny ogon rozkładów, ponieważ zmniejszenie ekstremalnego ryzyka przez stosowanie bezpiecznej strategii jest ściśle powiązane z poświęceniem zysków stanowiącym koszt hedgingu. Tym samym zweryfikowano hipotezę, że złoto stanowi bezpieczną przystań dla inwestycji na najważniejszych światowych rynkach kapitałowych. Wyniki analizy portfeli wskazują, że uwzględnienie złota w portfelu pozwoliło obniżyć poziom ryzyka zdarzeń ekstremalnych, szczególnie w globalnym kryzysie finansowym. W pandemii COVID-19 nie potwierdzono funkcji zabezpieczającej złota.

MAŁGORZATA JUST, ALEKSANDRA ŁUCZAK

Sytuacja społeczno-ekonomiczna w Polsce – ocena jednostek terytorialnych na różnych szczeblach administracyjnych

Ocena sytuacji społeczno-ekonomicznej jednostek terytorialnych na różnych poziomach administracyjnych kraju ma istotne znaczenie dla władz centralnych, regionalnych i lokalnych. Jednocześnie dyskusja nad metodyką tego typu badań jest często podejmowana przez naukowców. W badaniach dotyczących sytuacji społeczno-ekonomicznej jednostek terytorialnych kluczowe znaczenie ma ich wielkość, ponieważ wpływa bezpośrednio na rozkład zmiennych opisujących badane jednostki. Im mniejsze są te jednostki, tym większe jest zróżnicowanie wartości badanych zmiennych, a ich rozkłady częściej są asymetryczne i mają grube ogony. Powoduje to problemy z analizą tych zmiennych klasycznymi metodami, takimi jak TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*). Metoda TOPSIS, mimo że jest powszechnie stosowana do konstrukcji syntetycznej miary, nie jest

odporna na obserwacje nietypowe. Problem ten można rozwiązać, wykorzystując metody i narzędzia teorii wartości ekstremalnych. W celu identyfikacji wartości ekstremalnych zmiennej można zastosować, cechujące się dużym subiektywizmem, metody graficzne lub pozbawione tej wady procedury wyboru optymalnego ogona rozkładu zmiennej. Istnieje wiele procedur wyboru optymalnego ogona rozkładu, ale nie ma istotnych przesłanek wyboru jednej najbardziej odpowiedniej we wszystkich sytuacjach. Stąd w celu uniknięcia błędnej identyfikacji wartości ekstremalnych proponujemy dwuetapową procedurę bazującą na sześciu metodach automatycznych, odcinających ogon rozkładu zmiennej względnie wysoko i nisko. Dodatkowo, aby wyeliminować wpływ asymetrii głównie w części centralnej rozkładu zmiennej, zalecamy wykorzystać pozycyjną metodę TOPSIS do oceny sytuacji społeczno-ekonomicznej jednostek terytorialnych na różnych poziomach administracyjnych kraju. Proponowana w pracy wieloetapowa procedura została zastosowana do oceny sytuacji społeczno-ekonomicznej województw, powiatów i gmin w Polsce w 2019 r. Wyniki przeprowadzonego badania mogą być użytecznym narzędziem dla władz na szczeblach: centralnym, regionalnym i lokalnym do diagnozy społeczno-ekonomicznej danego terytorium oraz oceny efektów prowadzonej polityki rozwoju.

DARIUSZ KACPRZAK

Wagi obiektywne dla grupowego wspomaganie decyzji z danymi przedziałowymi

Metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji (*Multiple Criteria Decision Making* – MCDM) stały się bardzo popularne w ostatnich dziesięcioleciach i są z powodzeniem stosowane do rozwiązywania najróżniejszych problemów decyzyjnych w życiu codziennym. Jednak rosnąca złożoność tych problemów sprawia, że pojedynczy decydent może mieć trudności z analizą wszystkich istotnych aspektów problemu. Sprawia to, że coraz częściej rzeczywiste problemy decyzyjne są rozważane przez grupę decydentów, a metody MCDM są rozszerzane do metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji grupowych (*Multiple Criteria Group Decision Making* – MCGDM). Z drugiej strony, dane związane z problemami decyzyjnymi mogą być trudno mierzalne czy nieprecyzyjne. W takiej sytuacji możemy wykorzystać inny typ danych np. liczby przedziałowe. Jednym z kluczowych elementów metod MCDM czy MCGDM jest określenie wag kryteriów. W literaturze możemy znaleźć szereg metod wyznaczania wag, które zazwyczaj są dzielone na dwie grupy: wagi subiektywne określane przez decydenta oraz wagi

obiektywne wyznaczane za pomocą metod matematycznych na podstawie grupowej macierzy decyzyjnej. Macierz ta powstaje poprzez agregację indywidualnych macierzy decyzyjnych określonych przez decydentów. Jednak taka agregacja może prowadzić do niewłaściwych wyników. Celem wystąpienia jest zaprezentowanie metody wyznaczania obiektywnych wag kryteriów dla grupowego wspomaganie decyzji z danymi przedziałowymi, która jest alternatywną metodą w stosunku do metod stosujących agregację indywidualnych macierzy decyzyjnych. Proponowane podejście przekształca indywidualne macierze decyzyjne w macierze kryteriów, a następnie dla każdej macierzy wyznacza wektor przedziałowej entropii, które są podstawą wyznaczenia obiektywnych wag kryteriów za pomocą przedziałowej metody TOPSIS.

BOGUMIŁ KAMIŃSKI, TOMASZ OLCZAK, PAWEŁ PRAŁAT, FRANÇOIS THEBERGE

Artificial Benchmark for Community Detection

Most of the current complex networks that are of interest to practitioners possess a certain community structure that plays an important role in understanding the properties of these networks. For instance, a closely connected social communities exhibit faster rate of transmission of information in comparison to loosely connected communities. Moreover, many machine learning algorithms and tools that are developed for complex networks try to take advantage of the existence of communities to improve their performance or speed. As a result, there are many competing algorithms for detecting communities in large networks. Unfortunately, these algorithms are often quite sensitive and so they cannot be fine-tuned for a given, but a constantly changing, real-world network at hand. It is therefore important to test these algorithms for various scenarios that can only be done using synthetic graphs that have built-in community structure, power law degree distribution, and other typical properties observed in complex networks. The standard and extensively used method for generating artificial networks is the LFR graph generator. Unfortunately, this model has some scalability limitations and it is challenging to analyze it theoretically. Finally, the mixing parameter μ , the main parameter of the model guiding the strength of the communities, has a non-obvious interpretation and so can lead to unnaturally defined networks. In this paper, we provide an alternative random graph model with community structure and power law distribution for both degrees and community sizes, the Artificial Benchmark for Community Detection (ABCD graph). The model generates graphs with

similar properties as the LFR one, and its main parameter ξ can be tuned to mimic its counterpart in the LFR model, the mixing parameter μ . We show that the new model solves the three issues identified above and more. In particular, we test the speed of our algorithm and do a number of experiments comparing basic properties of both ABCD and LFR. The conclusion is that these models produce graphs with comparable properties but ABCD is fast, simple, and can be easily tuned to allow the user to make a smooth transition between the two extremes: pure (independent) communities and random graph with no community structure.

RAFAŁ KASPRZYK

Malicious Control of Humans and Machines

The article aims to introduce the issue of malicious control of humans and machines, particularly the essence of formal modelling of this type of phenomenon. The presented view enables a comprehensive and innovative approach to the problem of disinformation, and at the same time constitute the author's original proposal. Meanwhile, in the context of the widespread access to the Internet, the areas of controlling humans and machines, along with the development of artificial intelligence increasingly interfuse. The main part of the article is to discuss the process of malicious control modelling, which is an adoption of the reflexive control theory and hyper-game theory. The proposed approach to modelling malicious control of humans and machines requires a number of experimental research, which, for a legal and ethical reasons, can only be carried out in synthetic environment.

DANIEL KASZYŃSKI

Modele Trustworthy AI w skoringu kredytowym

Wykorzystanie modeli analitycznych w procesach wspierających podejmowanie decyzji sięga lat 50. minionego wieku. W ostatnich dwudziestu latach, wraz z dynamicznym rozwojem komputerów oraz technik obliczeniowych, zmianom podlegały również modele analityczne, które były wykorzystywane w procesach decyzyjnych. Wychodząc od podejść klasycznych, które charakteryzowały się prostą konstrukcją estymowanej funkcji, decydenci dysponowali modelami stosunkowo łatwo interpretowalnymi, wprost wskazującym na wpływ poszczególnych czynników na wynik prognozy z modelu. Wraz z rozwojem technologii obliczeniowych zaczęto również stosować mo-

dele zaawansowane (w tym metody typu boosting i bagging). W odpowiedzi na zwiększenie złożoności wykorzystywanych modeli analitycznych zaczęto badania nad tworzeniem rozwiązań umożliwiających zachowanie wyjaśnialności modeli (*model explainability*), sprawiedliwości wyników (*fairware modeling*) i odporności analitycznej (*algorithmic robustness*). Podejściem, które uwzględni w budowie modelu analitycznego wskazane obszary, jest Trustworthy AI (tj. Godna Zaufania Sztuczna Inteligencja). W ramach prezentacji przedstawiono praktyczne zagadnienia tworzenia modeli Trustworthy AI na przykładzie zagadnienia skoringu kredytowego.

KRZYSZTOF KUJAWSKI, JIADONG WANG, SURESHAN KARICHERY
Aircraft Load Optimization with Load Priorities and Splitting

In the airline industry, each flight has a stage to efficiently decide the placement of baggage, cargo within the aircraft. The weight-and-balance solution is critical to airlines for load-planning and management functions. A load plan has to be created with all the safety standards considering several business requirements. This problem is formulated as an integer programming model considering the aircraft data, load information, and many flight parameters. The feasibility of the IP solution is derived from safety rules and aircraft properties, e.g. number and type of positions in particular aircraft, minimum and maximum weight (and more generally, so-called Zero Fuel Weight envelope), etc. There are several properties of a good load plan, that are desirable. For instance – there is the optimal centre of aircraft gravity minimizing fuel consumption. The suitable arrangement of load affects whether the actual centre of gravity is close to optimal. A model is proposed introducing four ideas structuring the objective function to satisfy the most desired requirements. Each load item has priorities defined, and tiers of desirable soft constraints. Additionally, some of the loads can be split by grid approximation. Real-life load data and aircraft scenarios are analysed to show the viability of the model.

ANNA ŁYCZKOWSKA-HANĆKOWIAK, KRZYSZTOF PIASECKI

**Współczynnik dyskonta portfela
oceniany za pomocą zorientowanych liczb rozmytych**

W zarządzaniu portfelem finansowym zorientowane liczby rozmyte są bardziej przydatne niż zwykłe liczby rozmyte. Ponadto analiza portfela oparta na rozmytym współczynniku dyskonta jest prostsza niż analiza portfela

oparta na stopie zwrotu. Z tego powodu rozważamy współczynnik dyskonta oceniany przez zorientowaną liczbę rozmytą. Głównym celem referatu jest znalezienie wzoru analitycznego opisującego oczekiwany współczynnik dyskonta portfela jako funkcję oczekiwanych współczynników dyskonta składników portfela. W naszych rozważaniach bierzemy pod uwagę to, że dodawanie zorientowanych liczb rozmytych nie jest łączne. Dlatego proponujemy obliczenie osobno ważonej sumy dodatnio zorientowanych współczynników dyskonta i sumy ujemnie zorientowanych współczynników dyskonta. Następnie współczynnik dyskonta portfela uzyskujemy poprzez ważone dodanie tych sum. Taka procedura wyznaczania współczynnika dyskonta portfela jest uzasadniona przesłankami ekonomicznymi.

JERZY MARCINKOWSKI

Risk assessment and control in the financial markets under expansionary fiscal and monetary policy

Expansionary fiscal and monetary policy coupled with processes of digitisation have a substantial impact on investment strategies in the financial markets. The consequences of the aforementioned phenomena is lesser correlation between indices characterising state of the economy and behaviour of financial markets and greater dependence of financial markets on decisions made by central bankers which are discretionary by nature. It translates into diminishing usefulness of data used to measure risk and predict behaviour of the financial markets. Discretionary decisions made by central bankers contribute to greater uncertainty and volatility. Low interest rates result in increasing debt and lack of buffers in the economy which make it more susceptible to shocks. Not only an increase in volatility can be expected but changes of its character. Methods of risk assessment and control must be modified as well as investment strategies. The paper is devoted to the discussion of these problems.

WITOLD ORZESZKO

Nieliniowe zależności między ceną ropy naftowej a kursami walutowymi

Zależności między ceną ropy naftowej a kursami walutowymi są istotnym zagadnieniem nie tylko dla przedstawicieli środowiska naukowego, ale także dla analityków rynku i decydentów. Istnieją zarówno teoretyczne, jak

i empiryczne przesłanki uzasadniające istnienie tego typu relacji. W przeprowadzonym badaniu na podstawie zastosowanego testu nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera wykryto silną dwukierunkową zależność między ceną ropy a kursem dwóch par walutowych: EUR/USD i GBP/USD oraz słabszą – między ceną ropy a kursem USD/JPY. Choć otrzymane wyniki pokazują, że zidentyfikowane zależności stały się w ostatnich latach słabsze, to potencjalnie nadal mogą być podstawą skutecznego prognozowania. Z tego względu podjęto próbę wskazania metody prognozowania, która umożliwiłaby efektywne prognozowanie badanych szeregów czasowych.

PIOTR PETERNEK, MAGDALEN LIGUS

Konstrukcja indeksu zrównoważonej energetyki

Opracowanie kompletnego systemu wskaźników i indeksu zrównoważonej energetyki jest bez wątpienia przydatne do oceny stanu i postępu krajowej energetyki w kierunku zrównoważonego rozwoju. Zarówno wybór wskaźników, jak i metody tworzenia indeksu zrównoważonej energetyki jest jednak procesem mocno subiektywnym. Bazując na zestawie wskaźników związanych ze zrównoważonym rozwojem, pogrupowanych w trzech wymiarach: społecznym, gospodarczym i środowiskowym, podjęto próbę konstrukcji indeksu zrównoważonej energetyki. W celu obiektywizacji tworzonego zestawienia zdecydowano się na stworzenie kilku rankingów, porównanie wyników i zaproponowanie finalnego rankingu. Do konstrukcji różnych rankingów zdecydowano się skorzystać z metod redukcji zbioru zmiennych do indeksu, a także różnych metod porządkowania liniowego. W badaniu wykorzystano zarówno podejście bezwzorcowe, jak i wzorcowe. Wyniki uzyskane w ramach zaproponowanych rankingów poddane zostały weryfikacji z wykorzystaniem wybranych miar „jakości” rankingu.

PIOTR PETERNEK, ALICJA GRZEŚKOWIAK, MAREK KOŚNY

Optymalizacja poziomu utraconych korzyści w branży hotelarskiej

Jedną z kluczowych decyzji podejmowanych przez menedżerów w branży hotelarskiej jest optymalizacja oferty w zakresie dostępności usług noclegowych. Przy spodziewanym popycie na usługi, przekraczającym pojemność hotelu, konieczna jest decyzja o odmowie przyjmowania kolejnych rezerwacji. W warunkach rzeczywistych oferowane usługi mają charakter heterogeniczny: różnice dotyczą w szczególności rodzaju oferowanych usług, zróżnicowana jest też cena ofertowa dla klientów z różnych segmentów

rynkowych. Istotnym czynnikiem różnicującym jest również planowana długość pobytu. Proponowany algorytm postępowania ma na celu maksymalną redukcję oczekiwanych utraconych korzyści, wynikających z odmów świadczenia usług na rzecz części potencjalnych klientów. Przy założonym poziomie prognozowanego popytu autorzy proponują dwuetapowe postępowanie, obejmujące 1) generowanie hipotetycznego zbioru zamówień według określonego – na podstawie danych historycznych – wzorca oraz 2) wybór optymalnego zbioru akceptowanych rezerwacji, gwarantującego maksymalizację zysku hotelu.

PAWEŁ PRAŁAT

Zastosowanie grafów losowych do projektowania algorytmów

Obecnie obserwuje się ogromny wzrost wykorzystania grafów losowych w zastosowaniach biznesowych. W prezentacji pokazane zostanie kilka przykładów ich użycia w uczeniu maszynowym. Istnieją dwa główne powody wykorzystania grafów losowych. Po pierwsze, mogą one służyć do wygenerowania syntetycznych sieci, które są pomocne w konfiguracji i porównywaniu algorytmów. Po drugie, można je wykorzystać jako tzw. modele zerowe (*null models*), aby zweryfikować, czy dana własność jest czymś niespotykanym, czy może wręcz przeciwnie, choć czasem jest nieintuicyjna dla człowieka, powinniśmy się spodziewać, że w naturalny sposób się pojawi. Różnica między tym, co jest zaobserwowane w danych empirycznych, a tym, co jest oczekiwane na bazie modeli zerowych, pozwala np. na budowę algorytmów detekcji społeczności, wykrywania anomalii czy przewidywania występowania połączeń w sieciach społecznych.

AGNIESZKA PRZYBYLSKA-MAZUR

Koordynowanie decyzji polityki pieniężnej i fiskalnej w realizacji stabilności cen

Negatywnym zjawiskiem dla społeczeństwa jest z jednej strony inflacja wpływająca negatywnie na jakość życia ludzi i powodująca spadek siły nabywczej pieniądza, a drugiej – deflacja, ponieważ mimo wzrostu siły nabywczej pieniądza maleje opłacalność produkcji, natomiast konsumpcja i zamówienia przemysłu są odsuwane w czasie, co implikuje recesję. Utrzymanie stabilności cen jest głównym celem polityki pieniężnej. Jednak nie zawsze zjawisko inflacji lub deflacji ma charakter pieniężny. Pewne instrumenty służące osiągnięciu wzrostu gospodarczego i stabilności cen ma

polityka fiskalna. Jednak zgodnie z fiskalną teorią cen inflacja jest zjawiskiem fiskalnym, toteż podejmowanie decyzji tylko w ramach polityki fiskalnej może spowodować znaczny wzrost cen towarów i usług konsumpcyjnych. Celem referatu jest przedstawienie modelu koordynowania polityki pieniężnej i fiskalnej w ramach osiągnięcia wspólnego celu, którym jest stabilność cen.

JAROSŁAW PYZIK

Uczenie maszynowe w optymalizacji operacji linii lotniczych

Planowanie sekwencji lotów, optymalizacja trajektorii lotu, generowanie optymalnych kosztowo planów załogi czy planowanie zasobów personalnych – to tylko niektóre z wielu problemów optymalizacji kosztów i logistyki, przed którymi staje branża lotnicza. Dotychczasowe rozwiązania optymalizacyjne wykorzystujące modelowanie matematyczne i heurystyki mogą być znacznie poprawione poprzez wsparcie algorytmami uczenia maszynowego. Oprócz poszukiwania rozwiązań suboptymalnych czy redukcji czasu rozwiązania możliwe jest uwzględnienie *a priori* pewnych (przewidywanych) czynników poprawiających jakość rozwiązania. W referacie przedstawione zostaną wybrane zagadnienia optymalizacyjne oraz możliwość i charakterystyka zastosowania modeli uczenia maszynowego. Głównym jego przedmiotem jest zastosowanie uczenia maszynowego w problemie generacji planów załogi (*Crew Scheduling Problem*), gdzie oprócz ograniczeń wynikających z poprawnego zdefiniowania problemu, takich jak maksymalna liczba załogi obsługująca dany lot czy niekolidujące przypisania dla danego członka załogi, występują również ograniczenia (reguły) odpowiadające regulacjom międzynarodowych organizacji i regulacjom prawnym obowiązującym w krajach, w których działa linia lotnicza. Są to m.in. ograniczenia dotyczące dopuszczalnego czasu lotu w ciągu jednego dnia, liczby obsługiwanych lotów, przerw między kolejnymi lotami, czasu odpoczynku. Weryfikacja tych reguł zwykle stanowi znaczną część czasu rozwiązania problemu. Zastosowanie konwolucyjnych sieci neuronowych (*Convolutional Neural Network* – CNN) do przewidywania poprawności rozwiązania ograniczyło czasochłonne sprawdzanie reguł do weryfikacji końcowego rozwiązania. Uzyskana dokładność przewidywań modelu to ponad 93-97%, a redukcja czasu uzyskania rozwiązania – 60-80%. Autor jest członkiem zespołu Badań Operacyjnych Sabre Polska, pracuje nad rozwojem oprogramowania optymalizacyjnego w ramach znajdującego się

w portfolio firmy Sabre pakietu rozwiązań dla branży turystycznej i transportowej opartych na algorytmach sztucznej inteligencji – Sabre Travel AI.

EWA ROSZKOWSKA

Wielokryterialne wspomaganie negocjacji elektronicznych

Celem wystąpienia będzie prezentacja wybranych zagadnień związanych z wielokryterialnym wspomaganie negocjacji elektronicznych. Na wstępie omówiona zostanie istota negocjacji, metody opisu negocjacji i fazy wspomagania negocjacji. Uwaga zostanie zwrócona na narzędzia budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych, który odgrywa kluczową rolę w procesie negocjacji, umożliwiając wartościowanie ofert składanych w trakcie kolejnych rund procesu negocjacji, pomiar skali ustępstw, wizualizację postępów rozmów z wykorzystaniem np. grafu historii negocjacji, ocenę i weryfikację efektywności wynegocjowanego kompromisu czy przedstawienie propozycji usprawnienia. Zaprezentowane zostaną wybrane metody wielokryterialne i ich modyfikacje mające zastosowanie w ocenie ofert oraz przedstawione systemy wspomagania negocjacji elektronicznych implementujące omawiane algorytmy wielokryterialne.

MICHAŁ DOMINIK STASIAK, KRZYSZTOF PIASECKI

Koncepcja nowego wskaźnika efektywności finansowej opartego na analizie spadków kapitału

Ocena efektywności finansowej systemów handlu algorytmicznego opartych na pochodnych instrumentach lewarowanych (np. kontrakty CFD) jest bardzo złożonym i ważnym zagadnieniem. W konsekwencji stosowania dźwigni, w przeciwieństwie do instrumentów nielewarowanych, ryzyko bankructwa powstaje wskutek krótkotrwałych i rzadkich wahań kursów. Z tego powodu w takich systemach za miarę ryzyka powszechnie przyjmuje się rezultaty analizy spadków kapitału (*drawdown*). Istnieją trzy powszechnie stosowane wskaźniki efektywności finansowej oparte na tej mierze: Calmara, Burkego oraz Sterlinga. W artykule zaprezentowano koncepcję nowego wskaźnika efektywności finansowej, wykorzystującego bardziej zawansowaną, statystyczną analizę spadków kapitału. Zaproponowana koncepcja jest modyfikacją powszechnie stosowanej w ekonomii metody Value-at-Risk (VaR). W artykule przedstawiono propozycję algorytmu wyznaczania wskaźnika na podstawie historycznych efektów działania systemów handlu algorytmicznego, opartych na instrumentach lewarowanych.

JÓZEF STAWICKI

Przydatność łańcuchów Markowa w badaniu procesów epidemicznych

W referacie podjęto próbę analizy zjawisk epidemicznych w sposób, w jaki analizuje się systemy odnowy środków technicznych. Narzędziem są łańcuchy Markowa i łańcuchy semi-Markowa. Wyodrębnienie takich stanów jak: osoba zdrowa, osoba zainfekowana, osoba hospitalizowana, śmierć osoby z powodu zainfekowania, śmierć z innego powodu oraz inne, daje w konsekwencji obraz zmian w jednorodnej grupie społecznej. Najistotniejszą informacją z takiej analizy jest informacja o strukturze populacji według wyodrębnionych stanów. Próba szacowania prawdopodobieństw przejść oraz czasów przebywania w poszczególnych stanach na podstawie dostępnych danych w poszczególnych okresach roku (fazach epidemicznych) może stanowić analizę faz przebiegu procesu epidemicznego. Analiza przeprowadzona będzie poprzez symulację systemu.

TOMASZ SZAPIRO

Optymalizacja wielokryterialna – wczoraj i jutro

Przedmiotem wystąpienia będzie próba określenia kierunków rozwoju współczesnych metod optymalizacji wielokryterialnej. Tłem rozważań będą wybrane problemy rozważane w historii tego obszaru badań. Po uwagach o charakterze historycznym zostaną omówione trzy przykłady problemów, których rozwiązanie wymaga ogólnie sformułowanych założeń metodologicznych. Założenia te istotnie wpływają na zakres stosowalności wielu prezentowanych w literaturze procedur wspomagania decydenta w problemach decyzyjnych z wieloma kryteriami oceny wariantów. Wystąpienie zamknie przedstawienie pojęciowej mapy nowych nurtów w tym obszarze odniesionych do wymogów metodologicznych.

MAREK SZOPA

Kwantowa teoria gier w podejmowaniu decyzji

Praca dotyczy aspektów zastosowania rozszerzenia gier klasycznych w modelu Eiserta–Wilkena–Lewensteina gry kwantowej. Model ten badany jest w parametryzacji Frąckiewicza–Pykacza, izomorficznie niezmienniczej ze względu na transformacje wyjściowej gry klasycznej. Na przykładzie kilku gier badamy równowagi Nasha oraz równowagi skorelowane i w kontekście ich efektywności Pareto. Równowagi skorelowane zwykle poprawiają rów-

nowągę Nasha w grach, ale wymagają zaufanego urządzenia korelującego, podatnego na manipulacje. Pokazano, że równowagi Nasha gier w mieszanych strategiach kwantowych Pauliego są bliższe optymalnym wynikom Pareto niż ich klasyczne odpowiedniki. Badany jest również związek między równowagami mieszanymi w strategiach Pauliego a równowagami skorelowanym. W drugiej części pracy badamy kwantowe rozszerzenie gry „dylemat bezmyślnego kierowcy” (DBK). Pokazano, że splątanie stanu początkowego nie jest konieczny do zdefiniowania modelu kwantowego tej gry, a kluczową kwestią jest spójność ewolucji kwantowej. Oczekiwana wypłata DBK jest rosnącą funkcją splątania, lecz najwyższą możliwą wartość osiąga dla separowalnego stanu początkowego.

ZBIGNIEW TARAPATA, WOJCIECH KULAS

Wybrane zagadnienia poprawy jakości algorytmów dla problemu klasy VRPTW

W referacie przedstawione zostaną sposoby poprawy jakości algorytmów dla problemu klasy VRPTW. Zaprezentowane zostaną algorytmy uczenia maszynowego dla problemu optymalizacji dystrybucji paczek w stochastycznych sieciach zależnych od czasu, które są elementem systemu optymalizacji dystrybucji powstałego w ramach projektu finansowanego przez NCBiR w konkursie POIR. Rozwiązywany problem to zmodyfikowany problem VRPTW (*Vehicle Routing Problem with Time Windows*) z wieloma magazynami, heterogeniczną flotą, czasami podróży zależnymi od czasu wyjazdu (stochastyczna sieć zależna od czasu) oraz rozbudowaną funkcją kosztu jako kryterium optymalizacji. Do rozwiązania tego problemu zastosowano zmodyfikowany algorytm symulowanego wyżarzania (SATM). W referacie przedstawiono metodę oraz wyniki procesu uczenia algorytmu SATM: kalibracji parametrów wejściowych oraz badania wpływu parametrów na jakość rozwiązania (czas obliczeń, wartość funkcji kosztu transportu) w zależności od klasy danych wejściowych (podział na klasy danych wejściowych jest również elementem proponowanego rozwiązania). Ponadto jeden z rozwiązywanych podproblemów polegał na zbudowaniu macierzy czasów przejazdu, która jest wykorzystywana w skonstruowanym algorytmie SATM do wyznaczania czasu przejazdu pomiędzy parami odbiorców, w zależności od czasu wyjazdu z lokalizacji startowej. Podjęto próbę weryfikacji hipotezy badawczej, że czas przejazdu pomiędzy dwoma odbiorcami może być oszacowany z wystarczającą dokładnością w zależności od ich położenia geograficznego i czasu wyjazdu (bez odniesienia do mikroskali, tj. szcze-

gółowej struktury sieci drogowej)). Badania przeprowadzono na dwóch rodzajach danych dla Warszawy: pochodzących od firm transportowych oraz od jednego z internetowych dostawców danych o ruchu drogowym. Uczenie macierzy czasów przejazdu przyniosło bardzo obiecujące wyniki, które zostaną przedstawione w referacie.

GRZEGORZ TARCZYŃSKI

Problemy optymalizacyjne składowania towarów w regałach grawitacyjnych w magazynach z kompletacją strefową typu pick-and-pass

Coraz większa konkurencja na rynku e-commerce wymusza na firmach konieczność bardzo szybkiej realizacji zamówień, które w sposób ciągły napływają do magazynu. Dobra organizacja procesu kompletacji stanowi więc kluczowy element realizacji tego celu, który może być osiągnięty z wykorzystaniem systemów kompletacji strefowej typu pick-and-pass. W referacie przedstawiono problemy związane z właściwym składowaniem towarów w strefach z wykorzystaniem regałów grawitacyjnych. Problem optymalizacyjny jest dobrze znany i zdefiniowany: celem jest zarówno minimalizacja liczby ewentualnych konieczności uzupełnień brakującego towaru w regale, jak i zbilansowanie nakładu pracy w strefach. Zadanie należy do klasy NP-trudnych, a znane algorytmy pozwalają na uzyskanie rozwiązania jedynie dla niewielkich problemów. Propozycja autora dotyczy osłabienia warunków ograniczających. Model ten umożliwi rozwiązanie zadań o dużo większej skali. Uzyskane rozwiązania mogą jednak nie spełniać warunków ograniczających oryginalnego modelu. Zostanie więc przedyskutowana możliwość dalszej modyfikacji tak uzyskanych rozwiązań.

KRZYSZTOF S. TARGIEL

Wspomaganie zarządzania projektami metodami analizy sentymentu

Współczesne zarządzanie projektami opiera się na efektywnej komunikacji pomiędzy interesariuszami projektu. Oprócz form komunikacji bazujących na kontakcie bezpośrednim coraz większe znaczenie ma komunikacja elektroniczna. Komunikacja wykorzystująca pocztę elektroniczną oraz listy mailingowe podatna jest na automatyczną analizę opartą na przetwarzaniu języka naturalnego (*Natural Language Processing* – NLP). Jednym z zadań efektywnie rozwiązywanych tymi metodami jest analiza sentymentu. Polega ona na ocenie nastawienia prezentowanego w komunikacie. Także

w projektach, których sukces, zgodnie z najnowszymi poglądami na ten temat, zależy od opinii interesariuszy, analiza sentymentu może znaleźć zastosowanie. Zmiana nastawienia interesariuszy z pozytywnego na negatywny jest ważnym sygnałem, iż w projekcie dzieje się źle. Umiejętność wychwycenia takiego momentu pozwoli na podjęcie odpowiednich działań naprawczych. Do tego potrzebne są jednak proste wskaźniki na podstawie których kierownik projektu mógłby rozpocząć właściwe działania. W pracy przeanalizowana zostanie komunikacja w informatycznych projektach otwartego oprogramowania prowadzonych przez konsorcjum Apache Software Foundation, dla których listy mailingowe są publicznie dostępne, pod kątem zmian sentymentu. Na podstawie analizy zostaną zaproponowane wskaźniki umożliwiające wspomaganie zarządzania projektami.

TOMASZ TARNAWSKI, RYAN ACOSTA, SURESHAN KARICHERY
MACIEJ DRWAL, XIANFEI JIN, ANDRZEJ KACZMARCZYK, YICHEN YANG

Computing optimal trajectory in complex airspace – where graph theory meets the practice of daily airline operations

The motivation for developing Trajectory Optimizer software came from real life airlines' business need of being able to reliably compute fuel- and time-efficient routes, becoming particularly urgent in the new economic reality shaped by COVID-19. In the most generic terms, the problem boils down to minimizing a (configurable) weighted sum of time- and fuel-related costs, under constraints dealing with avoiding forbidden areas and following predefined and compulsory paths. The devil, however, is in details. To name just a few: the geometrically shortest path is not necessarily shortest with respect to (moving) air masses – winds can cause a detour to be “shorter” than a shortcut; so called dynamic constraints can contain complex logical rules where e.g. the selection of allowed waypoints or altitudes depends on earlier or subsequent visited locations; a specific, recently introduced construct in Airspace Management, the so called Free Route Airspace, has granted more freedom in the air but also introduced novel challenges; etc. A graph-based approach is a natural choice for such a problem; however, all the specific issues made its application far from trivial – both in graph creation phase and the actual shortest path computation. Due to the specific constraints, direct application of A* was not possible. Both modified A* and resource-constrained shortest path were included in the implementation effort. When computing long haul routes, very large graphs are considered yet the results must come within seconds, hence numerous performance

improvements had to be applied – from high level algorithmic decisions to very specific implementation tricks.

ANNA TATARCZAK, PIERRE DEHEZ

Współpraca horyzontalna w logistyce – podejście oparte na teorii gier

W branży logistycznej potencjał dalszego obniżania kosztów jest poważnie ograniczony, podczas gdy konkurencja rynkowa stale zmniejsza przychody. Jednak zwiększenie konkurencyjności poprzez redukcję kosztów można osiągnąć, jeśli przewoźnicy towarowi będą współpracować w celu zrównoważenia ich zamówień. Udział w takich koalicjach może przynieść korzyści całej koalicji, a także każdemu uczestnikowi, wzmacniając tym samym pozycję rynkową partnerów. Jedną z form takiej współpracy w logistyce jest współpraca horyzontalna. O współpracy horyzontalnej można mówić wówczas, gdy kooperowanie dotyczy przedsiębiorstw na tym samym poziomie łańcucha dostaw. Określamy ją więc jako uzgodnione porozumienie faktycznych lub potencjalnych konkurentów. Funkcjonowanie horyzontalnych sojuszy jest istotnym elementem badawczym ze względu na coraz silniejszą konkurencję, zwiększające się wymagania konsumentów i rosnące koszty, które wpływają na spadek zysków przedsiębiorstw. Wdrożenie współpracy horyzontalnej w firmie zapewnia zwiększenie wydajności operacyjnej i wyników przedsiębiorstwa. Celem pracy jest analiza podziału kosztów i zysków uzyskanych dzięki współpracy przedsiębiorstw z zastosowaniem metod teorii gier. Po dokonaniu przeglądu literatury naukowej można wyróżnić kilka metod teorii gier jako podejście do horyzontalnej współpracy logistycznej. Dla wyróżnionych metod teorii gier przedstawiono szczegółowy przegląd proponowanych w literaturze zastosowań praktycznych w logistyce. Ponadto zidentyfikowano kilka interesujących możliwości przyszłych badań.

TOMASZ WACHOWICZ, EWA ROSZKOWSKA, KRZYSZTOF PIASECKI
MARZENA FILIPOWICZ-CHOMKO

Badanie zgodności reprezentacji preferencji w problemie pryncypał-agent z wykorzystaniem uogólnionego podejścia rozmytego

Celem pracy jest przedstawienie wniosków deskryptywnych dotyczących dokładności reprezentowania preferencji pryncypała przez jego agenta w wielokryterialnym problemie negocjacyjnym. Wnioski te wysnuto na podstawie wyników badania eksperymentalnego, w którym zdefiniowano pewne wzorce agentów, podobnych do siebie ze względu na: (1) sposób

interpretowania nieprecyzyjnej informacji preferencyjnej zadanej przez pryncypała; (2) sposób konstruowania ilościowego systemu scoringowego, będącego podstawą wspomaganie decyzji agenta oraz (3) styl przetwarzania informacji rozpoznany na podstawie instrumentu Bruce'a i Scott (*General Decision-Making Inventory*). Idea uogólnionego rozmytego systemu scoringowego, zaproponowanego przez Piaseckiego et al. (2021), wykorzystana została do wyznaczenia systemów scoringowych reprezentujących agentów w ramach zdefiniowanych klas podobieństwa. Wyniki pokazują, iż agenci o wyższych umiejętnościach działania racjonalnego, mniej intuicyjni i spontaniczni w inny sposób budują systemy ratingowe. Systemy te również lepiej oddają preferencje pryncypała, tj. oceniają zdefiniowane w dopuszczalnej przestrzeni negocjacyjnej oferty w sposób bardziej podobny do postrzegania tej oceny przez pryncypała niż systemy negocjatorów wysoce intuicyjnych. Jakość dopasowania tych systemów do preferencji pryncypała jest lepsza dla wszystkich przyjętych sposobów porównań rozmytych ocen wariantów negocjacyjnych z dopuszczalnej przestrzeni negocjacyjnej.

ALEKSANDRA WÓJCICKA-WÓJTOWICZ, KRZYSZTOF PIASECKI

Metody rozszerzenia uporządkowanej skali w ocenie ryzyka kredytowego

We wcześniejszych pracach zaproponowaliśmy skalę oceny ryzyka kredytowego (*Extended Order Scale* – EOS). Skala ta bezpośrednio przekładała się na skalę numeryczną (*Numerical Order Scale* – NOS) oszacowaną za pomocą trapezoidalnych liczb rozmytych. Zaproponowana przez nas skala EOS wykorzystywała proces dwuetapowy. Takie rozwiązanie jednak w praktyce okazało się zbyt szczegółowe dla praktyków bankowych. W związku z tym w aktualnych badaniach dążyliśmy do uproszczenia procesu oceny i zaproponowaliśmy zero- i jednoetapowy proces oceny z wykorzystaniem skali uporządkowanej, Ponadto zaproponowaliśmy sposób obliczania wartości funkcji scoringowej, który pozwala uniknąć problemów związanych z wykonywaniem działań na liczbach rozmytych.