



Uniwersytet
Ekonomiczny
w Katowicach

Wydział Informatyki i Komunikacji
Katedra Badań Operacyjnych

Konferencje pod patronatem
Komitetu Statystyki i Ekonometrii Polskiej Akademii Nauk

XIV Ogólnopolska Konferencja Naukowa

Modelowanie Preferencji a Ryzyko '23

10th International Workshop on

Multiple Criteria Decision Making '23

26–28 marca 2023

March 26th–28th, 2023

Hotel Jaskółka, Ustroń

Patronat honorowy: _____

JM Rektor Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach
prof. dr hab. inż. Celina M. Olszak

Streszczenia/*Abstracts*

Marcin Anholcer

Poznań University of Economics and Business

Perron-Frobenius Theorem, majority colorings and optimal conference schedules

The Perron-Frobenius theorem has numerous applications in various fields - examples include linear economic models, ranking algorithms (including those used in search engines), and random walk models. The paper will discuss in particular the application that allows constructive determination of the optimal majority coloring of a digraph. It is a coloring minimizing the number of colors, in which each vertex has a color different from some predetermined fraction of its out-neighbors, so it is less restrictive than proper coloring. This type of coloring is related, among others, to artificial neural networks. In the presentation, we will focus on the application of this type of colorings in scheduling the talks at conferences that satisfy all participants as much as possible.

Marcin Anholcer

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

Maciej Bartkowiak

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu

Przydziały stabilne w wielostronnym problemie przydziału z mieszanymi preferencjami

Niedawno Zhang i Zhong (Jour Comb Opt 42: 928–936) przedstawili i porównali dwa systemy preferencji mieszanych (leksykograficzno-cyklicznych), które miały gwarantować istnienie stabilnego przydziału w trójstronnym zagadnieniu przydziału. Wkrótce po tym, jak Arenas i Torres-Martínez (SSRN, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4122308>) stwierdzili, że algorytm przedstawiony przez Zhanga i Zhonga nie musi generować przydziału stabilnego w jednym z przedstawionych przypadków, a ponadto słabo stabilny przydział może nie istnieć. W prezentacji przeanalizujemy dodatkowe założenia, które należy przyjąć, aby zagwarantować istnienie przydziałów stabilnych w modelach z mieszanymi preferencjami. Uogólniamy również niektóre wyniki Zhanga i Zhonga na więcej niż trzy wymiary.

Milena Bieniek

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Zarządzanie zwrotami przez producenta w e-commerce

Handel elektroniczny (e-commerce) jest systemem zakupów lub sprzedaży usług lub towarów przez internet. E-commerce jest szczególnie dotknięty przez narastającą falę zwrotów. W referacie rozważa się strategię zarządzania zwrotami przez producenta w łańcuchu dostaw zcentralizowanym i zdecentralizowanym przy umowie w cenie hurtowej.

Wyznaczona zostaje optymalna wielkość zamówienia, optymalna cena detaliczna i hurtowa na podstawie maksymalizacji zysków producenta i detalisty przy założeniu, że popyt jest stochastyczny addytywny lub multiplikatywny. W badanych modelach zweryfikowana jest możliwość przyjęcia przez addytywny popyt ujemnych wartości. Udowadnia się, że warunek nieujemności nałożony na takiego rodzaju popyt jest konieczny do otrzymania ogólnych rozwiązań. Analizę teoretyczną uzupełnia przykład numeryczny.

Ewa Chojnacka-Pelowska

Dorota Górecka

Nicolaus Copernicus University in Toruń

Information available from obligatory reports and the possibility of applying ranking methods: the case of Polish Public Benefit Organizations

The aim of the paper is to present the possibility of assessing the economic results of Public Benefit Organizations (PBOs) by using ranking methods. These methods may be used not only by individual donors, but also by local or central government bodies, that decide on subsidies. Due to the lack of unified reporting system for non-profit organization on a global scale, the additional aim of the paper is to present obligatory reports that must be prepared by Polish PBOs. The case study part of the paper is based on example of PBOs from one of Polish voivodships, operating in the field of 'Sport and recreation'. In the analysis conducted an approach called MAMIMCA – Multiple Assessment Multiple Importance Multiple Criteria Analysis – was used to determine the most suitable PBOs for co-funding. In the evaluation performed nineteen different criteria were taken into account, two well-known multi-criteria decision-aiding (MCDA) techniques were used (PROMETHEE II and TOPSIS) and two various vectors of weights were applied. As the result the ranking of ten selected PBOs was received allowing to obtain a comprehensive picture of entities considered.

Jacek Chudziak

Michał Lewandowski

SGH Warsaw School of Economics

Biseparable representation of certainty equivalents

We are interested in the following biseparable representation of the certainty equivalent of a binary monetary gamble: $F(x,y;p) = u^{-1}(u(x)w(p)+u(y)(1-w(p)))$, where u is a utility function, and w a probability weighting function. We provide a simple set of axioms that characterizes this form and several special cases. In particular, we provide conditions under which w is rank-dependent or rank-independent, u is the identity function, in which case the certainty equivalent becomes the Choquet integral, or w is the identity function, in which case the certainty equivalent has an expected utility representation. We propose reduction as the key axiom for the latter case. Even though

this axiom is implied by the independence axiom usually invoked to characterize expected utility representation, it is significantly weaker.

Marek Czekajski

Tomasz Wachowicz

University of Economics in Katowice

**Behavioural model of multiple criteria group decision aiding
in creating a multi-component product promoting
the post-industrial cultural heritage of Czeladź Commune**

Contemporary tourism projects are based on the concept of a systemic product or, in other words, a multi-product. It consists of various simple and complex components, which can be distinguished by classifying categories, types, and instances of a cultural tourism product (CTP).

Creating such a multi-component CTP involves many decision-makers representing various local institutions and government entities. These stakeholders are characterized by different styles of processing information and, thus, being differently able to adequately express their preferences regarding alternative variants of the components of the planned multi-CTP using specific multiple criteria decision-aiding techniques.

This article presents a decision-aiding protocol concerning the problem of creating a multi-component CTP promoting post-industrial cultural heritage in the Czeladź Commune. The decision support model proposed by the researcher consists of several stages, namely: a) identification of the cognitive styles of stakeholders, b) assessment of the significance of decision criteria, c) assessment of variants of components that the planned CTP may consist of, d) a fixed method of aggregating results obtained from the use of various decision support tools, e) a linear programming model to solve the knapsack problem for complex CTP.

We implement the model above to solve the problem of creating CTP in Czeladź Commune using identified remains of the town's mining history. In preference analyses, we use hypothetical data that might be derived from the series of workshops conducted with potential stakeholders.

Krzysztof Dmytrów

Uniwersytet Szczeciński

**Grupowanie zamówień w gospodarce zapasami
z wykorzystaniem metody Dynamic Time Warping**

W gospodarce zapasami co jakiś czas należy dokonywać zamówień uzupełniających sprzedawanych produktów. Można w tym celu stosować klasyczne modele gospodarowania zapasami (zakładające ciągłe bądź okresowe przeglądanie poziomu zapasów). Zakładają one indywidualne rozpatrywanie każdego produktu osobno. Jeżeli przedsiębiorstwo sprzedaje dużą liczbę różnych produktów, wówczas zamawianie

każdego produktu osobno nie ma sensu (koszty składania i realizacji zamówień będą ponoszone wielokrotnie) i warto zamawiać produkty grupowo. W badaniu zostanie zaproponowana metoda grupowania produktów opierająca się na podobieństwie dynamiki ich sprzedaży biorącej pod uwagę sezonowość i trend. Badanie dotyczy sprzedaży ponad tysiąca produktów. Dynamika ich sprzedaży zostanie porównana za pomocą metody Dynamic Time Warping (DTW). W wyniku jej zastosowania każda para szeregów czasowych zostanie porównana i opisana miarą podobieństwa zwaną odległością DTW. Na podstawie otrzymanej macierzy odległości w wyniku zastosowania grupowania hierarchicznego zostaną utworzone jednorodne grupy produktów pod względem dynamiki ich sprzedaży. W ramach jednorodnych pod względem dynamiki sprzedaży grup szeregów czasowych zostaną dokonane grupowe zamówienia produktów. Efektywność zaprezentowanego podejścia zostanie zaprezentowana z wykorzystaniem klasycznych modeli gospodarowania zapasami. Ostatni rok badanego okresu będzie okresem empirycznej weryfikacji zastosowanych modeli.

Czesław Domański

Uniwersytet Łódzki

Niepewność, ryzyko, prawdopodobieństwo= 1

Życie byłoby jeszcze bardziej złożone, gdyby zdarzenia następowały przypadkowo w całkowicie nieprzewidywalny sposób i nieciekawe, gdyby jako druga skrajność wszystko było deterministycznie i całkowicie przewidywalne. Każde zjawisko jest osobiwą mieszaniną obu skrajności co czyni życie jak mawiał Jerzy Sława-Neyman „skomplikowanym, ale nie nieciekawym”.

Gottfried von Leibniz (z pochodzenia Polak, jego dziad nazywał się Lubieniecki) w 1703r. w liście do Jacoba Bernoullego napisał, że „przyroda ustanawia prawidłowości, które mają swoje źródło w powtarzalności zdarzeń lecz stosuje się tylko do większości przypadków”. Przestroga Leibniza „lecz stosuje się tylko do większości przypadków” stanowiła klucz do zrozumienia przyczyn, dla których w ogóle istnieje coś takiego jak niepewność i ryzyko.

Niepewność – brak wzajemnie jednoznacznej odpowiedniości między przyczyną a skutkiem.

Jak działać w warunkach niepewności?

Na początku ubiegłego stulecia rozumiano, że chociaż wiedza uzyskana według jakiegokolwiek zasady uogólnienia szczegółów jest niepewna, staje się wiedzą pewną, choć w inny sposób, jeśli wyrazimy ilościowo odpowiadający jej zasób niepewności. Można ująć to następująco:

**Wiedza niepewna (różne źródła) + wiedza o ilości niepewności
= wiedza użyteczna p-wo ≈ 1**

Jeżeli działamy (decydujemy) w warunkach niepewności, to nie można unikać błędów, ale lepiej wiedzieć, jak często popełniamy błędy. Wtedy postępujący według konkretnych zasad podejmuje decyzje tworząc nową wiedzę, lecz niepewną. Wiedza ta może być

wykorzystywana do poszukiwania takiej procedury podejmowania decyzji, która minimalizuje częstość złych decyzji lub stratę wskutek złych decyzji.

Krzysztof Echaust

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

Małgorzata Just

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Efektywność zabezpieczenia inwestycji na rynkach akcji za pomocą kryptowalut – nowe spojrzenie na efektywność zabezpieczenia

Analizie poddano zabezpieczającą funkcję kryptowalut dla inwestycji na rynkach finansowych. Wykorzystując pięć kryptowalut o największej kapitalizacji rynkowej (BTC, ETH, BNB, ADA i XRP) w latach 2017–2022 dokonano oceny i porównania efektywności zabezpieczania na rozwiniętych i rozwijających się rynkach akcji (G7 i BRICS). W oparciu o teorię wartości ekstremalnych wprowadzono nowe miary efektywności zabezpieczenia mierzące prawdopodobieństwo osiągnięcia zadanego poziomu redukcji zmienności portfela. Wyniki przeprowadzonego badania wskazują, że prawdopodobieństwo co najmniej 10-procentowej efektywności zabezpieczenia za pomocą Bitcoina jest w przybliżeniu równe zero. Warunkowe prawdopodobieństwo, że Bitcoin jest w stanie zmniejszyć zmienność o co najmniej 10%, pod warunkiem, że stopy zwrotu z indeksu spadną poniżej pierwszego percentyla, jest wyższe i waha się od 2% do 28,4% w zależności od rynku akcji. Prawdopodobieństwa szacowane dla innych kryptowalut są niższe. Wyniki badania potwierdzają, że ekstremalna zmienność kryptowalut psuje zabezpieczającą ich funkcję, a niedodatnia korelacja między ryzykownym walorem a instrumentem zabezpieczającym jest jedynie warunkiem koniecznym skutecznego zabezpieczenia ale nie jest warunkiem wystarczającym. W świetle szybko rosnącego zainteresowania kryptowalutami, niniejsza praca dostarcza nową i cenną wiedzę dla inwestorów, którzy rozważają kryptowaluty jako instrumenty zabezpieczające czy bezpieczne przystanie dla swoich portfeli inwestycyjnych.

Petr Fiala

Prague University of Economics and Business

Renata Majovská

University of Finance and Administration, Prague

Multicriteria Models In Revenue Management

Revenue management (RM) is to sell the right product, to the right customer at the right time, for the right price through the right channel by maximizing revenue. The true innovation of RM lies in the method of decision making. Performance of revenue management approaches can be evaluated by multiple criteria. The performance pyramid represents a comprehensive, fully integrated performance system that captures multiple perspectives as internal, financial, customer and innovation. The evaluation is based on a combination of Data Envelopment Analysis (DEA) approach and Analytic Network

Process (AHP). Customer behavior modeling has been gaining increasing attention in the revenue management. The models of customer choice can be extended by multiple inputs and multiple outputs. The evaluation of alternatives can be done by DEA based evaluation methods. Searching the efficient frontier in the DEA model can be formulated as a multi-objective linear programming problem. We propose to use Aspiration Level Oriented Procedure (ALOP) for solving the problem.

Joanna Franaszek

SGH Warsaw School of Economics

When Competence Hurts: Revelation of Complex Information

Even when information is complex and the information processing capacity of economic agents uncertain, noisy messages do not necessarily indicate bad news. I exploit this intuition to examine a simple sender – receiver persuasion game in which effective communication about the state of the world depends not only on the sender's efforts but also on the complexity of that state and the receiver's competence. In this environment, the sender-optimal equilibria maximise the amount of noise. The receiver faces a "competence curse" whereby the smart types might end up with less information and a lower payoff than those who are somewhat less competent.

Josef Jablonský

Prague University of Economics and Business

Comparison of the Best Worst Method and other MCDM prioritization methods

Deriving weights of the set of criteria or deriving the priorities of the alternatives with respect to a criterion is an important task in solving multiple criteria decision making problems. Analytic Hierarchy/Network Process (AHP/ANP) is based on a construction of pair-wise comparison matrices (PCM) that contain the expression of preferences of the decision makers (DMs). Prioritization methods derive priorities (weights of the criteria, priorities of the alternatives) from the PCM. The most common and popular methods are the eigenvector method, logarithmic least square method and least square method. One of the newer approaches how to derive priorities based on DMs preferences is the Best Worst Method (BWM). The aim of this study is to compare traditional approaches of deriving priorities and the BWM. A special attention is devoted to consistency issues of all considered methods. The illustrative examples demonstrate the results of the study.

Michał Jakubczyk

SGH Warsaw School of Economics

Estimating the individual discounting function for health profiles with the time trade-off follow-up questions

Preferences for health states, required for instance in the cost-effectiveness analysis of health technologies, are often being elicited using the time trade-off (TTO) method. The results, however, may be distorted by the impact of discounting of future life years. Meanwhile, estimating the discount rate within the regular TTO method is challenging in view of respondents heterogeneity regarding the direction, strength, and form of the discounting (e.g. exponential or hyperbolic discounting). The aim of the study was to propose an extension of the composite TTO (cTTO) method used in the EQ-VT protocol to estimate the utility of health states defined in the EQ-5D-5L system so as to enable the estimation of the individual discounting function. The cTTO method was extended with follow-up questions that are asked once the indifference point in cTTO has been reached. In these questions, both offered alternatives were modified (e.g. by halving both times or adding the same lead-time to both). As it has been shown, how the preferences change in the added questions depends on the type of discounting function, and the strength of the change depends on the direction and strength of discounting. In the study, I plan to collect data from approx. 150 respondents via online interviews (the study is ongoing, so far data from >60 people have been collected). Based on the collected data, an attempt will be made to estimate the individual discounting function.

Paweł Jarosz

Adam Marszałek

Cracow University of Technology

The asynchronous algorithm for multi-objective optimization with separate criteria evaluation

This paper presents a novel asynchronous and distributed approach to solve real-world complex multi-objective optimization problems. In real-world optimization problems, the main factor affecting the execution time of algorithms (and thus their results) is the time needed to evaluate the criteria. In many widely used algorithms (e.g., NSGA-II, NSGA-III, or MOEA/D), in each iteration, all criteria are calculated at once. At the same time, each of them may have completely different computational complexity. Thus, the time needed to evaluate criteria is equal to the sum of the execution times of each criterion or the execution time of the slowest one in the case of the possibility of using parallelism. In these algorithms, each criterion is evaluated the same number of times regardless of its execution time. In the approach proposed in this paper, each criterion is optimized separately so that less computationally demanding criteria can be calculated more often than criteria requiring longer calculation time. The proposed algorithm is an extension of the IMGAMO algorithm proposed by the first author, based on game theory, in which each player optimizes (using the clonal selection algorithm) the criterion assigned to him with respect to the variables selected for him. In the proposed extension, each player (single-criterion optimization algorithm, each player can use a different one) optimizes his criterion at his own pace, communicating and exchanging information with other players

in an asynchronous manner. The main advantage of this approach is that each of the criteria and each of the players can be run on a separate computing machine equipped with the necessary data and software specific to a given criterion. In addition, in this paper, we also present the performance of the proposed algorithm for several selected test problems.

Przemysław Juszczyk

Lech Kruś

Systems Research Institute of the Polish Academy of Sciences

Position length adjustment for the support trading systems on the forex market

The Forex market draws a lot of attention in the field of machine learning and decision support. It is because the number of available data and possible decisions that should be made lead to a very complex environment in which new mechanisms should be effective and, at the same time, very simple. New classification and prediction algorithms in collaboration with the multicriteria approach and fuzzy sets should be introduced in such a way as to include the domain knowledge related directly to the market. The main problem in the forex market often relates to the selection of efficient market indicators, which are further used to generate signals. In addition, complex trading systems used to derive signals are often too difficult to replicate for other markets or instruments. In the opposite approach, it is assumed that the trading rules used for the trading system should be simple and self-understandable. In such an approach, the main focus is put on evaluating the position and identifying the situations on the market, which lead to overall good quality of signals generated by these well-known market indicators.

In this paper, we propose the idea of a trading system with two distinct phases, where in the first phase, the overall efficiency of market indicators is investigated, while the second phase is used to evaluate the best indicators from the first phase. Our primary concern is the length of the open position. We investigate the impact of the position length on the overall efficiency of the trading system. To do so, we apply a simple mechanism to identify the local trend in the market and adjust the position length based on these observations.

To experimentally verify our idea, we select different currency pairs from 2000-2020 and several market indicators. We compare the results for situations where the constant number of readings was observed between the opening and closing of the trading position. At the same time, the second situation was related to the idea of dynamically changing the number of reading according to the market situation.

Miłosz Kadziński

Poznan University of Technology

**Recommending multiple criteria decision analysis methods
with a new taxonomy-based decision support system**

The talk aims to present a new methodology for selecting Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) methods. It is implemented in the Multiple Criteria Decision Analysis Methods Selection Software (MCDA-MSS), a decision support system that helps analysts answer a recurring question in decision science: “Which is the most suitable Multiple Criteria Decision Analysis method (or a subset of MCDA methods) that should be used for a given Decision-Making Problem (DMP)?”. The MCDA-MSS provides guidance to lead decision-making processes and choose among an extensive collection (>200) of MCDA methods. These are assessed according to an original comprehensive set of problem characteristics. The accounted features concern problem formulation, preference elicitation and types of preference information, desired features of a preference model, and construction of the decision recommendation. The MCDA-MSS includes the capabilities of (i) covering from very simple to very complex DMPs, (ii) offering recommendations for DMPs that do not match any method from the collection, (iii) helping analysts prioritize efforts for reducing gaps in the description of the DMPs, and (iv) unveiling methodological mistakes that occur in the selection of the methods. We tested its applicability on over 50 case studies performing energy systems analysis at different scales. We find that nearly 60% of these studies chose an MCDA method that was not adequate for the respective decision problem. In particular, this concerned the use of weighting methods in approaches not suited for this type of weights, sub-optimal selection of MCDA techniques for specific types of problem statements, and lack of handling rather evident interactions in preference models.

Ignacy Kaliszewski

Systems Research Institute of the Polish Academy of Sciences

When Pareto efficiency inhibits Pareto efficiency; the case of sensible rankings

To be a nontrivial task, alternatives to be ranked have to possess at least two attributes. Then, the notion of the Pareto efficiency comes into play.

We argue that sensible rankings have to account high substitution ratios and disfavor them. To this aim we propose a bi-objective optimization problem that can be solved by enumeration (rankings operate on lists of alternatives that can be effectively processed in negligible computing times). We show that Pareto efficient solutions to the bi-objective program in terms of alternative attributes can be not Pareto efficient. We provide an explanation of that phenomenon and illustrative examples.

Daniel Kaszyński
Bogumił Kamiński

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

Metody sprawiedliwej oceny zdolności kredytowej

Wraz z rozwojem instytucji finansowych oraz postępującą finansyzacją gospodarek, modele oceny zdolności kredytowej są coraz częściej wykorzystywane. W przeciągu najbliższych kilku lat wartość aktywnego zadłużenia tylko dla samych gospodarstw domowych w Polsce przekroczy kwotę 1 biliona PLN; kwota ta jeszcze 10 lat temu o połowę niższa. Coraz powszechniejsze wykorzystywanie produktów kredytowych, prowadzi do popularyzacji modeli oceny zdolności kredytowych zarówno w procesie podjęcia decyzji kredytowej, jak również na potrzeby monitoringu kredytowej. Zwiększona skala wykorzystywania modeli oceny zdolności kredytowej skutkuje nasileniem negatywnych implikacji związanych z zagadnieniami jakie towarzyszą tym modelom – zarówno kwestii technicznych (tj. jakość działania), jak i społecznych (sprawiedliwość działania modeli). Obok technicznych podejść do ewaluacji działania modeli oceny zdolności kredytowej (moc dyskryminacyjna, jakość kalibracji oraz stabilność tych modeli) w referacie autor uwzględni społeczne aspekty ewaluacji działania modeli oceny zdolności kredytowej.

Paweł Tadeusz Kazibudzki
Opole University of Technology

Unravelling the mystery of rank reversal in the AHP

Probably the most heated debate about the validity of AHP and ultimately its unclarified phenomenon is its ability to reverse ranks of the alternatives. The objective of this study is to question the evidence of AHP rank reversal phenomenon presented by Belton and Gear as well to extend this study conclusions on other rank reversal examples. The evidence of the research indicates that priority vectors derived from both consistent and inconsistent Pairwise Comparison Matrices are fuzzy and should not be considered as set but only as estimated with certain level of probability. Hence, any evidence showing rank reversal in the AHP models which is based on assumptions about their determined value should be considered as erroneous.

Agnieszka Kowalska-Styczeń
Adam Sojda
Maciej Wolny
Politechnika Śląska

Zastosowanie algorytmu Known Sub-Sequence Algorithm (KSSA) do wyboru metody imputacji dla szeregów czasowych zużycia energii elektrycznej

Kluczowym elementem efektywnego zarządzania energią elektryczną jest poprawa dokładności prognozowania jej zużycia. Do stworzenia prognozy wymagane są dane

o konsumpcji energii klientów w poprzednich okresach, a dokładność prognoz zależy od jakości i dostępności danych. Pozyskane dane historyczne często nie są kompletne i zawierają brakujące wartości. W artykule skupiamy się zatem, na wybraniu odpowiedniej metody imputacji dla jednowymiarowych szeregów czasowych zużycia energii. Do weryfikacji precyzji imputacji wykorzystujemy algorytm Known Sub-Sequence Algorithm (KSSA). Nasze analizy wskazały, że najlepszą wydajność daje metoda liniowej interpolacji.

Dorota Kuchta

Politechnika Wrocławska

Podejście rozmyte do problemu dekompozycji w sieciowej metodzie DEA

W sieciowej metodzie DEA, wyznaczającej relatywną efektywność jednostek z zadanego zbioru, które wykorzystują procesy wieloetapowe, jedno z podejść polega na określeniu efektywności całych procesów, a w drugiej kolejności określeniu efektywności poszczególnych etapów. Jednak ta dekompozycja nie jest jednoznaczna. W referacie zostanie zaproponowane podejście rozmyte do tak sformułowanego problemu dekompozycji, pozwalające dopasować efektywności poszczególnych etapów do sposobu postrzegania ich przez decydentów.

Konrad Kułakowski

AGH University of Science and Technology

Secure ranking aggregation for the pairwise comparisons method

Dishonest experts are relatively rarely taken into account in decision-making methods. Even if the data provided by them does not correspond to the assumed quality, this is attributed to their fatigue, absent-mindedness, but not deliberate action.

In the presented work, we assume that some experts may have dishonest intentions. We also propose schemes for aggregating results that allow to minimize the impact of distorted, dishonest data to some extent. We verify the operation of the proposed solution based on a number of Montecarlo experiments.

Somdeb Lahiri

LJ University

Choice Functions on Ordinal Data Matrices

Ordinal Data Matrices are defined and some very well-known choice procedures are rephrased in their full generality in terms of such matrices. Several intuitively plausible and desirable properties are suggested. An axiomatic characterization of the Probabilistic Max-min choice function is provided as evidence of the “workability” of our model.

We also define a refinement of this choice function, which we call the Ascending Probabilistic Max-min choice function. Its definition relies entirely on the ordinal data matrix, and nothing more.

Aleksandra Łuczak

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Sławomir Kalinowski

Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa, Polska Akademia Nauk

Zmodyfikowany wielowymiarowy barometr ubóstwa i wykluczenia społecznego mieszkańców gmin

Ważnym elementem polityki społecznej jest identyfikacja i niwelowanie ubóstwa i wykluczenia społecznego mieszkańców jednostek terytorialnych. Ubóstwo i wykluczenie społeczne są silnie ze sobą powiązane i może występować między nimi sprzężenie zwrotne. Oznacza to, że ubóstwo jest przyczyną wykluczenia, ale też może być jego skutkiem. Zarówno ubóstwo, jak i wykluczenie społeczne mierzone są głównie na podstawie miar opartych na dochodach ludności. Jednak miary ubóstwa i wykluczenia społecznego mieszkańców jednostek terytorialnych powinny uwzględniać też aspekty pozafinansowe.

Celem badań było skonstruowanie zmodyfikowanego wielowymiarowego barometru ubóstwa i wykluczenia społecznego mieszkańców jednostek terytorialnych. Zestaw cech przyjętych do badań opiera się na miarach obiektywnych opisujących różne wymiary życia osobistego i społecznego ludności, które bezpośrednio i pośrednio świadczą o zagrożeniu ubóstwem i wykluczeniem społecznym. Do agregacji cech w postaci barometru zaproponowano i porównano dwa podejścia. Pierwsze oparte jest na metodzie TOPSIS, a drugie wykorzystuje ideę funkcji Leontiefa. Zaproponowane podejścia zostały wykorzystane do konstrukcji barometru ubóstwa i wykluczenia społecznego mieszkańców gmin województwa mazowieckiego w 2021 roku. Analizy oparto na danych statystycznych z Banku Danych Lokalnych GUS. Prowadzone badania zmierzają do utworzenia systemu wczesnego ostrzegania w postaci barometru, który pozwala na porównania między jednostkami terytorialnymi i coroczne jego aktualizacje w celu monitorowania zachodzących zmian. Tego typu narzędzie może być pomocne dla decydentów i zarządzających placówkami opieki społecznej w jednostkach terytorialnych w celu dostosowania działań dla mieszkańców dotkniętych ubóstwem i wykluczeniem społecznym.

Anna Łyczkowska-Hanćkowiak
Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu
Aleksandra Wójcicka-Wójtowicz
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

**Efektywność portfela akcji w przypadku rekomendacji wielokrotnych –
wykorzystanie teorii liczb rozmytych**

(Efficiency of stock portfolio long-term recommendations - fuzzy approach)

Investors' decisions are guided by their investment strategies which differ due to a set of principles, goals and risk tolerance. Those strategies help investors to construct their portfolios. However, the composition of portfolio should be flexible and reviewed regularly allowing investors to achieve the best return on their investment. Any financial market investment is burdened with information uncertainty and imprecision. Those phenomena, however, can be described with the use of oriented fuzzy numbers (OFNs). Consequently, in fuzzy approach we implement an expected fuzzy discount factor. Finally, we obtain linguistic recommendations (sell, reduce, accumulate, buy) for securities in a given portfolio. Though, some investors might be more likely to use the recommendations issued by specialists (e.g. stock-brokers). The main aim of the paper is to establish the impact of recommendations on constructed portfolios and compare their accurateness as well as a long-term efficiency of strategies basing on recommendations of (1) trapezoidal oriented fuzzy numbers and (2) stock-brokers with a (3) passive strategy. To estimate the imprecision risk of analysed investment portfolios, their energy and entropy measures are computed. Theoretical considerations are illustrated by empirical examples.

Elżbieta Majewska
Uniwersytet w Białymstoku

**Dynamika poziomu integracji europejskich rynków giełdowych
w latach 2000-2022**

Integracja jest jednym z najistotniejszych aspektów funkcjonowania rynków finansowych. Stymuluje ich rozwój i przyczynia się do wzrostu gospodarczego. Jednak silna integracja niesie też zagrożenia: ułatwia transmisję zaburzeń między rynkami oraz może ograniczać korzyści z dywersyfikacji ryzyka. Z literatury wiadomo również, że poziom integracji rynków wzrasta w czasie kryzysów.

Celem pracy jest analiza zmian poziomu integracji rynków giełdowych strefy euro w latach 2000-2022. Analiza dotyczy miesięcznych kursów zamknięcia głównych indeksów giełdowych. Zastosowane zostały dynamiczne miary integracji oparte na głównych składowych (wskaźnik integracji, współczynnik determinacji i indeks segmentacji), a także wskaźnik efektu globalnego mierzący wpływ czynników globalnych i lokalnych na kształtowanie się stóp zwrotu na danym rynku.

Przeprowadzone badania wskazują na podwyższony poziom integracji w okresach globalnego kryzysu finansowego oraz europejskiego kryzysu zadłużenia. W latach 2015-2019 powiązania rynków były słabsze, ale zaczęły się ponownie nasilać od marca

2020 roku. Wartości wskaźnika globalizacji wskazują natomiast na zróżnicowaną siłę powiązań poszczególnych rynków z całą grupą.

Krzysztof Martyn

Miłosz Kadziński

Poznan University of Technology

Deep Preference Learning for Multiple Criteria Decision Analysis

We propose preference learning algorithms for inferring the parameters of a threshold-based sorting model from large sets of assignment examples. The introduced framework is adjusted to different scores originally used in Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA). They include Ordered Weighted Average, an additive value function, the Choquet integral, a distance from the ideal and anti-ideal alternatives, and Net Flow Scores built on the results of outranking-based pairwise comparisons. As a concrete application of these models, we use Artificial Neural Networks with up to five hidden layers. Their components and architecture are designed to ensure high interpretability, which supports the models' acceptance by domain experts. To learn the most favorable values of all parameters at once, we use a variant of a gradient descent optimization algorithm called AdamW. In this way, we make the MCDA methods suitable for handling vast, inconsistent information. The extensive experiments on various benchmark problems indicate that the introduced algorithms are competitive in predictive accuracy quantified in terms of Area Under Curve and the 0/1 loss. In this regard, some approaches outperform the state-of-the-art algorithms, including generalizations of logistic regression, mathematical programming, rule ensemble and tree induction algorithms, or dedicated heuristics.

Jiri Mazurek

Silesian University in Opava

Dominik Strzałka

Rzeszow University of Technology

The Rank-Sensitivity Matrix in Pairwise Comparisons Methods as a Tool for the Ranking Robustness Assessment

Pairwise comparisons constitute a fundamental part of many multiple-criteria decision making/aiding methods such as the analytic hierarchy process (AHP). The objective of these methods is to find the best alternative, or, more generally, a ranking of all alternatives under consideration from the best one to the worst one. However, it is well-known that human judgments are imperfect and susceptible to many biases that translate into less reliable and less correct decisions. In particular, small errors in one or several pairwise comparisons can alter the final ranking of alternatives substantially. The aim of this study is to introduce a rank-sensitivity matrix (RSM) associated to a given pairwise comparisons matrix (PCM), where each element of the RSM expresses a maximal deviation in each PCM element under which the ranking remains the same

(or, alternatively, it expresses the largest margin of error under which the ranking of alternatives remains unchanged). As such, the rank-sensitivity matrix provides a valuable information on the robustness of a given alternatives' ranking. The RSM matrix is introduced both for continuous and discrete comparisons' scales, and also for a special case dealing with the change in the best alternative only. Application of the rank-sensitivity matrix is provided as well.

Jerzy Michnik

University of Economics in Katowice

Studying Interrelations in Systems. WINGS and its extensions

The uncertainty is a challenge in decision modeling. To solve this problem a number of approaches has been proposed since the introduction of the WINGS method in 2013. Among them are the interval, grey and fuzzy numbers. As a way to improve quality of the input data in WINGS, the use of artificial neural network has been proposed. It may help to overcome imprecision of the subjective expert judgements.

Grzegorz Miebs

Poznan University of Technology

Matteo Brunelli

University of Trento

Jonas Gehrlein

Web3 Foundation

Miłosz Kadziński

Poznan University of Technology

Active learning with additive value models

We propose an active learning approach enhancing the UTA method for solving a ranking problem in multiple-criteria decision analysis. Within this framework, an optimal question for a pairwise comparison maximizing information gain is calculated and presented to a decision-maker. By using carefully selected questions, the number of required iterations with the user is reduced. When searching for an optimal question previous choices of the decision-maker are taken into account, and thus the selection of questions is done sequentially and individually for each decision-maker. What is more, by using an optimization algorithm fictitious alternatives can be created to increase information gain even further. Our approach is tested on a real-world problem in the realm of cryptocurrency. In such an environment, so-called "nominators" need to select "validators" on the ground of their reliability, decentralization, and profitability. In particular, validators, representing alternatives, are assessed with respect to six criteria.

Janusz Miroforidis

Systems Research Institute of the Polish Academy of Sciences

On deriving interval representations of Pareto optimal outcomes for large-scale bi and three-criteria MIP problems

Despite the rapid development of optimization techniques, there are still MIP problems for which the derivation of optimal solutions can be time-consuming and memory-consuming, or even beyond allotted limits for top-class commercial MIP solvers. However, when there is, e.g., a time limit on optimization, and a MIP solver is not able to derive the optimal solution, it provides the MIP gap that determines the quality of the approximate solution.

In the case of multi-objective MIP problems, the Chebyshev scalarization and a MIP solver can be used to derive Pareto optimal outcomes. For a large-scale multi-objective MIP problem, its scalarization may not be solved to optimality under the assumed time limit. The decision maker (DM) then has the approximate Pareto optimal solution and the MIP gap of the single-objective optimization problem. However, based on this information, the quality of the approximation of a single component (namely its lower and upper bounds) of the Pareto optimal outcome cannot be shown to the DM. And it is based on these components that the DM navigates on the Pareto frontier.

In my previous work, I proposed a general methodology for multi-objective optimization to provide lower and upper bounds on objective function values of a Pareto optimal solution obtained by the Chebyshev scalarization of a multi-objective MIP problem. In this work, based on this methodology, I propose a method of providing the interval representation of a single Pareto optimal outcome for the multi-objective MIP problem with two and three objective functions under a time limit on the derivation of the approximate Pareto optimal solution. To calculate lower bounds, I use this solution, and to calculate upper bounds, I use MIP gaps provided by a MIP solver for a series of single-objective optimization problems solved within another time limit on optimization. The DM can use interval representations of Pareto outcomes to navigate on the Pareto frontier. To illustrate the viability of the method, I present results of several numerical experiments with selected large-scale instances of the multidimensional knapsack problem with two and three objective functions.

Keywords: Multi-objective optimization, Large-scale optimization, Budget constrained computing, Pareto optimality, Chebyshev scalarization, Two-sided Pareto frontier approximations

Jakub Mróz

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

Analiza składowych profilu behawioralno-demograficznego determinującego wynik negocjacji elektronicznych

Celem opisywanych w ramach niniejszej prezentacji badań jest ilościowa weryfikacja tego, czy określone zmienne behawioralno-demograficzne istotnie różnicują wyniki osiągnięte podczas negocjacji elektronicznych. Aby zrealizować tak postawiony cel

badawczy, przeprowadzono rozpoznanie literaturowe, które pozwoliło przygotować listę zmiennych, które to zmienne mogłyby zostać potencjalnie wykorzystane do opisu wybranych elementów takiego profilu behawioralno-demograficznego, tj. agregatów doświadczenia zawodowego i profilu wykształcenia oraz popełnianych przez negocjatorów błędów kognitywnych. Następnie, przy wykorzystaniu zgromadzonego w systemie negocjacji elektronicznych Inspire zbioru danych, dla każdej ze zmiennych przeprowadzony został ilościowy pomiar, czy wartości osiągnięte przez poszczególne zmienne istotnie różnicują wyniki osiągnięte podczas negocjacji elektronicznych. Podczas analiz wyniki negocjacji elektronicznych zostały opisane przy pomocy skalarnego ratingu, natomiast zastosowaną metodą statystyczną była metoda ANOVA.

Efektom takiego postępowania było podjęcie decyzji o włączeniu lub wyłączenia poszczególnych zmiennych z agregatów *doświadczenia zawodowego i profilu wykształcenia oraz popełnianych przez negocjatorów błędów kognitywnych*. Spośród wszystkich analizowanych zmiennych, do grona tych istotnie różnicujących wyniki osiągnięte podczas negocjacji elektronicznych zaklasyfikowane zostały jedynie:

- Dokładność budowy systemu ratingowego;
- Profil kierunku studiów.

W wyniku przeprowadzonych analiz okazało się również, że ze względu na stosowaną metodykę pomiaru, podczas przyszłych badań, prowadzonych na potrzeby konstrukcji pełnego modelu przyczynowo-skutkowego nie należy uwzględniać następujących zmiennych:

- Dotychczasowego doświadczenia z zakresu negocjacji elektronicznych;
- Dotychczasowego doświadczenia z zakresu użytkowania systemów wspomagania decyzji;
- Deklarowanej wiedzy z zakresu negocjacji.

Nolberto Munier

Valencia Polytechnic University

Necessity to improve the weakest stage in the MCDM process, by building a realistic mathematical modelling representing more accurately the problem

Modelling a scenario, that is, building the initial decision matrix that mathematically and holistically represents the problem, is probably the most important step in any MCDM method. If it is incomplete, the DM will be solving a similar or approximate problem, but not the original.

Extensive research has taken place to address data uncertainty, and different procedures devised to deal with it, however, very little has been done regarding a reliable construction of the decision matrix, i.e., to build an algebraic model accurately representing reality, not something similar to it, incorporating not only data, but also particular characteristics of each scenario. Most DMs know that the matrix is incomplete, however, they are forced to reach a dubious decision, because most existing MCDM methods are unable to model reality, let alone to solve it. A reduced sample of facts that normally are ignored, is:

- Natural dependency between alternatives,
- Inclusivity and exclusivity,
- Alternatives time-dependent,
- Alternatives to satisfy as a minimum a certain number of criteria,
- Resources and limits to criteria, etc.

Nevertheless, there is a procedure that can handle perhaps not all, but positively a very large array of characteristics. It is Linear Programming, but modified to work with multiple objectives, and with any mix of quantitative and qualitative criteria.

As a bottom line, why do we insist in improving data, while overlooking that we are working with missing data, when correct modelling should be our first priority?

Keywords: MCDM, Initial Decision Matrix, Lineal Programming, SIMUS, Reality

Conference text

When there are problems consisting in selecting the best alternative in a set, subject to an array of criteria, we use MCDM. This is attained by more than 100 different methods, which are based on mathematical procedures as well as subjective assumptions, and producing the singular situation that a same problem, solved by different methods, give different results.

This is due to the different assumptions and weights used for criteria. There is consensus about that no particular method is better than another, because, whatever the problem, it does not exist a yardstick to measure their efficiency, and probably never will.

Different measures are taken to ameliorate uncertainty, like using fuzzy logic, but in reality, that is some sort of cosmetic fix, because if it is true than uncertainty may be reduced, the problem appears to be that we are doing secondary things and not seeing the most important, or using the well-known idiom, that we do not see the forest (the whole problem), for the trees (the different methods to improve uncertainty).

In reality, in a great extent, we are solving problems that are only fictitious representations of the real ones.

Why? Because MCDM methods are unable to model a problem realistically, which involves more than building an initial decision matrix with some alternatives, a set of criteria and performance values, and just pressing the start key of the respective software. We are solving problems does not take reality into account or in its full significance, due to the fact that most MCDM, cannot consider characteristics like:

- Natural dependency between alternatives, of the type: 'Alternatives A3, A4 and A6, depend on the execution of alternative A1', as is normal in many construction problems.
- Inclusivity and exclusivity of the type: 'Alternative A4 and A9 are exclusive', which means than only one can be selected. For this, it is normally necessary to work with binary performance factors, something that most methods don't contemplate. It could also be that 'Alternative A4 and A6' (inclusivity), may be selected together (in a certain ranking), or another that establishes that 'Alternative A7 and A3', must be both in the ranking'.
- In a portfolio it is normal to consider simultaneity, i.e. it is assumed that all projects can start at the same time, when any engineer knows that this condition is not normal.

There could be a sequence of starts for different projects, normally defined by previously scheduling the whole scenario. That is, there is a time-dependency and dynamicity that must be considered. How many MCDM methods take that into account? Only one.

- Sometimes, it is established by the DM that all alternatives must satisfy a minimum of criteria, generally different for each alternative. Is this considered? No.
- Most methods with the exception of very few like PROMETHEE, TOPSIS and a couple more, consider that the resources to execute a certain project, of any nature, i.e., funds, manpower, capacity, even efficiency, are unlimited. There is no need to elaborate on this issue.

These are only a few examples, that everyone can verify, however, we continue to improving 'secondary aspects' and ignore this fundamental issue, which is nothing less than the base of the problem.

It is not a matter of ignorance, negligence or unawareness of the DMs. I am sure that most of them know this problem, but there is nothing they can do, for it is due to the lack of MCDM methods that consider all of the characteristics enunciated.

However, there is a method that is able to tackle all of them, even simultaneously, giving optimal solutions - if they exist - and it is Linear Programming, developed in 1940 by Leonid Kantorovich, who, together with Tjalling Koopmans was awarded the Nobel Prize in Economic Sciences in 1956 for his discovery, and George Dantzig, who in 1948 created the Simplex algorithm that allows to solve LP problems. This algorithm was nominated as one of the ten best algorithms of the 20 th Century, and it is installed since 1993, under the 'Solver' name, in all computers of the world that use Excel.

Why LP is able to address these particular characteristics? Because it works with inequalities instead of equalities or equations, and thus, operating with spaces instead of equations, has unmatched capacity and leeway to establish dependencies, inclusivity, times, etc.

Of course, the immediate question is: Why, if LP is so advantageous, there are more than 100 MCDM methods?

Because LP has two serious drawbacks: It is mono-objective and it cannot work with subjective criteria, while most scenarios have multiple objectives and a mix of objective and subjective criteria.

These two drawbacks are cracked by the SIMUS method, not a commercial one, which, does not give optimal solutions as LP, but compromise solutions, as all MCDM methods. It admits any quantity of objectives and any mix of quantitative and qualitative criteria.

As a conclusion, it appears a priority to develop MCDM methods allowing for the building of a representative modelling and its solving.

Please, find a link to SIMUS software: <https://www.simus.online>

Joanna Olbryś

Politechnika Białostocka

Metody oparte na entropii i kodowaniu symbolicznym w analizach finansowych szeregów czasowych

Metody oparte na entropii i kodowaniu symbolicznym umożliwiają efektywne badanie wpływu wydarzeń o charakterze ekstremalnym na rynki kapitałowe. Badania empiryczne wskazują, że entropia szeregów czasowych, jako uniwersalna miara zawartości informacyjnej i złożoności systemu, maleje w okresach zawirowań na rynkach finansowych. Oznacza to, że rośnie regularność i przewidywalność szeregów stóp zwrotu, głównie z powodu występowania powtarzalnych wzorców zmian. Kodowanie symboliczne z progami kwantylowymi pozwala wyodrębnić w finansowym szeregu czasowym ekstremalne stopy zwrotu. Entropia Shannona, wyznaczona na podstawie kodowanego szeregu indeksu giełdowego, może być stosowana jako indyktor poziomu efektywności informacyjnej rynku kapitałowego i wykorzystywana do analiz porównawczych.

Witold Orzeszko

Dariusz Piotrowski

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Predykcja gotowości do korzystania z robo-doradztwa przez klientów banków w Polsce

Sektor bankowy coraz częściej dostrzega potrzebę wdrożenia usługi robo-doradztwa. Jej wprowadzenie może prowadzić do zwiększenia efektywności funkcjonowania banków, poprawy jakości obsługi klientów oraz wzmocnienia wizerunku banków jako instytucji innowacyjnych. Proces ten wymaga jednak sprostania wyzwaniom, wynikającym z szerokiej i często niejednorodnej oferty produktowej, a także ze zróżnicowanych oczekiwań klientów. Atutem banków jest dysponowanie danymi na temat swoich klientów, które można by zastosować w robo-doradztwie, a także wykorzystać do określenia poziomu zainteresowania konsumentów tą usługą. W pracy, na podstawie przeprowadzonego przez autorów badania dotyczącego wykorzystania technologii sztucznej inteligencji w sektorze bankowym w Polsce, skonstruowano modele predycyjne przewidujące gotowość klientów do skorzystania z robo-doradztwa w usługach bankowych. Jako predyktory wykorzystano cechy społeczno-demograficzne klientów banków, ich zachowania i postawy wobec nowoczesnych technologii cyfrowych, doświadczenie w korzystaniu z usług bankowych, a także zaufanie do banków. W badaniu zastosowano drzewa decyzyjne oraz wybrane algorytmy uczenia zespołowego oparte na drzewach decyzyjnych.

Rajiansyah

Grzegorz Filcek

Wrocław University of Science and Technology

**Development of a computer system implementing the SMART, AHP,
and ANP methods of multi-criteria analysis**

In this talk, we describe the implementation of several methods of multi-criteria decision-making using an application-based computer system. Such a system makes it easier to determine the effectiveness of decisions. The methods adopted in this application are SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique), AHP (Analytic Hierarchy Process), and ANP (Analytic Network Process). Each of these methods has distinctive characteristics in determining the best alternative for the user.

The SMART method is based on several criteria (defined by the decision-maker). Each alternative is assessed using a weighted average of its scores according to these criteria. The weights reflect the importance of the criteria. The AHP method can solve multi-objective and multi-criteria problems based on pairwise comparisons of alternatives according to a set of criteria (which may be defined according to a hierarchical structure). Each comparison defines the strength of preference for one of two alternatives over the other. The ANP method is an original approach that provides a common framework for decision-making without making any assumptions about the independence of criteria (either at differing levels or at the same level).

This study assesses the feasibility of each method in the system developed. The overall system is assessed on the basis of functionality, reliability, efficiency, and usability. (1) Functionality is tested on the basis of the appropriateness of the decisions made, (2) Reliability is assessed using stress testing, (3) Efficiency is assessed on the basis of computational effort and (4) System usability is tested on the basis of users answering the Computer System Usability Questionnaire authored by J.R Lewis. The result of this research is a decision support system that has been appropriately tested and is ready to use by the user.

Keywords: Computer system, Multi-criteria analysis, SMART, AHP, ANP and R&D method, System usability

David Ramsey

Wrocław University of Science and Technology

**On an Automated System for Creating Shortlists from Large,
Multivariate Data Sets**

Thanks to the rise of information technology, consumers can find basic information about a wide range of offers at very little cost. For example, Internet sites give basic information about unique goods such as real estate offers, including price, size, location and number of rooms. Such information suffices to judge whether a residence is potentially attractive or not, but is not sufficient to make a final decision. In addition, the number of offers in a city that meet the basic requirements of a consumer may be very large. In such a scenario, it would be beneficial to use an automatic procedure that derives a shortlist of

offers that are both potentially attractive and differentiated. The author thus presents an automatic procedure for generating such a shortlist that aims to maximize the attractiveness of offers on the shortlist, based on initial information, while maintaining their diversity. This procedure uses a greedy algorithm to find near optimal solutions to a set of binary quadratic programs. The consumer determines the number of offers to be placed on the shortlist and may define the relative importance of the traits used to assess the attractiveness of an offer. The practical use of the procedure is illustrated using a real database of real estate offers.

Uma Shankar Singh, Małgorzata Nermend

University of Szczecin

Swapnil Singh

Banaras Hindu University, Varanasi

Dimah Fareed Bahjat

Mar Qardakh School, Erbil

Metamorphous Decision Making and Gender Equality Education Catapulting to Gender Dimensions of Brand Personality Unification

Consumption decision is a continuous process that doesn't come at an instant or a moment. However, consumers are always thinking about available options to choose a brand. At this point, the brand personality matters a lot for an individual to choose a specific product or service. The historical assessments are defining brand personality in two categories masculine or feminine. Current generation education is more focused on educating the importance of gender equality. Consumers are well educated on gender equality and the though is gaining more importance in developing society. The current research is focused on assessing the current-day importance of the gender dimensions of brand personality, where the consumer market is shifting towards unification and most of the consumptions are heading towards acceptance as unisex. Conceptually the study is centered on measuring the role of gender education, changing consumer decision-making process, and the unification of gender dimensions of brand personality with respect to the 'DIOR' brand consumption in Kurdistan.

Andrzej M.J. Skulimowski

AGH University of Science and Technology

FPB

Cooperation Principles and Multicriteria Decision Making in Autonomous Robot Teams

This paper shows how recent advances in the theory of autonomous robotic decisions can be applied to derive new principles of cooperation, preference modelling, and compromise decision-selection by autonomous harvesting robots. We assume that robotic decision makers take into account anticipated outcomes of future decision problems solved by agents linked by causal relations with the present problem. Thus

arises a multigraph of decision problems linked causally and by additional anticipatory feedback relations. Such multigraphs are termed anticipatory networks. They generalize earlier models of consequence anticipation in multicriteria decision problem solving. Assumed that robots are endowed with autonomous decision making capacity and the knowledge of other robot decision algorithms, a cooperating robot team can be modeled as a time-dependent (timed) anticipatory network. We will present an application of this model to establish efficient collaboration of teams consisting of autonomous harvesting robots and human supervisors. This problem is formulated as a bi-level multicriteria optimization problem embedded in an anticipatory network. The optimization criteria at the higher level refer to the overall team performance, such as harvest efficiency and total harvest yield, while at the lower level each robot optimizes its individual criteria of maximal energy level and minimal damage. We will point out the relations of this problem to the theory of cooperative systems, robot preferences, anticipatory robotics, and supervisory control. The above application refers to an ongoing research project aimed at construction and deployment of anticipatory fruit picking robot teams. Finally, let us note that our theory of anticipatory robotic decisions emerged as a parsimonious effect of a foresight project devoted to modelling the AI futures, namely as a methodology to elicit rational technological and economic scenarios.

Honorata Sosnowska

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

Metody głosowania zmniejszające skłonność do manipulacji

(Methods diminishing strategic voting. Properties)

Three voting methods are compared. The Olympic method as a case of the trimmed mean method, winsorizing, and antimanipulation method. It is shown that the methods differ on some profiles of preferences. The properties of voting methods are studied. Condorcet winner and loser paradoxes, monotonicity, homogeneity, no-show paradox, consistency, subset choice paradox, reversal bias.

Tomasz Starczewski

Czestochowa University of Technology

Analysis of various inconsistency indices in the AHP as an additional final estimation of the decision-maker's preferences

Among various multi-criteria decision-makers supporting methods one of the most popular and often used is the AHP (Analytic Hierarchy Process). This method is based on a pairwise comparison matrix (PCM). The purpose of the AHP method is to determine the priority vector (PV), which reflect decision-maker opinion about each alternative. Unambiguous determination of PV is possible when errors does not occur in PCM. However, PCM values coming from decision makers, so they are often inaccurate or incorrect. To verify the PCMs various inconsistency indices (IC) was introduced, which

examine inconsistency in various ways. However, as the name suggests, ICs study the PCMs deviation from the consistent matrix, which is not the same as flawless matrix.

In my paper, I present the research concerning the selected IC and their dependencies on the occurrence of errors. As a IC performance parameter, the correlation coefficients (Person and Spearman) between their values and the frequency of occurrence of errors are taken. The results shows a dissimilarity in correlation various indices and errors. The result can be valid for selection of proper IC used in the AHP procedure.

Józef Stawicki

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Uwagi na temat aksjomatyzacji teorii decyzji

Celem referatu jest próba wyjaśnienia wpływu czynników i procesów towarzyszących podejmowaniu decyzji, w kontekście głównych aksjomatyzowanych z punktu widzenia logiki teorii decyzji dyskutowanych na gruncie filozofii. Patrząc na aksjomatyzacje logiki decyzji, które proponują wyjaśnienie racjonalnego wyboru, można by pokusić się o stwierdzenie, że teoria decyzji może być w pełni i adekwatnie sformułowana bez odwoływania się do postawy agenta lub do logicznych ograniczeń jego postępowania. Zgodnie z tą interpretacją racjonalny wybór byłby w pełni wyjaśnialny w ramach subiektywnej teorii prawdopodobieństwa i teorii użyteczności sięgającej von Neumanna i F. P. Ramsey. Taka interpretacja logiki decyzji była przedmiotem wielu krytyk w drugiej połowie XX wieku, a zwłaszcza w ostatnich dekadach. Choć klasyczna teoria budzi szacunek ze względu na swoje zastosowania, prostotę i precyzję, poszukiwanie nowych modeli wyjaśniających praktyczną racjonalność jest na porządku dziennym. Niniejszy referat jest spojrzeniem na ten kierunek badań. Logika decyzji, aby adekwatnie wyjaśnić pojęcie racjonalności praktycznej i przezwyciężyć wewnętrzne trudności, na które niestrudzenie wskazują jej krytycy, musi korzystać z zasobów logiki filozoficznej, które są implicite zawarte w jej teoretycznym opracowaniu i które są niezbędne do wyrażenia jej własnych podstaw. Nie wystarczy założyć logiki klasycznej, aby skonstruować logikę decyzji. Konieczne jest również wyraźne włączenie teorii warunkowej, modalności czasowych i pewnych ograniczeń epistemicznych, które uwzględniają kinematykę dokonywanych analiz i zdolności poznawczych decydentów.

Marian Szary, Sebastian Kostrubała

Consorg S.A.

System inteligentnego raportowania jako możliwość budowania zasobów wiedzy w organizacji

Ogrom informacji dostępnych zarówno wewnątrz, jak i w otoczeniu przedsiębiorstwa w znaczący sposób utrudnia wychwytywanie sygnałów o największym wpływie na efektywność jego działania. System inteligentnego raportowania skanuje dostępne dane i w przeciwieństwie do klasycznego procesu raportowania filtruje i ogranicza nadmiarowość prezentowanych treści. W tym celu przeprowadza analizę nie tylko tego

jakie treści powinien zaraportować, ale również jak powinny być one użytkownikowi przedstawione. Dobór optymalnej ścieżki analizy sprowadza się do przeprowadzenia użytkownika wzdłuż wykrytego problemu lub sygnału (pozytywnego lub negatywnego), z pominięciem nieistotnych faktów. Sposób wizualizacji zależy zarówno od prezentowanych danych, jak i preferencji użytkownika, co może skutkować przedstawieniem tego samego zdarzenia w inny sposób dla różnych odbiorców.

Marek Szopa

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

Równowagi Nasha w grach kwantowych dla specjalnej, dwuparametrowej przestrzeni strategii

(Nash equilibria of quantum games in the special two-parameter strategy space)

The aim of the presentation is to examine pure Nash equilibria in a quantum game that extends the classical bimatrix game of dimension 2. The strategies of quantum players are specific types of twoparameter unitary operations such that the resulting quantum game is invariant under isomorphic transformations of the input classical game. We formulate general statements for the existence and form of Nash equilibria and discuss their Pareto efficiency. We prove that, depending on the payoffs of a classical game, the corresponding quantum game may or may not have Nash equilibria in the set of unitary strategies under study. Some of the equilibria cease to be equilibria if the players' strategy set is the three-parameter special unitary group.

Zbigniew Świtalski

Uniwersytet Zielonogórski

Własności reguł zgodności dla przedziałowych relacji preferencji

Relacje przedziałowe służą do modelowania preferencji, które są trudne do precyzyjnego określenia, niedokładne, niepewne, rozmyte itp. Modele relacji przedziałowych mogą być wykorzystywane w systemach wspomagania decyzji lub w systemach sztucznej inteligencji do modelowania preferencji rzeczywistych decydentów, które z natury rzeczy są trudne do jednoznacznego określenia. Ważnym problemem badawczym jest próba poprawnego zdefiniowania warunków zgodności (consistency conditions) dla takich relacji. Zgodność relacji przedziałowej oznacza, że nie zawiera ona błędów, niesprzeczności, może modelować preferencje „racjonalnego” decydenta.

W ostatnich dziesięciu latach pojawiło się wiele prac, w których zostały zdefiniowane różne reguły (metody określania) zgodności dla przedziałowych relacji preferencji. Nie zawsze jednak metody te posiadają własności, których moglibyśmy oczekiwać od „rozsądnych” metod.

W referacie porównuję różne metody definiowania zgodności dla relacji przedziałowych, definiuję formalnie ich własności i pokazuję, które z tych własności są spełnione przez poszczególne metody, a które nie.

Badanie własności reguł zgodności ma ważne znaczenie praktyczne, ponieważ pozwala na odróżnianie reguł, które mogą być przydatne w konkretnych zastosowaniach od tych, które mają bardziej teoretyczny charakter.

Literatura:

KREJČÍ J., On additive consistency of interval fuzzy preference relations, *Computers and Industrial Engineering* 107 (2017), 128-140.

ŚWITALSKI Z., General consistency conditions for fuzzy interval-valued preference relations, *Fuzzy Sets and Systems* 443A(2022), 137-159.

ŚWITALSKI Z., Relacje przedziałowe jako modele preferencji, W: *Modelowanie preferencji a ryzyko '19-'20* (2020), red. T. Trzaskalik, K. S. Targiel, Wydawnictwo UE Katowice, s. 77-93.

Grzegorz Tarczyński

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Planowanie i realizacja dostaw paliw na stacje benzynowe jako wielokryterialny problem podejmowania decyzji w warunkach ryzyka i niepewności

W referacie omówiony zostanie problem ustalania terminów oraz tras dostaw gazu LPG na stacje paliw. Zaprezentowany zostanie również oryginalny model programowania liniowego mający zastosowanie przy optymalizacji terminów i wielkości dostaw oraz wyznaczaniu tras w kilkudniowym horyzoncie planowania.

Michał Tomczyk

Miłosz Kadziński

Poznan University of Technology

Interactive co-evolutionary multiple objective optimization algorithms for finding consensus solutions for a group of Decision Makers

We introduce interactive co-evolutionary algorithms for identifying consensus solutions to multiple objective optimization problems. These methods implement the preference learning techniques for indirectly understanding the Decision Makers' (DMs') aspirations during optimization. The DMs' learned aspirations are modeled with scalar optimization goals that set guidelines for the evolution and discovery of consensus. The novelty of our proposals lies in co-evolving two populations: primary and supportive. The former's role is to discover solutions relevant to the committee. The latter approximates the entire Pareto front, revealing a variety of trade-offs between objectives. By enriching the variety of evolved solutions, the method improves the potential of conducting more informative interactions with the DMs, consequently preventing the evolution from stagnation. Furthermore, the algorithm may dynamically remove no longer worthwhile goals from the supportive population in favor of increasing primary population size. In this way, it improves the evolutionary pace towards the best consensus. We confirm the

importance of co-evolution and dynamic resource allocation in a series of extensive experiments. Also, we compare our proposals with the state-of-the-art methods on the WFG benchmarks, proving their competitiveness. Finally, we demonstrate their practical usability by applying them to a real-world problem of designing an environmentally friendly supply chain.

Tomasz Wachowicz

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

Ewa Roszkowska

Marzena Filipowicz-Chomko

Politechnika Białostocka

Wykorzystanie metod unfolding oraz MARS do generowania systemu oceny ofert negocjacyjnych bazującego na grupowej informacji preferencyjnej

W pracy przedstawiony zostanie algorytm wsparcia negocjatora w procesie prenegocjacyjnego przygotowania dotyczącego budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych. W algorytmie przyjęto założenie, iż negocjator decyduje się na pozyskanie od ekspertów rekomendacji dotyczących istotności poszczególnych elementów szablonu negocjacyjnego definiującego problem negocjacyjny. Rekomendacje te przedstawiane są negocjatorowi w postaci holistycznych ocen przykładowych ofert negocjacyjnych definiujących ich porządek. Zbiór ofert referencyjnych, wobec których eksperci wyrażają swoje preferencje, budowany jest zgodnie z regułami obowiązującymi w metodzie wspomaganie decyzji wielokryterialnych MARS, tj. wykorzystując rozwiązanie idealne i rozwiązania mu bliskie. Bazując na indywidualnych rekomendacjach ekspertów, metoda unfolding pozwala na zbudowanie rekomendacji grupowej oraz wyznaczenie pozycji ofert referencyjnych w ustalonej przestrzeni dwuwymiarowej. Pozycje ofert wyznaczone z metody unfolding wykorzystywane są do konstrukcji skali oceny kardynalnej ofert negocjacyjnych zgodnie z rekomendacjami MARS, a następnie dekomponowane na oceny poszczególnych elementów szablonu negocjacyjnego (istotności kwestii negocjacyjnych i ocen opcji). Użyteczność opracowanego hybrydowego algorytmu opartego na metodach unfolding i MARS została zweryfikowana z wykorzystaniem danych pochodzących z eksperymentu prenegocjacyjnego opartego na przykładzie negocjacyjnym systemu INSPIRE.

Słowa kluczowe: Analiza preferencji, systemy oceny ofert negocjacyjnych, grupowa informacja preferencyjna, metoda unfolding, MARS, wspomaganie negocjacji

Niniejszy projekt został finansowany z projektów naukowych Politechniki Białostockiej (WZ/WI-IIT/2/2022) oraz Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.

Tomasz Witkowski

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

Optymalizacja szeregu decyzji poprzez trening sieci neuronowej w oparciu o wszystkie możliwe sekwencje decyzji jednocześnie

W badaniu wprowadzono schemat treningu sieci neuronowej, który pozwala na wydajne uczenie się podejmowania decyzji w szeregu. Algorytm może być wykorzystany na dowolnie długim szeregu, aby model minimalizował zadaną funkcję ciągłą po zakończeniu sekwencji decyzji. W ramach metody stosuje się algorytm wyznaczający, jaki szereg decyzji zostałyby podjęty w przeszłości. Opiera się na lokalnej predykcji decyzji dla wszystkich możliwych akcji dla każdej obserwacji szeregu. Wydajne obliczanie podjętych decyzji w całej historii zastosowano, aby minimalizować zadany koszt w ramach uczenia end-to-end. Metoda przy spełnieniu odpowiednich kryteriów może zostać zastosowana do trenowania dowolnego modelu sieci neuronowej na szerokim spektrum problemów. Można również wykorzystywać dowolne dane wejściowe do modelu. Wdrożenie metody w optymalizacji szeregu decyzji na rzeczywistych danych zaprezentowano w artykule.

Małgorzata Wrzosek

Daniel Kaszyński

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

Skuteczność i interpretowalność w ocenie ryzyka wystąpienia zdarzeń rzadkich – podejście PLTR (Penalised Logistic Tree Regression)

W obszarze ryzyka kredytowego od kilku już lat toczy się dyskusja na temat możliwości stosowania metod uczenia maszynowego. Za ich wykorzystaniem przemawia wysoka skuteczność, jednak na ogół nie spełniają one wymogu interpretowalności nakładanego na modele oceny ryzyka przez organy nadzoru finansowego. Potrzeba interpretowalności modeli ML jest ważna także w innych obszarach wspomagania decyzji i stała się przyczynkiem do rozwoju metod oceny udziału poszczególnych zmiennych w generowaniu decyzji takich, jak np. wskaźniki Shapleya. Inną propozycją rozwiązania problemu interpretowalności przy zachowaniu wysokiej skuteczności stosowanych modeli stanowi metoda PLTR (Penalised Logistic Tree Regression), której celem jest połączenie wykorzystania możliwości drzew regresyjnych, jak np. wychwytywanie nieliniowych zależności, z przejrzystą interpretacją regresji logistycznej. Prezentowane badanie miało na celu weryfikację możliwości wykorzystania i skuteczność metody PLTR w przypadku oceny ryzyka wystąpienia zdarzeń rzadkich.

**Multi-criteria decision support framework applied to weighting
the ecosystem management strategies under uncertainty**

Thriving and cultural ecosystems play a key role in maintaining and improving public well-being and quality of life. The public demand for healthy ecosystem services has grown steadily and strongly over the past decades, up to extreme demand acceleration during recent COVID-19 years. However, how to assess an ecosystem and value its benefits is still an open question for managers and policy makers. Thus, ecosystem management under changing economic, social, and environmental conditions needs new tools to insight and forecast the outcomes of anticipated management strategies. In our presentation we face a multicriteria decision problem subjected to natural capacities and threats, and to uncertainty and subjectivity of several decision-makers (stakeholders) covering interests of different groups.

A broad range of methods has been proposed to solve this problem, most usually a group fuzzy AHP. Here we propose a different approach in which we identify and weight stakeholders, management alternatives and criteria for their importance in an interactive fuzzy process, supported by Dempster-Schafer evidence theory, that enables managing uncertain and missing information, while measuring the quality of defuzzification by Hamming distance.

A numerical example will be given to illustrate the methodological approach.

Keywords: environment, management, group DM, uncertainty, fuzzy approach, Dempster-Schafer theory, Hamming distance

Key references:

ZADNIK STIRN, Lidija. *Integrating the fuzzy analytic hierarchy process with dynamic programming approach for determining the optimal forest management decisions*. Journal of Ecological Modelling, 2006. Vol. 194, no. 1/3, 296-305, ISSN 0304-800, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.10.023>

PEZDEVŠEK MALOVRH, Špela, KURTTILA, Mikko, KÄRKKÄINEN, Leena, LEBAN, Vasja, LINDSTAD, Berit Hauger, PETERS, Dörte Marie, RHODIUSA, Regina, SOLBERG, Birger, WIRTH, Kristina, ZADNIK STIRN, Lidija. *Decision support framework for evaluating the operational environment of forest bioenergy production and use: case of four European countries*. Journal of environmental management, 2016, vol. 180, 68-81, ISSN 0301-4797. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.021>, DOI:10.1016/j.jenvman.2016.05.021

LEBAN, Vasja, PEZDEVŠEK MALOVRH, Špela, ZADNIK STIRN, Lidija. *Forest biomass for energy in multi-functional forest management: insight into the perceptions of forest-related professionals*. Forest Policy and Economics: a companion journal to Forest Ecology and Management, 2016, vol. 71, 87-93. ISSN 1389-93 <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2015.07.005>, DOI:10.1016/j.forpol.2015.07.005.

HODGES, Donald G., ZADNIK STIRN, Lidija. *Integrating ecosystem service concepts into valuation and management decisions*. Forest Policy and Economics: a companion

journal to Forest Ecology and Management, 2016, vol. 71, 61-62. ISSN 1389-934
<http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2016.05.007>, DOI:10.1016/j.forpol.2016.05.007

ŠKODA, Michal, FLEGL, Martin, LOZANO, Carmen. Fuzzy approach for group decision making in crisis situations. *Business: Theory and Practice*, 2021, vol. 22,180-189. ISSN 1648-0627 <https://doi.org/10.3946/btp.2021.12148>

FRIKHA, Hella Moalla, FRIKHA, Ahmed, A PROMETHEE II-Belief approach for multi-criteria decision-making problems with incomplete information. *Multicriteria Decision Making*, 2021, (16), 60-88.

Shervin Zakeri

Dimitri Konstantas

University of Geneva

Different types of uncertainty in solving MCDM problems and their possible solutions

The presentation concentrates on the different types of uncertainty in solving multi-criteria decision-making (MCDM) problems and discusses the solutions that have been employed so far. The presentation is divided into three main sections. In the first section, we introduce different types of uncertainty and their impact on solving MCDM problems. The second section displays the possible solutions brought in the literature and their mechanism for dealing with uncertainty. Finally, in the third section, we suggest future directions for dealing with uncertainty.