

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-14-0013****Pokročilé metódy modelovania neurčitosti pre rozhodovacie problémy a ich aplikácie**Zodpovedný riešiteľ **prof. RNDr. Radko Mesiar, DrSc.**Príjemca **Slovenská technická univerzita v Bratislave - Stavebná fakulta**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. University of Navarra, Pamplona
2. CUC Beijing, Čína
3. JKU Linz, Rakúsko
4. University Catania, Taliansko
5. Babol University, Irán
6. Kerman University, Irán
7. University Nanjing, Čína
8. Iona College, USA
9. UIB Palma de Mallorca, Španielsko
10. University Gent, Belgicko
11. Palackého Univerzita Olomouc, Česká Republika

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Projekt mal charakter základného výskumu.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

E.P.Klement, R.Mesiar: On the expected value of fuzzy events. Int. J. Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems 23, Suppl. 1 (2015) 57-74, CC, WOS, SCOPUS, pozvaný príspevok

Halaš R., Mesiar R., Pócs J. : A new characterization of the discrete Sugeno integral . Information Fusion 29 (2016), pp. 84-86, CC, SCOPUS, WOS

Kouchakinejad, F., Šipošová, A., Širáň, J.: Aggregation functions with given super-additive and sub-additive transformations. International Journal of General Systems 46 (2017) 225--234, CC, WOS, SCOPUS

Das, S., Guha, D., Mesiar, R: Extended Bonferroni Mean Under Intuitionistic Fuzzy

Environment Based on a Strict t-Conorm. IEEE Transactions on Systems Man Cybernetics-Systems 47 (2017) 2083-2099, CC, WOS, SCOPUS

Chen, Tao, Mesiar, R., Li, Jun, Stupňanová, A.: Possibility and necessity measures and integral equivalence. International Journal of Approximate Reasoning 86 (2017) 62-72, CC, WOS, SCOPUS

Komorník, J., Komorníková, M., Kalická, J.: Dependence measures for perturbations of copulas. Fuzzy Sets and Systems 324 (2017) 100-116, CC, WOS, SCOPUS

Šipošová, A., Šipeky, L., Rindone, F., Greco, S., Mesiar, R.: Super- and subadditive constructions of aggregation functions. Information Fusion 34 (2017) 49-54, CC, WOS, SCOPUS

Komorník, J., Komorníková, M., Bacigál, T., Nguyen, C. : Multidimensional copula models for parallel development of the US bond market indices. Tatra Mountains Mathematical Publications 69(1) (2017), pp. 61-73, DOI: 10.1515/tmmp-2017-0000, WOS

Decký, Marián - Mesiar, Radko - Stupňanová, Andrea. Deviation-based aggregation functions. In Fuzzy Sets and Systems. Vol. 332, (2018), s. 29-36. ISSN 0165-0114.

Asiain, Maria José - Bustince, Humberto - Mesiar, Radko - Kolesárová, Anna - Takáč, Zdenko. Negations With Respect to Admissible Orders in the Interval-Valued Fuzzy Set Theory. In IEEE Transactions on fuzzy systems. Vol. 26, no. 2 (2018), s. 556-568. ISSN 1063-6706.

Bustince, Humberto - Barrenechea, Edurne - Sesma-Sara, Mikel - Lafuente, Julio - Dimuro, Gracaliz Pereira - Mesiar, Radko - Kolesárová, Anna. Ordered Directionally Monotone Functions: Justification and Application. In IEEE Transactions on fuzzy systems. Vol. 26, no. 4 (2018), s. 2237-2250. ISSN 1063-6706.

Kolesárová, Anna - Li, Jun - Mesiar, Radko. k-additive aggregation functions and their characterization. In European Journal of Operational Research. Vol. 265, iss. 3 (2018), s. 985-992. ISSN 0377-2217.

Lucca, Giancarlo - Sanz, José Antonio - Dimuro, Gracaliz Pereira - Bedregal, Benjamín René Callejas - Bustince, Humberto - Mesiar, Radko. C-F-integrals: A new family of pre-aggregation functions with application to fuzzy rule-based classification systems. In Information Sciences. Vol. 435, (2018), s. 94-110. ISSN 0020-0255.

Mesiar, Radko - Kolesárová, Anna - Stupňanová, Andrea. Quo vadis aggregation? In International Journal of General Systems. Vol. 47, no. 2 (2018), s. 97-117. ISSN 0308-1079

Mesiar, Radko - Kolesárová, Anna. k-maxitive aggregation functions. In Fuzzy Sets and Systems. Vol. 346, (2018), s. 127-137. ISSN 0165-0114.

Mesiar, Radko, Kolesárová, Anna, Stupňanová, Andrea: Quo vadis aggregation? In International Journal of General Systems. Vol. 47, no. 2 (2018), s. 97-117. ISSN 0308-1079, CC, WOS, SCOPUS, pozvaný príspevok

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky dosiahnuté počas riešenia projektu budú uplatnené v základoch teórie neurčitosti, keď značne prispeli k ich rozšíreniu. Najmä originálne návrhy nových konštrukčných metód pre kopule, nových typov monotónnosti, resp. nových zovšeobecnení aditivity a maxitivity majú veľký potenciál pri rôznych aplikáciách, ako sú spracovanie a modelovanie viacrozmerných dát, spracovanie obrazu a jeho aplikácie napr. v medicíne, resp. v multikriterálnom rozhodovaní.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Všetky plánované ciele boli splnené a vo viacerých prípadoch výrazne prekročené, pričom dosiahnuté výsledky boli publikované v doteraz vyjdených 78 vedeckých článkoch v impaktovaných časopisoch, ktoré sú zväčša v Q1. Popri pozvaných príspevkoch venovaných prehľadu stredných hodnôt fuzzy množín, resp. súčasnému stavu a náčrtu smerovania teórie agregácie, za najvýznamnejšie výsledky riešenia projektu v rámci cieľa 1 považujeme návrh konštrukcií kopúl založených na ultramodularite, čím nielen zovšeobecňujeme známe výsledky založené na klasickom súčine, ale aj prinášame originálny prístup ku konštrukcii kopúl. V rámci cieľa 2 sme navrhli koncept miernych odchýlkových funkcií pre porovnávanie alternatív, resp. konštrukciu agregáčnych funkcií. Významnými sú aj návrhy a preskúmanie sub- a superaditívnych transformácií agregáčnych funkcií, resp. návrhy nových typov monotónnosti s aplikáciami napr. pri spracovaní obrazu, vid' cieľ 8. Za prelomový výsledok v rámci cieľa 3 považujeme charakterizáciu Sugenovych integrálov, kde sme ukázali, že jediné agregáčne funkcie na ohraničených zväzoch, ktoré zachovávajú kongruencie, sú práve Sugenove integrály. Ciele 4, 5 a 6 boli venované mieram a integrálom a boli naplnené napr. integrálnou charakterizáciou mier možnosti a nutnosti, resp. viacerými výsledkami týkajúcimi sa zhodnosti vybraných dekompozičných integrálov a aplikácií kopúl pri tvorbe integrálov. Za jeden z najvýznamnejších výstupov projektu v rámci cieľa 2 vzhľadom na aplikácie pri modelovaní viacrozmerných štatistických dát považujeme výrazné rozšírenie fitovacieho softvéru "acopula", ktorý bol aplikovaný pri viacerých výstupoch v rámci cieľa 7.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

All planned goals of the project were completed and in most cases significantly exceeded. Our results were till now published in 78 papers in impacted journals which are, in majority, in Q1. Beside two invited papers devoted to the expected values of fuzzy sets overview and state-of-art overview of aggregation theory, including its streamings, as most important results in the frame of goal 1 we consider our proposals of constructing copulas by means of the ultramodularity property. Here the older results based on the standard product are generalized, and some original approaches are proposed. In the scope of goal 2, we have proposed a concept of moderate deviation functions important for comparison of alternatives and for constructing aggregation functions. Also our proposals of sub- and superadditive transformations of aggregation functions, as well as of new types of monotonicity (with applications in the image processing, see goal 8) should be distinguished. As a breaking result within the goal 3 we consider a general characterization of aggregation functions on bounded lattices preserving congruences, leading to a new look on Sugeno integrals. Goals 4,5 and 6 were devoted to measures and integrals and they were fulfilled by integral characterization of possibility and necessity measures, by several results concerning the coincidences of special decomposition integrals, or applications of copulas in new types of integrals proposals, among others. One of the most important outcomes of the project is a significant extension of the fitting software "acopula" which was applied in several results in the frame of goal 7 when modelling multidimensional statistical data from finance and hydrology.