

XXXVI. MAGYAR OPERÁCIÓKUTATÁSI KONFERENCIA

Program és előadáskivonatok

Előszó

A XXXVI. Magyar Operációkutatási Konferenciát idén a Magyar Operációkutatási Társaság szervezi, a Bolyai János Matematikai Társulat Alkalmazott Matematikai Osztályával és a Gazdaságmodellezési Társasággal közösen. A konferenciára 2025. június 4-6 között a Szegedi Akadémiai Bizottság székházában kerül sor.

A konferencián közel száz résztvevő lesz és több mint 70, az operációkutatás számos témakörét érintő előadás bemutatására kerül sor. A szokásokhoz híven a konferencián adja át a Gazdaságmodellezési Társaság a Krekó Béla díjat, a Magyar Operációkutatási Társaság az Egerváry Jenő emléklapoktetet és a Balas Egon-díjat, valamint mostantól a Rapcsák Tamás-díj is a konferencián kerül átadásra. Ennyi díjhoz már illik egy díjátadó szekció is, amit a konferenciavacsora előttre szerveztünk. Idén díjazottjaink szemi-plenáris előadásokat is tartanak.

A konferencián három plenáris előadás lesz. Plenáris előadóink Lehmann Kristóf, Boros Endre és Bérczi Kristóf. A konferencián végig három párhuzamos szekció lesz, amelyek egyenként 3 illetve 4 előadásból állnak. Az előadások 25 percesek lesznek kérdésekkel együtt. A korábbi MOK konferenciákhoz hasonlóan, most is szeretnénk lehetővé tenni a konferencián elhangzó előadások folyóiratok különszámaiban történő megjelentetését. Erre a Central European Journal of Operations Research, az Alkalmazott Matematikai Lapok és a Sigma folyóiratokban lesz lehetőség. A MOT vezetősége, a konferencia Szervező és Programbizottságaival közösen úgy döntött, hogy az éves, rendes közgyűlést a konferencia ideje alatt tartja meg. Ennek következtében a szerda délutáni program a MOT közgyűlése köré épül. Közgyűlésünkre szeretettel várjuk a nem MOT tag érdeklődőket is, sőt a helyszínen is lehetőség lesz a Magyar Operációkutatási Társaság tagjává válni, a belépési szándék nyilatkozat kitöltésével és a MOT elnökség támogatásával.

Szeged, 2025. június 4.

Pintér Miklós
Program Bizottság elnöke

G.-Tóth Boglárka
Szervező Bizottság és a MOT elnöke

Program Bizottság:

Pintér Miklós	Budapesti Corvinus Egyetem és HUN-REN-BME-BCE Kvantumtechnológia Kutatócsoport <i>a programbizottság elnöke</i>
Bánhelyi Balázs	Szegedi Tudományegyetem
Bérczi-Kovács Erika	Eötvös Lóránd Tudományegyetem
Bertók Botond	Pannon Egyetem, Széchenyi István Egyetem
Biró Péter	Budapesti Corvinus Egyetem
Csendes Tibor	Szegedi Tudományegyetem
Darvai Zsolt	Babeş–Bolyai Tudományegyetem
E.-Nagy Marianna	Budapesti Corvinus Egyetem
Fábián Csaba	Neumann János Egyetem
Farkas Csaba	Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
G.-Tóth Boglárka	Szegedi Tudományegyetem
Hauck Zsuzsanna	Pécsi Tudományegyetem
Illés Tibor	Budapesti Corvinus Egyetem
Jordán Tibor	Eötvös Lóránd Tudományegyetem
Kis Tamás	HUN-REN Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet
Kosztyán Zsolt Tibor	Pannon Egyetem
Krész Miklós	Szegedi Tudományegyetem
Marian Reiff	Operációkutatási Társaság, Szlovákia
Süle Zoltán	Pannon Egyetem
Sziklai Balázs	Budapesti Corvinus Egyetem
Tea Šestanović	Operációkutatási Társaság, Horvátország

Szervező Bizottság:

G.-Tóth Boglárka	Szegedi Tudományegyetem <i>a szervező bizottság elnöke</i>
Balogh János	Szegedi Tudományegyetem
Bánhelyi Balázs	Szegedi Tudományegyetem
Békési József	Szegedi Tudományegyetem
Büki Nóra	Szegedi Tudományegyetem
Csendes Tibor	Szegedi Tudományegyetem
Csókás Eszter	Szegedi Tudományegyetem
Gencsi Mihály	Szegedi Tudományegyetem
Homolya Viktor	Szegedi Tudományegyetem
London András	Szegedi Tudományegyetem
Szász Attila	Szegedi Tudományegyetem

PROGRAM

Június 4. szerda

11:30–12:30 Ebéd

12:45–13:00 Megnyitó

13:00–14:15 A szekció

Darvay Zsolt: Belső pontos algoritmusokra vonatkozó keretrendszer lineáris komplementaritási feladatok megoldására 13

Eisenberg-Nagy Marianna: Monoton lineáris komplementaritási feladatok megoldása új keresési irányon alapuló belső pontos algoritmussal 14

Galántai Aurél: A Nelder-Mead szimplex módszer konvergenciája 15

13:00–14:15 B szekció

Vaskövi Ágnes: A pénzügyi inklúzió fejlődése a Visegrádi országokban: A Global Findex adatok 2017–2021 közötti összehasonlító klaszterelemzése 16

Hegedűs Benedek Bence, Sallai Borbála: Vasbetonszerkezetek relatív hatékonyságvizsgálata 18

Csápai Ádám: Evaluating Machine Learning and Traditional Models for Precision in a Data-Driven Environment 20

13:00–14:15 C szekció

Szabó Péter Gábor: A négyzet triszekció problémájának általánosítása 21

Borgulya István: Evolúciós algoritmus a 2D változó méretű ládapakolási problémára guillotine feltétellel 22

Bozóki Sándor: Polinomiális egyenlőtlenségrendszerek alkalmazása diszkrét geometriai problémák megoldásában 23

14:15–14:45 Kávészünet

14:45–15:15 Szemi-Plenáris előadás

Sziklai R. Balázs: Egy ember, egy szavazat, egy ár 24

15:15–16:15 Plenáris előadás

Lehmann Kristóf: Az USA új gazdaságstratégiája az MNB szemszögéből 25

16:15–16:30 Rövid szünet**16:30–17:45 A szekció**

Orosz Ákos: Páciens ütemezési probléma megoldása időkorlátos P-gráf és heurisztikák alkalmazásával 26

Kis Tamás: Erőforrás kiegyensúlyozási problémák 27

Galambos Gábor: Egyenlő hosszúságú munkákkal rendelkező páros munka ütemezési feladatra vonatkozó közelítő algoritmus elemzése 28

16:30–17:45 B szekció

Zsíros Ádám János: A látens fogyasztás szerepe a hazai villamosenergia-fogyasztásban 29

Éles András: Simulation tool for the decision support in scheduling multiproduct pipeline networks 30

Marian Reiff: Innovative Optimization Applications for Sustainable Agriculture 31

16:30–17:45 C szekció

Horváth Bálint: Többségi szavazás és empirikus Bernstein korlát nemparaméteres konfidenciasávok javítására 32

Kovács Edith: Optimális Általánosított Naiv Bayes struktúra meghatározása 34

Burai Pál: Információterjedés egy lehetséges modellje hálózatokon 36

17:45–18:00 Rövid szünet**18:00–19:00 A MOT éves közgyűlése****19:30– Állófogadás**

Június 05. csütörtök

09:00–09:30 Szemi-Plenáris előadás

Rigó Petra Renáta: Belsőpontos algoritmusok keresési irányai 37

09:30–10:30 Plenáris előadás

Boros Endre: Boole problémája az unió valószínűségéről és a pseudo-Boole függvények szerepe ebben 38

10:30–11:00 Kávészünet

11:00–12:40 A szekció

Markót Mihály Csaba: Optimális pontpakolások a gömbön - számítógéppel támogatott bizonyítások a Tammes problémák megoldására 39

Gencsi Mihály: Az intervallumos optimalitási feltételek hatékony alkalmazása 41

Dobrovoczi Péter: Szakaszonként lineáris függvényközelítés garantáltan alacsony hibával 42

G.-Tóth Boglárka: Globális optimalizálás politóp-alapú korlátozás és szétválasztás módszerrel 43

11:00–12:40 B szekció

Wibowo Astrid: Optimal Mothership-Drones Routes for Multi-Target Operations 44

Kebelei Csaba: Tervezési stratégiák a periodikus hulladékgyűjtés preferált napok szerinti optimalizálásához 45

Dávid Balázs: Több szintes jármű-útvonaltervezési probléma fahulladék gyűjtésére és újrafeldolgozására 46

Gyetzai Márton: Swaptimiser: alkalmazás repülőgépek áthelyezésére 48

11:00–12:40 C szekció

Sipos László: A nem teljeskörű kiegyenlített blokk elrendezések (balanced incomplete block designs, BIBDs) módszertani kérdései és fejlesztési lehetőségei fogyasztói vizsgálatokban 49

<i>Benedek Márton</i> : Kiegyensúlyozott megoldások nagy méretű nemzetközi vesecseré programokban korlátlan körök esetén	50
<i>Kerek Napsugár</i> : Minőségi indexek szerepe a vesecseré algoritmus javításában	51
<i>Biró Péter</i> : Ex-post stabilitás kétoldali piacokon: komplexitás és karakterizáció	53

12:40–14:00 Ebédszünet

14:00–15:40 A szekció

<i>Gerencsér Balázs</i> : Egyszerű konvergenciárata becslés push-sum algoritmusokra tranzitív gráfokon	54
<i>Vincze Nándor</i> : Optimális parkolási manőverek és paramétereik becslése neurális hálókkal	55
<i>Papp Zoltán</i> : Hibrid Hu-Storey típusú módszerek alkalmazása a tömörített érzékelésben	56
<i>Michaletzky György</i> : Sztochasztikus Rendszerek Identifikációja Multiszinuszos Gerjesztéssel	57

14:00–15:40 B szekció

<i>Kegyes Tamás</i> : Further improvements of Q-compression method	59
<i>Hegedűs Csaba</i> : Hulladék gazdálkodási rendszer hálózati optimalizálása	60
<i>Csókás Eszter</i> : Szubmoduláris függvény maximalizálásáról	61
<i>Krész Miklós</i> : Többállapotú befolyás terjedés hálózatokban	62

14:00–15:40 C szekció

<i>Tóth-Merényi Anna</i> : Adatok konzisztencia fogalmának vizsgálata két- és többopciós Thurstone-motivált modellek esetén	63
<i>Ábele-Nagy Kristóf</i> : Páros összehasonlítás mátrixok Pareto-hatékony súlyvektorai halmazának típusai	65
<i>Szádóczi Zsombor</i> : Páros összehasonlítás mátrixok optimális numerikus skálái és kitöltési mintázatai	66

Ágoston Kolos: Hiányzó elemek helyének hatása páros összehasonlítási mátrixok (in)konzisztencia szintjére

67

15:40–16:10 Kávészünet

16:10–17:25 A szekció

Deák Bence: Négyzetes algoritmus a maximális súlyú (k, l) -ritka részgráf problémára

68

Szabó Dániel: Approximating Submodular Matroid-Constrained Partitioning

69

Madarasi Péter: Egalitárius aciklikus irányítások

70

16:10–17:25 B szekció

Rajkó Róbert: Az S/MCR alkalmazásokkal kapcsolatban a normalizálás problematikus alkalmazásáról

71

Szász Attila: Neurális hálózatok paraméterrobosztussága

72

Csendes Tibor: Intervallum alapú korlátok mesterséges neuronhálók verifikálásához

73

16:10–17:25 C szekció

Balog Imre: Diszkontált Markov döntési folyamatok

74

Pintér Miklós: Strong consistency of beliefs

75

Tasnádi Attila: Hegedűviroózok: Előadásuk elhalványul az idő múlásával?

76

17:30–18:30 Díjátadó szekció

19:30– Gálavacsora

Június 06. péntek

09:00–09:30 Szemi-Plenáris előadás

Csóka Péter: A pénzügyi többlethozam szétosztása a Harsányi módszerrel 77

09:30–10:30 Plenáris előadás

Bérczi Kristóf: Matroidok szorzata és szubmoduláris coupling 78

10:30–11:00 Kávészünet

11:00–12:15 A szekció

Naszvadi Péter: Extremális kódelméleti problémák lineáris és kvadratikus modellezése 79

Czégel András: Bináris lineáris programok megoldása kvantummos hibrid feltételgenerálással 80

Koniorczyk Máttyás: QUBO és quantum annealing: alkalmazások és perspektívák 81

11:00–12:15 B szekció

Koszttyán Zsolt Tibor: Hálózatalapú strukturális egyenlet-modellek 82

Strang Orsolya: Környezeti hatások elemzése baromfi antibiotikum-rezisztenciájára gráf-alapú gépi tanulási modelleken keresztül 83

Bánhidi Zoltán: Az EU tagállamainak rangsorolása a mesterséges intelligencia iparági alkalmazása alapján 85

11:00–12:15 C szekció

Dornai Zsófia: TU-játékok hasznosság függvényekkel: duálisan u-lényeges koalíciók és az u-prenukleolusz egyéb karakterizációs halmazai 86

David Bartl: Farkas' Lemma and Linear Programming in the Infinite Case 87

Solymosi Tamás: Elosztások hierarchikus kooperatív helyzetekben 88

12:15–13:30 Ebédszünet

13:30–14:45 A szekció

Borsik Nóra Anna: Irányított gráfok fokszámkorlátos csúcssorbarendezései 89

Takács Tamás: Alternáló előjelű és prefix korlátos mátrixok 90

Bérczi-Kovács Erika: Hibavédő útvonalkeresési feladatok kommunikációs hálózatokban 92

13:30–14:45 B szekció

Bessenyei István: A kutatástámogatás hatása a kutatói teljesítményre 93

Katona Attila Imre: NBTM: Network-based topic modeling algorithm using Word2Vec embedding and generalized network-based dimensionality analysis 94

Vörös József: Az Euro Stoxx 50 és a BUX 5 portfóliók hatékony felületeinek analitikus formái 95

13:30–14:45 C szekció

Pfeiffer Dániel: Hatékony mohó algoritmusok cseresznyefa eloszlások építésére 96

Csizmás Edit: Coordinate-descent módszer adaptálása valószínűség maximalizálási feladatokhoz 98

Drenyovszki Rajmund: Valószínűség-maximalizálási eljárás a fogyasztási oldal ütemezésére 99

14:45–15:00 Záróünnepség

ELŐADÁSKIVONATOK

Belsőpontos algoritmusokra vonatkozó keretrendszer lineáris komplementaritási feladatok megoldására

Darvay Zsolt, E.-Nagy Marianna, Goran Lesaja, Rigó Petra Renáta, Varga Anita

zsolt.darvay@ubbcluj.ro

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Corvinus Operációkutatási Kutatóközpont, Budapesti Corvinus Egyetem, Georgia Southern Egyetem, Statesboro, Corvinus Operációkutatási Kutatóközpont, Budapesti Corvinus Egyetem, North Carolina State Egyetem, Raleigh

A lineáris komplementaritási feladatok megoldására számos olyan belsőpontos algoritmust fejlesztettek ki, amely a centrális utat követi. Ennek érdekében különböző keresési irányokat határozhatunk meg. Az egyik legismertebb módszer a keresési irányok meghatározására különböző magfüggvények bevezetésére alapszik. Az egyes magfüggvények esetén külön publikációk születtek az algoritmusok bonyolultságának meghatározása érdekében. Az egységesítési törekvés eddigi egyik legérdekesebb eredménye egy 8 lépésből álló séma a magfüggvények egy osztályára, amely minden egyes magfüggvény esetén további számolások mellett lehetőséget teremt a komplexitás meghatározására. Az általunk megadott keretrendszer előnye éppen abban rejlik, hogy egységes és átfogó komplexitáselemzést biztosítunk a bevezetett új osztály elemeire. Ezt az osztályt a standard magfüggvények osztályának neveztük el. Igazoljuk, hogy minden egyes standard magfüggvényhez tartozó hosszú, illetve rövid lépéses belsőpontos algoritmus esetén az általunk biztosított eljárással megkapjuk a szakirodalomban elérhető legjobb iterációs határokat anélkül, hogy további számolásokra volna szükség.

Monoton lineáris komplementaritási feladatok megoldása új keresési irányon alapuló belsőpontos algoritmussal

E.-Nagy Marianna, Illés Tibor, Yurii Nesterov, Rigó Petra Renáta

marianna.eisenberg-nagy@uni-corvinus.hu

Budapesti Corvinus Egyetem

Az előadásban két friss eredményünk ötvöztetésével kapott új belsőpontos algoritmust mutatunk be monoton lineáris komplementaritási feladat megoldására. Az eljárás a parabolikus célterű belsőpontos algoritmuson alapszik, mely esetén a klasszikus belsőpontos algoritmushoz képest egy kiterjesztett térben egy újfajta centrális utat követünk. Kétfajta keresési irányt vizsgálunk meg, melyeket nemrég a lineáris programozási feladatra vezettek be, egyik az általános érintőirány, míg a másik egy önkorrekciós változat. Az előadás végén numerikus eredményekkel támasztjuk alá az eljárás hasznosságát.

A Nelder-Mead szimplex módszer konvergenciája

Galántai Aurél

galantai.aurel@nik.uni-obuda.hu

Óbudai Egyetem

A Nelder-Mead szimplex módszert 1965-ben publikálták. Az előadásban a módszer konvergenciájára vonatkozó legújabb eredményeket és nyitott kérdéseket mutatok be.

A pénzügyi inklúzió fejlődése a Visegrádi országokban: A Global Findex adatok 2017–2021 közötti összehasonlító klaszterelemzése

Vaskövi Ágnes, Garamszegi Anna

agnes.vaskovi@uni-corvinus.hu

Budapesti Corvinus Egyetem

A pénzügyi inklúzió alapvető szerepet játszik a fenntartható gazdasági fejlődésben, hiszen lehetővé teszi a hátrányos helyzetű csoportok számára, hogy hozzáférjenek a pénzügyi szolgáltatásokhoz, ezáltal javítva életminőségüket és ösztönözve a gazdasági aktivitást. A kutatás célja a pénzügyi inklúzió fejlődésének vizsgálata a Visegrádi országokban (Cseh Köztársaság, Magyarország, Lengyelország és Szlovákia) a Világbank Global Findex adatbázis 2017-es és 2021-es adatai alapján. Helyzetfeltáró tanulmányunkban hierarchikus klaszterelemzést alkalmaztunk a banki szolgáltatások, mint például bankkártya-birtoklás, megtakarítások, hitelfelvétel és digitális szolgáltatások (online tranzakciók és pénzáttutalások) használata alapján a pénzügyi inklúzió különböző szintjeinek azonosítására. A kutatás eredményei azt mutatják, hogy 2017 és 2021 között jelentős előrelépés történt a pénzügyi inklúzió terén. 2017-ben még voltak olyan klaszterek, ahol a válaszadók többsége csak az alapvető banki szolgáltatásokat használta, de a digitális pénzügyi eszközök, például az online tranzakciók és pénzáttutalások használata alacsony volt. 2021-re a bankkártyák használata szinte univerzálissá vált a vizsgált országok mintegy 1000 fős mintáiban, és a digitális tranzakciók száma is jelentősen megnövekedett. A klasztereket szocio-demográfiai tényezők, mint az életkor, jövedelem és foglalkoztatottság alapján is jellemeztük. A fiatalabb, gazdaságilag aktív csoportok használják inkább a digitális pénzügyi eszközöket, míg az idősebb, alacsonyabb jövedelmű csoportok a hagyományos banki szolgáltatásokat preferálják. A 2021-es adatok alapján a digitális pénzügyi szolgáltatások – különösen az online vásárlás és a pénzáttutalás – használata az összes országban növekedett, de Magyarország és Len-

gyelország esetében némi lemaradás figyelhető meg, mely az évek során nem csökkent Szlovákiához és Csehországhoz képest. Az eredmények azt is mutatják, hogy a bankkártya-birtoklás szinte minden országban elérte a 90%-ot 2021-re, míg a megtakarítások és a hitelfelvétel terén továbbra is jelentős eltérések figyelhetők meg. Csehország és Szlovákia az élen járnak a magasabb szintű pénzügyi szolgáltatások használatában, míg Magyarország és Lengyelország esetében a digitális pénzügyi szolgáltatások használata lassabb ütemben fejlődik. A kutatás rávilágít arra, hogy bár az alapvető pénzügyi szolgáltatások használata növekedett, a digitális pénzügyi szolgáltatások kapcsán még mindig jelentős eltéréseket mutatnak a vizsgált országok. A jövőbeli politikai intézkedéseknek különös figyelmet kell fordítaniuk a digitális pénzügyi szolgáltatásokhoz való hozzáférés javítására és a digitális írástudás növelésére.

Vasbetonszerkezetek relatív hatékonyságvizsgálata

Hegedűs Benedek Bence, Sallai Borbála

hegedusbb@gmail.com

Szilárdságtani és Tartószerkezeteti tanszék, Építészmérnöki kar, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Műegyetem rkp. 3., H-1111 Budapest, Matematika intézet, Természettudományi kar, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Műegyetem rkp. 3., H-1111 Budapest

Minden műszaki problémára, mint például egy épület tartószerkezetének megtervezésére számtalan jó megoldás lehetséges. A műszaki, tervezési feladatok nagyon összetettek, geometriai, anyagfelhasználási, technológiai kérdéseket egyaránt átölelnek. Minden megoldásnak lehetnek előnyei és hátrányai, közöttük a választás nagyon nehéz. Az építész és statikus tervező közös feladata annak eldöntése, hogy adott cél eléréséhez az erőforrásokból mekkora mennyiség felhasználása indokolt a jelenleg rendelkezésre álló és alkalmazható technológiák mellett. Az építőipari gyakorlatban jelenleg nincs olyan általánosan elfogadott mérőszám, amely valamennyi fontos szempont szerint értékelné, közelítőleg megmondaná akár a koncepcionális tervezés fázisában, akár a részletes tervek elkészülte után, hogy a választott megoldás mennyire hatékony más hasonló, már megépült példákhoz viszonyítva. A szerkezetek megfelelősége jelenleg csak a hatásokkal szembeni ellenállás és használhatósági szempontból értelmezhető egzakt módon, azonban ezek mellett a bekerülési költség és a környezeti terhelés sem lenne elhanyagolható! Dolgozatunkban a vasbetonra mint igen gyakori, ám relatív magas CO₂ kibocsátású építőanyagra koncentrálnak. Vasbeton gerenda- és födémszerkezeteknél szeretnénk megvizsgálni, hogy a jelenleg rendelkezésre álló vasbetonépítési technológiák alkalmazásakor mekkora költség elfogadható, mennyi és milyen minőségű felhasznált alapanyagra (beton, betonacél) van szükség egy adott feladat megoldásához, továbbá az adott technológiához és erőforrás-felhasználáshoz milyen teherbírású, környezeti lábnyomú vasbeton szerkezet tartozhat. Vasbetongerendák sokaságára számítjuk ki a teherbírásukat, bekerülési költségüket és környezeti terhelésüket, majd ezen különböző kialakítású gerendák relatív hatékonyságát vizsgáljuk

egyszerre több szempont szerint: melyik output szempontjából milyen az előnyös kialakítás, van-e olyan recept, ami minden szempontból a legkedvezőbb szerkesztéshez vezet? A vázolt probléma megoldására relatív hatékonyságvizsgálatot, vagy angol elnevezésének kezdőbetűi alapján DEA (Data Envelopment Analysis) módszert alkalmazunk. A relatív hatékonyságvizsgálat egzakt matematikai eszközökkel teszi lehetővé azonos technológiával készült szerkezetek összehasonlítását az eredmények (output), valamint az ahhoz felhasznált erőforrások (input) súlyozott aránya alapján. A módszer mára széleskörben elterjedt (bankszektorban, egészségügyben, oktatásban, mezőgazdaságban, energiaiparban). Legfőbb megválaszolandó kérdés: vajon alkalmazható-e a közgazdaságtanban bevált módszer tartószerkezeti problémák elemzésére is.

Evaluating Machine Learning and Traditional Models for Precision in a Data-Driven Environment

Csápai Ádám

adam.csapai@euba.sk

University of Economics in Bratislava

"This study evaluates the predictive accuracy of various machine learning techniques, with a focus on their effectiveness in forecasting inflation in Slovakia. Leveraging data sourced from the National Bank of Slovakia, we employ a structured approach to assess model performance. Initially, a data-driven benchmark model is established as a reference point. We then implement Ridge regression and Bagging as alternative forecasting methods. The dataset is partitioned into training and testing subsets to facilitate model evaluation, where we generate point forecasts and compare the mean squared error (MSE) of each approach. Our findings indicate that, when applied to sufficiently large datasets, these machine learning methods significantly enhance forecast precision, underscoring their potential for improving economic predictions. The financial support was provided by the Scientific grant agency (VEGA) of the Slovak Ministry of Education, Research, Development and Youth under the ""VEGA No. 1/0047/23 The importance of spatial spillover effects in the context of the EU's greener and carbon-free Europe priority."" project."

A négyzet triszekció problémájának általánosítása

Szabó Péter Gábor

pszabo@inf.u-szeged.hu

SZTE TTIK Informatikai Intézet Számítógépes Optimalizálás Tanszék

Azt a kétdimenziós szabászati problémát vizsgáljuk, hogy hogyan lehet felbontani egy négyzetet kisebb darabokra úgy, hogy a részekből pontosan n darab azonos területű négyzetet lehessen összeállítani. Régóta ismert, hogy a feladat teljes általánosságban megoldható, viszont, ha mindezt minimális darabszámmal akarjuk megvalósítani, akkor már az $n=3$ eset is nyitott probléma. Itt a ma ismert legkevesebb darabszámmal való felbontást 1891-ben publikálták, újabban 2010-ben találtak egy az előzőtől eltérő további lehetséges megoldást. Azt azonban eddig még senki sem vette észre, hogy Bolyai Farkasnak a Tentamenben (1832-33) közölt egyik geometriai algoritmus is legenerálja az 1891-ben közölt megoldást, amelyet egyébként valószínűleg maga Bolyai Farkas sem ismert fel. Az előadásban felső korlátokat adunk meg az általánosított probléma minimális darabszámára.

Evolúciós algoritmus a 2D változó méretű ládapakolási problémára guillotine feltétellel

Borgulya István, Borgulya Gábor

borgulya.istvan@ktk.pte.hu

Borgulya István egyetemi magántanár PTE KTK, Borgulya Gábor független kutató Egyesült Királyság

E problémában téglalapok egy halmazát kell két-dimenziós, változó méretű téglalap-ládákba pakolni úgy, hogy a téglalapok a ládákba guillotine-vágásokkal kaphatók meg. Egy guillotine-vágás párhuzamos a láda egyik oldalával és a ládát két téglalapra vágja szét. A ládák típusokba tartoznak és a különböző típusokba tartozó ládáknak különböző mérete vagy a költsége (súlya) lehet. A típusokba elégséges számú láda tartozik, és minden téglalap legalább egy típus ládáiba pakolható. Cél a használt ládák összterületének, vagy összköltségének minimalizálása. Algoritmusunk egy hibrid evolúciós algoritmus. Generációnként egy utódot kétféle kép állíthat elő: (1) valószínűségi modellel téglalapokat választ külön-külön a ládákhoz és egy speciális stratégiával helyezi el a téglalapokat a ládákban, vagy (2) a szelekció művelettel választ ki egy korábbi megoldást. Az utód költségét két helyi kereső eljárással próbálja javítani. A téglalapok ládába pakolásához a ládákban egy-több véletlen méretű réteget (layer) definiál. Egy réteg régiókra bomlik és az algoritmus régiókba helyezi el a téglalapokat egy stratégia szerint. A régiók garantálják, hogy a pakolás megfeleljen a guillotine feltételnek. Az algoritmust benchmark példákon teszteltük. Az eredmények kedvezőbbek a korábban publikált eredményeknél.

Polinomiális egyenlőtlenségrendszerek alkalmazása diszkrét geometriai problémák megoldásában

Bozóki Sándor, Papp Dávid

bozoki.sandor@sztaki.hun-ren.hu

Budapesti Corvinus Egyetem, North Carolina State University

Számos geometriai feladat természetes módon írható át algebrai alakra, gyakran többváltozós polinomokkal, egyenlet- vagy egyenlőtlenségrendszer formájában. Nem mindig a megoldás az egyedüli cél: az egyenlőtlenségrendszer esetleges igazolható megoldhatatlansága sok probléma esetében kizárja a keresett geometriai alakzat létezését is. Az előadásban sikeres és egyelőre sikertelen próbálkozások eredményeiről egyaránt beszámolunk. Előbbire példa az egyetlen instabil egyensúlyi helyzettel rendelkező homogén poliéder csúcsszámaára vonatkozó alsó korlát megjavítása. Nem sikerült viszont előrébb lépni például abban a kérdésben, hogy van-e (vagy miért nincs) a síkon 9 kör úgy, hogy páronként egymásba metszenek, de egyik kör sem tartalmazza semelyik másik kör középpontját.

Egy ember, egy szavazat, egy ár

Kóczy Á László és Sziklai R. Balázs

sziklai.balazs@krtk.hun-ren.hu

HUN REN KRTK

Bár eredetileg parlamenti képviselői helyek szétosztására találták ki, a választókerzet kiosztó módszerek alkalmasak bármilyen diszkrét, szűkös erőforrás elosztására, mint pl. ösztöndíjas helyek kiosztása szakok között, vagy adminisztratív pozíciók elosztása szervezeti egységek között. Tanulmányunkban a szétosztani kívánt jószág árára fókuszálunk: hogyan lehet az igényeket, mint például a szavazatok száma, erőforrásra, azaz képviselői helyre átváltani. Az ismert D'Hondt módszer kompetitív egyensúlyra vezet. Megmutatjuk, hogy az osztómódszerek egy nagy családja is megadható egy olyan kompetitív egyensúly formájában, ahol az igényeket módosítjuk egy uniform díjjal, vagy kedvezményel. Bár az egyensúlyban mindenki ugyanazt az árat fizeti, a fel nem használt pénz a teljes költségkeret jelentős részét is kiteheti, különösképp azon játékosok számára, akik csak néhány jószágot tudnak megvásárolni. Másképpen, nem mindenki ugyanolyan hatékonyan váltja át a költségkeretét erőforrásra. Optimalizációs technikák, mint a Leximin algoritmus az árkülönbségeket próbálják minimalizálni. Megmutatjuk, hogy a D'Hondt és az Adams módszerek is megadhatóak optimalizációs technikaként és rávilágítunk a Leximin algoritmussal való kapcsolatukra.

Az USA új gazdaságstratégiája az MNB szemszögéből

Lehmann Kristóf
Magyar Nemzeti Bank

Az előadás témája a nemzetközi – világgazdasági változások beazonosítása és annak feltárása, hogy ebből milyen gazdasági irányok eredeztethetők. Az MNB-s közgazdasági műhely olvasatában bemutatja az előadó, hogy milyen globális gazdasági változásokat, nyersanyag lefedettségeket tártak fel, és bemutatja az USA dollár hegemoniáját és a vámpolitikák hatásait.

Páciens ütemezési probléma megoldása időkorlátos P-gráf és heurisztikák alkalmazásával

Orosz Ákos, Baumgartner János, Dulai Tibor, Fogarassyné Vathy Ágnes, Süle Zoltán

orosz.akos@mik.uni-pannon.hu

Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar

A kórházi ellátási események ütemezése az egészségügyi intézmények leterheltségéből, az ellátási protokollok összetett jellegéből és a páciensek preferenciáiból fakadóan komplex feladat. Az ellátások ütemezése során egy páciens számára jellemzően több vizsgálati időpontot kell lefoglalni oly módon, hogy a korlátozó feltételek kielégítése mellett lehetőség szerint minimalizáljuk a páciens kórházban eltöltött idejét, ugyanakkor a kezelések és a vizsgálatok minél gyorsabban megvalósulhassanak. Mivel az időpontok keresése a pácienssel történő kommunikáció során valós időben történik, ezért fontos, hogy a tervezett ellátási események ütemezése és lefoglalása pár másodpercnél több időt ne vegyen igénybe. Ezen munkafolyamatban hatékony segítséget nyújthat egy olyan optimalizáláson alapuló ajánlórendszer kifejlesztése, amely képes megfelelő ütemezést találni a megadott paraméterek alapján. Az előadás e probléma megoldására ismertet egy új megoldást, amely az időkorlátos P-gráfok formalizmusán alapulva állít elő javasolt időpontokat a páciens ellátásához kapcsolódóan. A javasolt módszer és szoftvermegoldás bemenetként az előírt vizsgálatok listáját kapja az azokhoz elérhető szabad naptár időszelletekkel együtt. Ezekből felépít egy időkorlátos P-gráf-alapú ütemezési modellt, melyen modellredukciós technikákat és strukturális javításokat alkalmaz. Végezetül ebből egy vegyes-egész lineáris optimalizálási modellt állítunk elő, melyet három célfüggvény keveréke szerint megoldva generálunk egy optimális (esetleg közel-optimális) ütemezést: (i) legkorábbi befejezési idő, (ii) legkevesebb eltelt idő a kezdés és a befejezés között és (iii) és az ellátónál töltött minimális napok száma. A módszer hatékonyságát több esettanulmány illusztrálja, köztük olyanok is, amelyekben az időpontok több hónapos tartományban ütemezendőek, bemutatva ezzel a megoldások előállítását limitált időn belül.

Erőforrás kiegyensúlyozási problémák

Kis Tamás, Györgyi Péter, Szögi Evelin

kis.tamas@sztaki.hu

HUN-REN SZTAKI

Az előadáson olyan ütemezési problémákról lesz szó, ahol a cél a feladok együttes erőforrás használati költségének a minimalizálása. A költséget egy szeparábilis konvex függvény határozza meg. Az előadásban áttekintést adunk a témában elért friss eredményeinkről. Részletesebben, adott feladatok egy halmaza, minden feladatnak van egy időintervallum-készlete, és az ütemezés akkor megvalósítható, ha minden feladatot az időintervallumok egyikén belül ütemezünk. A probléma egy speciális változata az, amikor minden egyes feladat egyetlen időintervallummal rendelkezik, azaz amikor minden feladatnak egyetlen legkorábbi kezdési ideje és határideje van. A feladatok egy közös erőforrást igényelnek a végrehajtásukhoz. A cél egy olyan megengedett ütemterv meghatározása, amely minimalizálja az erőforrás használatának egy konvex függvényét az ütemezési horizonton. Ennek a problémának több változatát is vizsgálták már különböző elnevezésekkel, például a terheléelosztási problémában minden feladat egyetlen egységet igényel az erőforrásból, és egységni idejű. Az elmúlt évtizedben megnőtt az érdeklődés a téma iránt, mivel a problémakör szorosan kapcsolódik az energiagazdálkodási problémához, amelyek egyre hangsúlyosabbá váltak napjainkban. Az előadás áttekintést nyújt néhány újabb eredményről, elsősorban a probléma különböző kiterjesztéseinek polinomiális idejű algoritmusaira összpontosítva. Köszönetnyilvánítás: Ezt a kutatást az NR-DIO TKP2021-NKTA-01 "Kooperatív gyártó- és logisztikai rendszerek kutatása a versenyképes és fenntartható gazdaság támogatására" című pályázat finanszírozta.

Egyenlő hosszúságú munkákkal rendelkező páros munka ütemezési feladatra vonatkozó közelítő algoritmus elemzése

Békési József, Dósa György, Galambos Gábor

GalambosGabor@szte.hu

Szegedi Tudományegyetem, Pannon Egyetem, Szegedi Tudományegyetem

A vizsgált páros munka ütemezési feladat esetében (Coupled Task Problem, CTP) n munkát kell ütemeznünk egyetlen gépen, a munkák mindegyike két részből áll, a kettő között pontos időbeli késleltetéssel. A cél a feladatok befejezési idői összegének minimalizálása. Elemzünk egy mohó típusú algoritmust – nevezzük A-nak – a legrosszabb eset szempontjából, és korlátokat adunk az A aszimptotikus viselkedésére arra a speciális esetre, amikor mindkét részfeladat egyenlő hosszúságú és állandó minden munkánál, amelyet p -vel jelölünk. Erre az esetre az A algoritmus aszimptotikus hányadosára vonatkozó ismert felső korlát kisebb vagy egyenlő mint $5/3$. Ezt a korlátot $1,5426\dots$ -ra javítjuk, és zárt képletet adunk a felső korlátra minden $p \geq 1$ -re. Konstrukciókat adunk az alsó korlátok kiszámítására, és ezzel szűk intervallumokat kapunk az A algoritmus aszimptotikus viselkedésére a p paraméter függvényében. $p=1$ és $p=2$ esetén az alsó és a felső korlátok élesek, az értékek $1,18350341\dots$, illetve $1,348612\dots$.

A látens fogyasztás szerepe a hazai villamosenergia-fogyasztásban

Zsíros Ádám János, Dobos Imre

zsiros@edu.bme.hu

BME Közgazdaságtan Tanszék

A villamosenergia-fogyasztás hazai mintázatainak alakulása az elmúlt években gyökeresen megváltozott a háztartási méretű kiserőművek és az ipari önfogyasztó erőművek gyors elterjedésének hatására. Ez a tanulmány negyedórás adatok alapján vizsgálja, hogyan torzítja a látens fogyasztás a hálózaton mért rendszerterhelést, és hogyan formálódnak át a nappali és esti csúcsidőszakok. Az elemzés azt mutatja, hogy a napközbeni fogyasztási csúcsok sok esetben már meghaladják az esti terhelést, miközben a rendszerterhelési görbék ezt elfedik. Az évszakos bontásban végzett összehasonlítások rávilágítanak arra, hogy a napelemes rendszerek termelési profilja egyre inkább átrendezi a korábban megszokott fogyasztási sémákat, miközben új szabályozási kihívásokat is előidéz. A kutatás rávilágít a decentralizált energiatermelés növekvő jelentőségére, valamint arra, hogy a tényleges fogyasztás feltárása elengedhetetlen a hálózat-tervezés és a piaci egyensúly fenntartása szempontjából.

Simulation tool for the decision support in scheduling multiproduct pipeline networks

András Éles, László Halász, Balázs Csontos, István Heckl

eles.andras@mik.uni-pannon.hu

Department of Computer Science and Systems Technology, University of Pannonia, Veszprém, Hungary

The subject of this work is a general simulation and optimization tool for multiproduct pipelines in the oil industry. Liquid product transportation via pipeline networks is considered the most convenient and cost-efficient method, and is widely used. Scheduling decisions for such pipelines regarding the exact volumes and timing of blending, uploading, pumping, and delivery tasks are hard to make. The system under consideration is large and complex, with many constraints. Therefore, sophisticated support methods and software tools were developed to aid pipeline operators to find the best possible schedules that meet all demands. This work summarizes the techniques for simulation which result in an acceptable computational overhead but still calculate all required data with good accuracy. Meanwhile, based on simulation methods, an optimization module is also being developed to provide better schedules.

Innovative Optimization Applications for Sustainable Agriculture

Marian Reiff, Juraj Pekár, Ivan Brezina

marian.reiff@euba.sk

University of Economics in Bratislava

The application of location models in agriculture plays a crucial role in optimizing land use, enhancing ecosystem services, and improving sustainability. The presented presentation explores the environmental applications of point and line location analysis in agricultural landscapes, demonstrating their significance in resource allocation and ecological management decision-making. The optimal allocation of nesting aids for alternative pollinators or the allocation of field margins aims to promote biodiversity while minimizing the loss of agricultural production. These approaches leverage mathematical programming and optimization techniques to provide structured, data-driven solutions to improve agricultural sustainability and balance the economic output of an agricultural business and environmental stewardship. The Grant Agency of the Slovak Republic supported this work – VEGA grant no. 1/0120/23.

Többségi szavazás és empirikus Bernstein korlát nemparaméteres konfidenciasávok javítására

Horváth Bálint, Csáji Balázs Csanád

horvath.balint@sztaki.hu

HUN-REN SZTAKI

A regressziós függvény (azaz a kimenet feltételes várható értéke egy bemenetre nézve) becslése véges, zajjal terhelt bemeneti és kimeneti adatpárokból álló mintából egy klasszikus statisztikai feladat, amely sok terület számára kulcs fontosságú, mint amilyen a gépi tanulás és a jelfeldolgozás. Bár a klasszikus regressziós feladatra számos megoldás létezik (például lineáris regresszió, mesterséges neurális hálók, és szupport vektor gépek), sok esetben a kapott pontbecslés mellett tartománybecslésekre is szükség van. A tartománybecslés egy formája, ha konfidencia tartományokat konstruálunk, amelyek esszenciálisak a kockázatmenedzsment és a robusztus döntéshozás számára. A tartománybecslési feladat különösen nehéz, ha nem áll rendelkezésünkre egy paraméteres modellosztály, amivel dolgozhatnánk, ill., ha a mérési zajra vonatkozó feltételezéseinket is minimalizálni szeretnénk. Az előadásban sávkorlátos függvényekhez konstruálható nemparaméteres konfidencia tartományokat vizsgálunk. Áttekintünk többfajta továbbfejlesztést a korábban kidolgozott Paley-Wiener kernel alapú módszerünkhöz, amely nem-aszimptotikus sztochasztikus garanciákat biztosít. A kapott konfidenciahalmazok szimultánok abban az értelemben, hogy egyszerre garantálják a választott lefedési valószínűséget az összes bemenetre [1]. A mérésekre ható zajokra enyhe statisztikai feltevéseket teszünk: az együttes eloszlásuknak invariánsnak kell lennie egy ismert transzformációra nézve. Vizsgáljuk a problémát zajmentes és zajos megfigyelések esetén, a bemeneti adatok eloszlását ismertnek feltételezve [2]. A konstrukciók konvex optimalizálási feladatokhoz vezetnek, amelyek számítási igényét csökkentjük egy Schur komplementen alapuló módszerrel, és megmutatjuk, hogy a többségi szavazás elvét alkalmazva hogyan lehet a probléma véletlen faktorát csökkenteni [3]. Végül

a megoldáshoz szükséges kernel norma becslés empirikus Bernstein korláttal való javítását vizsgáljuk.

Köszönetnyilvánítás: A bemutatott kutatást a TKP2021-NKTA-01 számú NK-FIH támogatás tette lehetővé.

Hivatkozások

- [1] Balázs Csáji and Bálint Horváth. Nonparametric, Nonasymptotic Confidence Bands with Paley-Wiener Kernels for Band-Limited Functions. *IEEE Control Systems Letters*, 6:3355–3360, 2022.
- [2] Bálint Horváth and Balázs Csáji. Nonparametric Simultaneous Confidence Bands: The Case of Known Input Distributions. In *23rd European Young Statisticians Meeting (EYSM)*, Ljubljana, Slovenia, 2023.
- [3] Matteo Gasparin and Aaditya Ramdas. Merging Uncertainty Sets via Majority Vote. *arXiv preprint arXiv:2401.09379*, 2024.

Optimális Általánosított Naiv Bayes struktúra meghatározása

Kovács Edith, Pfeifer Dániel, Papp Ábrahám

kovacsea@math.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Optimális Általánosított Naiv Bayes struktúra meghatározása Kovács Edith, Pfeifer Dániel, Papp Ábrahám A naiv Bayes eljárás egy nagyon elterjedt hatékony módszer, amit klasszifikációra alkalmaznak. Népszerűsége annak köszönhető, hogy egyszerű, átlátható és az osztályozáshoz valószínűséget is rendel. Mégis az eljárásnak vannak hátrányai, például az a szigorú feltételezés, hogy a magyarázó változók feltételesen függetlenek a célváltozó feltétele mellett. Az [1] cikkben bevezettük az Általánosított Naiv Bayes struktúrát, amely esetében a fent említett szigorú feltételes függetlenségi feltételt nem követeljük meg. Ez volt az egyik fő motivációja az általánosításnak. Bebizonyítható, hogy az Általánosított Naiv Bayes struktúra több információt kódol magában mint a Naiv Bayes modell. A struktúra egy jól meghatározott tulajdonságú merev-körű gráfhoz kötődik. A modell megépítésének fő elve, hogy az információtartalmat maximalizáljuk, miközben a redundanciát minimalizáljuk. Ennek köszönhetően releváns magyarázó változók is meghatározhatók. Az Általánosított Naiv Bayes struktúra földerítésére két algoritmust is adtunk, ezeket az [1] cikkben közzétettük, ami Ország Anna és Benczúr Andrással való közös munka eredménye. A jelen előadásban bemutatásra kerül az optimális Általánosított Naiv Bayes struktúrát meghatározó algoritmus diszkrét esetekre, a tétel, ami az optimalitását biztosítja, az algoritmus komplexitása, továbbá az eljárás normális együttes eloszlású magyarázó változók esetére való kiterjesztése is. Köszönetnyilvánítás: A jelen előadásban közölt kutatás a BME-NVA-02 számú projekt része, amely a Magyar Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatásával, a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból, a TKP2021 támogatási konstrukció keretében valósult meg.

Hivatkozások

- [1] Edith Alice Kovács, Anna Ország, Dániel Pfeifer, András Benczúr, Generalized Naive Bayes, <https://arxiv.org/abs/2408.15923>

Információterjedés egy lehetséges modellje hálózatokon

Burai Pál és Pawel Pasteczka

buraip@math.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, University of the National Education Commission of Krakow

Előadásomban DeGroot 1974-ben publikált információterjedési modelljének általánosítását mutatom be. Fő eredményeink a hálózaton kialakuló közös vélemény (konszenzus, narratíva) kialakulásának lehetőségét vizsgálják. Matematikai eszközeink a gráfelméletből és az invariáns közepek elméletéből valók.

Belsőpontos algoritmusok keresési irányai

Rigó Petra Renáta

petra.rigo@uni-corvinus.hu

Budapesti Corvinus Egyetem

Az előadás során különböző módszereket mutatunk be olyan keresési irányok meghatározására lineáris komplementaritási feladatokra vonatkozó belsőpontos algoritmusok esetén, amelyek az algoritmusok polinomiális iteráció komplexitását biztosítják. Az algebrailag ekvivalens átalakítás technikájának ismeretése után a kernel függvényekre megalapozott módszer is bemutatásra kerül. Továbbá, egy parabolikus barrier függvényre épülő belsőpontos algoritmust és annak egy iránykereső részfeladatát is ismertetjük. Az előadás második felében a bevezetett belsőpontos algoritmusok egy részének általánosabb feladatosztályokra, a szimmetrikus kúpok Descartes-szorzata feletti horizontális lineáris komplementaritási feladatok megoldására való kiterjesztésének lehetőségéről is szó lesz.

Boole problémája az unió valószínűségéről és a pszeudo-Boole függvények szerepe ebben.

Boros Endre

eboros@business.rutgers.edu

Rutgers University

George Boole javasolt egy érdekes és nehéz probléma családot 1854 (1968)-ban. Ennek az unió korlátozási esete publikációk tucatjainak lett a tárgya az elmúlt 100+ évben, elsősorban fontossága, alkalmazhatósága és nehézsége miatt. Rövid áttekintés után több új eredményről számolok be, köztük meglepő egybeesésekről és kapcsolatokról a poliéderek és 0-1 változós függvények elméletével.

Optimális pontpakolások a gömbön - számítógéppel támogatott bizonyítások a Tammes problémák megoldására

Markót Mihály Csaba

mihalycsabamarkot@gmail.com

Széchenyi István Egyetem, Matematika és Számítástudomány Tanszék, 9026 Győr, Egyetem tér 1.

Adott $n \geq 2$ egész esetén az n pontra vonatkozó Tammes probléma egy megfogalmazása a következő: helyezzünk el n pontot a háromdimenziós gömb felületén úgy, hogy a pontpárok közötti szögtávolságok minimuma maximális legyen. Jelenleg a feladatosztály $n \leq 12$ és $n = 24$ eseteire léteznek hagyományos, az $n = 13, 14$ esetekre számítógépes bizonyítások, számos egyéb esetre pedig közelítő (optimálisnak vélt) elhelyezések ismertek [1, 2]. Az $n = 13$ eset a híres 13 gömb (thirteen spheres / 3-d kissing number) probléma egy erősebb változatának megfogalmazása. Az előadásban egy új számítógépes bizonyítási eljárás kerül ismertetésre az $n = 14$ -et követő néhány további eset megoldására. Az eljárás numerikus része teljes egészében intervallum aritmetikán alapul, amely garantálja a kapott állítások matematikai korrektségét. A módszert a szerző és mások által az egységnyezetbe történő optimális pont-, ill. körpakolások megoldására kidolgozott eljárásgyűjtemény (ld. [3]) inspirálta, a Tammes problémákra javasolt módszer több ponton ezen eljárások gömbfelületre történő adaptációjának felel meg. Ilyen adaptált eljárások a távolság-feltételek numerikus propagálása egy nemrég kidolgozott algoritmus alapján [4], valamint a keresés globális fázisában használt módszerek a permutációs ill. geometriai szimmetriák kezelésére.

Hivatkozások

[1] N.J.A. Sloane, Spherical codes. URL: <http://neilsloane.com/packings/>

- [2] O.R. Musin and A.S. Tarasov, The Tammes Problem for $N = 14$. *Exp. Math.* (24), 460-468, 2015.
- [3] M.C. Markót, Improved interval methods for solving circle packing problems in the unit square. *J. Global Optim.* (81), 773-803, 2021.
- [4] M.C. Markót, Interval Methods for Packing Problems on the Sphere. *Közlésre benyújtva.*

Az intervallumos optimalitási feltételek hatékony alkalmazása

Gencsi Mihály, G.-Tóth Boglárka

gencsi@inf.u-szeged.hu

Szegedi Tudományegyetem

Az intervallumos Branch and Bound módszer (IBB) az egyik leggyakrabban használt módszer a korlátozott nemlineáris optimalizálási problémák megoldására, amikor megbízható megoldást keresünk. Azonban kevés IBB implementáció vizsgálja a Karush-Kuhn-Tucker (KKT) vagy Fritz-John (FJ) optimalitási feltételeket a nem optimális intervallumok kizárására. Ezek vizsgálata egy intervallumértékű lineáris egyenletrendszer megoldását jelenti, amely gyakran kihívást jelent, mivel az intervallum befoglalások túl szélesek, vagy a rendszer felesleges feltételeket tartalmaz. Előadásunkban bemutatunk egy komplex geometriai tesztet, amely az optimalitási feltételek geometriai értelmezésére épül. A teszt lehetővé teszi, hogy az intervallumértékű lineáris egyenletrendszert, akkor írjuk fel és oldjuk meg, ha más geometriai teszt alapján nem tudjuk kizárni vagy garantálni, hogy az egyenletrendszernek lesz használható megoldása. A geometriai teszt alkalmazásával jelentősen növelhető az optimalitási feltételek hatékonysága és így csökkenthető az IBB futási idejét.

Szakaszonként lineáris függvényközelítés garantáltan alacsony hibával

Dobrovocski Péter, Kis Tamás

pdobrovocski@sztaki.hu

HUN-REN SZTAKI

Függvények hatékony közelítése szakaszonként lineáris függvények segítségével alapvető probléma a numerikus analízis és a számítógépes geometria területén. Ebben a munkában egy új, intervallumaritmetikán alapuló algoritmust mutatunk be egy olyan háromszögelés létrehozására, amely egy adott függvényt közelít, miközben bizonyíthatóan alacsony hibahatárt garantál. Az algoritmus szisztematikusan finomítja a háromszögelést új csúcsok és élek bevezetésével, amelyek csökkentik a közelítési hibát, szigorú intervallum-kiértékelések által vezérelve, miközben biztosítja, hogy a kapott háromszögelés reprezentálható legyen egy páronként független elágazási sémával. Az adaptív finomítási stratégiák és a hiba által vezérelt pontválasztás beépítésével módszerünk olyan hatékony háromszögelést hoz létre, amely nagy pontosságot ér el, miközben törekszik a háromszögek számának minimalizálására. Elméleti garanciákat adunk a maximális hibára, és a módszer hatékonyságát nemlineáris függvényeken végzett numerikus kísérletekkel mutatjuk be. Köszönetnyilvánítás: Ezt a kutatást az NRDIO TKP2021-NKTA-01 "Koopératív gyártó- és logisztikai rendszerek kutatása a versenyképes és fenntartható gazdaság támogatására" című pályázat finanszírozta.

Globális optimalizálás politóp-alapú korlátozás és szétválasztás módszerrel

G.-Tóth Boglárka, Leocadio G. Casado, Eligius Hendrix, Frederick Messine

boglarka@inf.szte.hu

Szegedi Tudományegyetem, Almeriai Egyetem, Malagai Egyetem, Toulousei Egyetem

A globális optimalizálásban a korlátozás és szétválasztás ($B\&B$) módszerek célja, hogy a globális minimumpontokat adott pontossággal garantáltan meghatározzák. Sok esetben a feltételek lineárisak, viszont a fizibilis tartomány ezáltal lehet a célfüggvényénél kisebb dimenziójú politóp. Az előadáson tárgyaljuk a politóp-alapú korlátozás és szétválasztás módszert (PBB), és annak tulajdonságait. Az intervallumos korlátozás és szétválasztás módszerben (IBB) a monotonitási teszt nagyon hatékony részfeladatok kizárásában vagy dimenziócsökkentésében. A monotonitási teszt szimplex-alapú $B\&B$ -re (SBB) való kiterjesztése a keresési halmaz dimenziójától, azaz az affin burkának dimenziójától függ. Azt a kérdést vizsgáljuk, hogy hogyan kezeljük az olyan politópok által meghatározott részfeladatokat, amelyek nem szimplexek és nem is intervallumok. Bemutatjuk az elért elméleti eredményeket, a lehetséges korlátszámítási módszereket, a politópok felosztási eljárásait, valamint hogy hogyan lehet kihasználni a monotonitást, ha a korlátokat az intervallumbefoglalás biztosítja. Az eljárás variációit összehasonlítjuk az IBB és SBB módszerrel.

Optimal Mothership-Drones Routes for Multi-Target Operations

Astrid Wahyu Advnetri Wibowo, Boglárka G.-Tóth, József Békési

astrid@inf.u-szeged.hu

Faculty of Science and Informatics, University of Szeged

This research involves determining optimal routes between the mothership and drones to visit multiple targets. The mothership is an air transportation vehicle that can be a larger drone or a manned or unmanned aircraft, allowing it to accommodate several drones for battery recharging. The mothership moves in a straight line from the origin to the destination while launching drones to conduct inspections at several targets and has no ability to maneuver outside of this path. After completing their task, the drones return to the mothership to recharge before carrying out the next operation. The model is designed as a Mixed Integer Nonlinear Programming (MINLP) with the objective function to minimize the total operational cost incurred during the movements of the mothership and the drones. The objective function also considers a penalty for each target that is not visited by any drone. To ensure efficient routing, the model applies several key constraints that govern the movement of the mothership as well as the drones. With the combination of these constraints, the model aims to ensure that the drones operate efficiently, optimizing the route, and maximizing the range of targets that can be visited.

Tervezési stratégiák a periodikus hulladékgyűjtés preferált napok szerinti optimalizálásához

Kebelei Csaba, Dávid Balázs

kebeleicsaba@student.elte.hu

Eötvös Loránd Tudományegyetem, InnoRenew CoE, University of Primorska

Ez a kutatás a hulladékgyűjtő járművek periodikus útvonaltervezési problémáját vizsgálja több kiszolgálási perióduson keresztül. A tervezési időszak egymást követő periódusokat foglal magában, ahol minden periódus napokból áll. Az ügyfeleket minden periódusban pontosan egyszer kell kiszolgálni, lehetőleg az általuk preferált kiszolgálási napokon. E napoktól való eltérés megengedett, de büntetést von maga után. A kiszolgálási napok kiválasztásakor további korlátként kell tekinteni az ugyanazon ügyfél két látogatása között eltelt maximális időtartam is. A problémára kidolgoztunk egy matematikai modellt, továbbá egy adaptív nagy szomszédsági keresésen alapuló heurisztikát terveztünk. A módszer az ügyfelekhez kiszolgálási napokat rendel, majd optimalizálja a járművek útvonalait a tervezési horizont minden egyes napjára. A módszereket valós adathalmaz alapján generált példákon validáltuk, ahol különböző büntetési szinteket hasonlítottunk össze a preferált napoktól való eltérések esetében. Köszönetnyilvánítás: A kutatás a BioLOG projekt keretében készült az alábbi támogatások segítségével: a National Center of Science (NCN): DEC-2020/39/I/HS4/03533, Slovenian Research and Innovation Agency (ARIS): N1-0223 és Austrian Science Fund (FWF): I 5443-N. Dávid Balázs köszönetet mond továbbá a Slovenian Research and Innovation Agency (ARIS) és Ministry of Economy, Tourism and Sport (METS) V4-2351 támogatásáért a CRP 2023 programban, és a Slovenian Research and Innovation Agency (ARIS) J1-50000 támogatásáért.

Többszintes jármű-útvonaltervezési probléma fahulladék gyűjtésére és újrafeldolgozására

Dávid Balázs, Milan Milivojčević

balazs.david@innorenew.eu

InnoRenew CoE, University of Primorska, University of Primorska

Az építési és ipari folyamatok során különböző típusú fahulladékok keletkezhetnek, melyek megfelelő gyűjtés és újrahasznosítás esetén értékes termékekkel alakíthatóak át. Mivel azonban ez a hulladék sokféle forrásból származik, a tényleges újrahasznosítás előtt különböző előfeldolgozási lépésekre lehet szükség. A hulladékot összegyűjtése után a feldolgozó üzembe kell szállítani, ahol a különböző előfeldolgozási folyamatok (válogatás, tisztítás) után újrahasznosított termékkel alakul. A terméket ezek után lehet a megrendelőkhöz szállítani. Ez a kutatás a fahulladék gyűjtésének és újrahasznosításának, illetve az újrahasznosított termék kiszállításának az optimalizálásával foglalkozik. A fenti probléma egy többszintes jármű-útvonaltervezési feladatként kerül modellezésre. A feladat első szintjén a hulladékot gyűjtő eszközök útvonalainak optimalizálása, és a hulladék feldolgozóüzemekbe való eljuttatása a cél. A második szinten egy másik útvonaltervezési feladat kerül megoldásra az egyes üzemekben készített termékek kiszállítására a megrendelőkhöz. A két szint között az üzemek típusaitól függően további döntések merülhetnek fel: bizonyos üzemek képesek az előfeldolgozási és újrahasznosítási lépéseket kombináltan megoldani, más esetekben azonban az előfeldolgozó és újrahasznosító üzem két külön entitás, így a köztük lévő anyagáram meghatározása is fontos feladat. Előadásunkban bemutatjuk a feladatra felírt matematikai modellt, melyben együttesen kezeljük a fenti részproblémákat. Kidolgozásra kerül továbbá egy szomszédsági kereső algoritmus a feladat gyors és hatékony megoldásához. Köszönetnyilvánítás: A kutatás a BioLOG projekt keretében készült az alábbi támogatások segítségével: a National Center of Science (NCN): DEC-2020/39/I/HS4/03533, Slovenian Research and Innovation Agency (ARIS): N1-0223 és Austrian Science Fund (FWF): I 5443-N. Dávid Balázs köszönetet mond továbbá a Slovenian

Research and Innovation Agency (ARIS) és Ministry of Economy, Tourism and Sport (METS) V4-2351 támogatásáért a CRP 2023 programban, és a Slovenian Research and Innovation Agency (ARIS) J1-50000 támogatásáért.

Swaptimiser: alkalmazás repülőgépek áthelyezésére

Sebastián Cardona, David García-Heredia, Márton Gyetvai

gyetmarton@gmail.com

Ryanair labs

Egy repülőgép üzemeltetéséhez elengedhetetlen, hogy bizonyos időközönként teljes vagy részleges átvizsgáláson, illetve karbantartáson essen át. Az ilyen jellegű feladatokat kizárólag meghatározott bázisokon végzik. Ahhoz, hogy egy adott repülőgép időben megkezdhesse ezt a folyamatot, gyakran át kell szállítani egy másik repülőtérről. Ryanair esetében naponta átlagosan mintegy 50 ilyen áthelyezésre van szükség. Rendszerint az áthelyezést repülőgépek kicserélésével oldják meg. Két repülőgép cseréje akkor valósítható meg, ha menetrend szerint ugyanabban az időpontban és ugyanazon a repülőtéren tartózkodnak. A csere során a repülőgépek személyzete helyet cserél, így folytatják menetrend szerinti útjukat, miközben a két repülőgép végállomása felcserélődik. Ehhez fejlesztettük ki a Swaptimiser webalkalmazást, amely ajánlásokat ad a koordinátoroknak a lehető leghatékonyabb repülőgép-áthelyezésre, cserék segítségével.

A nem teljeskörű kiegyenlített blokk elrendezések (balanced incomplete block designs, BIBDs) módszertani kérdései és fejlesztési lehetőségei fogyasztói vizsgálatokban

Sipos László², Galambosi Zsófia¹, Biró Péter^{2,3}, Csató László^{3,4},
Bozóki Sándor^{3,4}

sipos.laszlo@krtk.hun-ren.hu

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszer tudományi és Technológiai Intézet, Árúkezelési, Kereskedelmi, Ellátási Lánc és Érzékszervi Minősítési Tanszék, ²Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont, Közgazdaságtudományi Intézet, ³Budapesti Corvinus Egyetem, Operáció és Döntés Intézet, Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszék, ⁴Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet, Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratórium, Operációkutatás és Döntési Rendszerek Kutatócsoport

Az élelmiszerek érzékszervi tesztelése nemzetközi szabványokban rögzített módszerekkel, infrastruktúrával és bírálókkal történik, melyek eredményeit a termékfejlesztésben, fogyasztói és szakértői vizsgálatokban, hatósági ellenőrzésben használják fel. Mivel az értékelés gyakran több érzékszervet igényel, az érzékszervi kifáradás és kognitív túlterhelés minimalizálása érdekében a nemzetközi szabványok legfeljebb 6 termék bírálatát javasolják egy alkalommal. Fontos módszertani kérdés, hogy hogyan valósítható meg 6-nál több termék érzékszervi összehasonlítása. Az egyes bírálók által értékelt részhalmazok kiválasztásának egyik ismert eszköze a nem teljeskörű kiegyenlített blokk elrendezések (balanced incomplete block designs, BIBDs), amely természetes módon vizsgálható gráfelméleti eszközökkel. Az előadásban rámutatunk az erre vonatkozó ISO 29842 szabványban talált hiányosságokra, valamint a nem tárgyalt esetekre is konstrukciókat adunk. Szempontokat definiálunk a különböző blokk elrendezések közötti választás támogatásához. A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH), Nemzeti Kutatási Kiválósági Program – Advanced kutatási pályázat (Advanced-150850) támogatásával készült.

Kiegyensúlyozott megoldások nagy méretű nemzetközi vesecseré programokban korlátlan körök esetén

Benedek Márton, Biró Péter, Csáji Gergely, Matthew Johnson, Daniel Palusma, Xin Ye

marton.benedek@uni-corvinus.hu

Budapesti Corvinus Egyetem, HUN-REN KRTK KTI, Durham University

Vesecseré programokban a betegek elcserélhetik egymással inkompatibilis donorjaikat vese-transzplantációs csereköröket létrehozva. Egyre több nemzeti program igyekszik nemzetközi vesecseré programokban (NVP) együttműködve létrehozni egy közös beteg-donor halmazt. Az irodalomból kiderül, hogy az NVP hosszútávú stabilitása elérhető kredit alapú kompenzációs rendszerrel. Minden párosítási körben minden ország számára meghatározzuk az elérhető vese-transzplantációk számának egy igazságos, kezdő allokációját. Ez a kezdő allokáció, ami kooperatív játékelméleti megoldáskonceptiókon alapszik, korrigálásra kerül az elmúlt időszakok felhalmozott kredit értékeivel, megadva a célallokációt. A cél minden körben egy olyan maximális megoldás megadása, amely megközelíti a célallokációt. Arra az esetre, amikor csak kettő hosszú kört engedünk meg (páros cserek) ismert egy polinom idejű algoritmus, mely meghatároz egy olyan maximális megoldást, ami lexikografikusan minimalizálja az országok eltérését a célallokációtól. A gyakorlatban hosszabb körök mentén is történhet transzplantáció. Azonban legfeljebb L hosszú körök esetén maximális megoldás meghatározása önmagában is NP-nehéz. Ezzel szemben ugyanez a probléma megint csak megoldható ha nincs korlát a körök hosszára vonatkozóan. Ugyanakkor megmutatjuk, hogy a páros cserekkel ellentétben, a korlátlan esetben a célallokációtól való eltéréseket lexikografikusan minimalizáló optimális megoldás csak egyéb feltevések mellett oldható meg polinom időben (ha P nem egyezik meg NP-vel). Ennek ellenére, a tény önmagában, hogy polinom időben lehet maximális megoldásokat megtalálni lehetőséget ad arra, hogy nagy léptékű numerikus kísérleteket tudjunk folytatni, melyek segítségével felmérhető, hogy a stabilitás és a társadalmi jólét hogyan változik a korlátlan esetben a páros cserekhez képest.

Minőségi indexek szerepe a vesecsere algoritmus javításában

Dr. Biró Péter, Kerek Napsugár

kerek.napsugar@krtk.hu

HUN-REN KRTK- KTI, Budapesti Corvinus Egyetem (Dr. Biró Péter), HUN-REN KRTK-KTI (Kerek Napsugár)

A vesecsereprogramok olyan végstádiumú vesebetegségben szenvedőknek segítenek, akiknek van lehetséges donorja (például a házastársa vagy rokona), de az sajnos immunológiailag inkompatibilis vele, így a transzplantációt nem lehet köztük elvégezni. A betegek a donorjaikkal regisztrálnak az országuk vesecsereprogramjába, ahol az algoritmus optimális kettes vagy ennél nagyobb cserköröket hoz létre, ahol a betegek elcserélhetik inkompatibilis párjukat, hogy a körben mindannyian kompatibilis donorhoz jussanak. A létrejött vesecserek minőségét különböző tényezők határozzák meg: elsősorban a vércsoport-egyeztetés, HLA-típusok hasonlósága, de a kor, nem és a BMI index is meghatározhatja az új vese élettartamát. Az új vesék élettartama általában 10-15 év, így a betegek többségének második transzplantációra is szüksége van, ekkor azonban kisebb eséllyel találnak megfelelő donort, az első transzplantáció során kialakult antitestek miatt. Az élődonoros vesetranszplantációk minőségének becslésére az orvosi szakirodalomban a legelterjedtebb az LKDPI index használata, ami tartalmazza a legfontosabb tényezőket és azok súlyozását. Ennek a minőségi indexnek a használata a vesecsere algoritmus több részében is hasznos. Az optimalizációs kritériumok részeként, illetve az elvégzett transzplantációk minőségének kiértékelésekor is fontos szerepe lehet. Az európai vesecsereprogramok a cserkörök kiválasztásakor hierarchikus kritériumrendszert használnak egészértékű programozási módszertannal végezve a számítást. Az optimalizáció során legtöbbször a transzplantációk számának maximalizálása az elsődleges cél, a létrehozható körök nagyságának korlátozásával. A transzplantációk magas száma azonban nem garantálja, hogy a legjobb megoldást kaptuk, hiszen az új vesék várható élettartama, a cserék minősége hatalmas jelentőséggel bír. Az előadásomban országok jelenleg is működő kritériumrendszerének LKDPI index-szel történő bővítését mutatom be a nemzetközi együttműködésben

kifejlesztett ENCKEP-szimulátor segítségével. Az újonnan létrehozott optimalizációs kritériumrendszereket az ország valós adatai alapján generált adatahalmazon futtattam le, a kapott eredményeket a legfontosabb szempontok alapján (transzplantációk száma, várakozási idő, minőség) hasonlítottam össze. Az országok lexikografikus kritériumrendszerein végzett általános eredményünk, hogy a minőségi index a kritériumrendszer minden szintjén hasznos volt a minőségre nézve, a várakozási időket pedig nem rontotta jelentősen. Abban az esetben mutatja a legjobb eredményeket, amikor az LDKPI index minimalizálása a hierarchikus kritériumrendszer második kritériumaként szerepelt. Az első szempont jelentőségének csökkentéséért a súlyozott kritériumrendszer lehetőségét is megvizsgáltam. Ez a fajta kritériumrendszer lehetőséget teremt az országok számára, hogy számukra megfelelően szabályozzák a transzplantációk minőségének és számának egyidejű maximalizálását eltérő súlyozással.

Ex-post stabilitás kétoldali piacokon: komplexitás és karakterizáció

Haris Aziz, Péter Biró, Gergely Csáji, Ali Pourmiri

biro.peter@krtk.hu

HUN-REN KRTK, és UNSW Sydney

Párosítási piacok esetén többféle alkalmazásban is előfordul, hogy bizonyos erős prioritások figyelembevételére után sorsolással dől el, hogy ki kerül be egy adott iskolába, vagy egyetemi kurzusra. A sorsolás elvégzése helyett megpróbálhatjuk javítani a résztvevők esélyeit oly módon, hogy ex-ante Pareto-javításokat végzünk a random allokációra nézve, majd ezután ezt dekomponáljuk olyan párosítások lineáris kombinációjára, amelyek stabilak az erős prioritásokra nézve. Ha egy random allokációra létezik ilyen dekompozíció, akkor azt ex-post stabilnak nevezi a szakirodalom. Megmutatjuk, hogy ennek a tulajdonságnak az eldöntése NP-nehéz feladat még dichotóm preferenciákra is, de adunk egy egészértékű programozási megoldást egy olyan dekompozíció kiszámítására, amelyben az erős prioritásokat sértő párosítások súlya minimális.

Egyszerű konvergenciárata becslés push-sum algoritmusokra tranzitív gráfokon

Gerencsér Balázs, Korniyik Miklós

gerencser.balazs@renyi.hu

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet, ELTE Valószínűségelméleti és Statisztika Tanszék, HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Tekintve a hálózaton történő elosztott átlagoló algoritmusok egy elterjedt családját, az ún. push-sum algoritmusokat, ezek egy osztályának 1 valószínűséggű konvergencia-sebességét szeretnénk felülről becsülni, kiterjesztve a szerzők korábbi munkáját. Ezek a megközelítések egyszerű, azaz alacsony számítási komplexitású, könnyen elérhető teljesítménygaranciákat biztosítanak. Emellett tervezési irányból az algoritmus finomhangolására, optimalizálására is hangsúlyt fektetünk, a hatékonyság javítása céljából. A kapcsolódó numerikus eredmények egyszerre demonstrálják a rátabecslés pontosságát és a rövid futásidőt.

Optimális parkolási manőverek és paramétereik becslése neurális hálókkal

Vincze Nándor, Bánhelyi Balázs

nandor.vincze22@gmail.com

Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar

Az önvezető autók és a parkolást segítő rendszerek elterjedésével egyre nagyobb jelentőséget kap a manőverek hatékony és megbízható összeállítása. Emellett kulcsfontosságú a megfelelő parkolóhely kiválasztása és a parkolás pontos kivitelezése. A tanulmányban az irányítási folyamat végrehajtására optimális kormányzási függvényeket adunk meg a parkolóhely környezetében. A jármű mozgását MATLAB-ban modelleztük, és direkt kereső eljárások alkalmazásával határoztuk meg az említett függvény optimális paramétereit, hangsúlyt fektetve a manőver során igénybevett területre. Az eredményeket felhasználtuk egy mesterséges neuronháló tanítására, aminek segítségével alacsonyabb számítási költséggel, és kiindulási helyzetek szélesebb körében meghatározható az optimális kormányzás. Az eredményeket a numerikus megbízhatóság érdekében intervallum-aritmetikával verifikáltuk.

Hibrid Hu-Storey típusú módszerek alkalmazása a tömörített érzékelésben

Papp Zoltán, Sanja Rapajić, Abdulkarim Hassan Ibrahim

pappzoki@gmail.com

Újvidéki Egyetem, Szerbia, Újvidéki Egyetem, Szerbia, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia

A tömörített érzékelés (compressed sensing) egy hatékony jelrekonstrukciós technika, amely lehetővé teszi, hogy egy ritka jel teljes információtartalmát kevés mérési adatból visszaállítsuk. Ez különösen fontos olyan alkalmazásokban, mint az orvosi képalkotás, radarjelek feldolgozása és adattömörítés, ahol a hagyományos mintavételezési módszerek drágák vagy számításigényesek lennének. A tömörített érzékelés egyik kulcskérdése a ritka jel visszaállítása, amely nemlineáris optimalizációs és egyenletrendszer-megoldási technikákat igényel. A szerzők egy iteratív, optimalizációs eljárás alapján megközelítést prezentálnak, amely egyben nagyméretű monoton nemlineáris egyenletrendszerek megoldására szolgál. A módszer a deriváltmentes konjugált gradiens megközelítésen és a hipersík-vetítési technikán alapszik. A konjugált gradiens eljárás hatékony nagy méretű rendszerek esetén alacsony memóriaigénye miatt, míg a vetítési stratégia biztosítja a monoton egyenletek egyszerű globalizációját. A globálisan konvergens módszer kombinálja a deriváltmentes, kizárólag függvényértékeken alapuló vonalmenti keresést a Hu-Storey típusú keresési irányokkal és vetítési eljárással. Numerikus kísérletek igazolják a módszer hatékonyságát nemcsak általános monoton nemlineáris rendszerek megoldásában, hanem a tömörített érzékeléshez kapcsolódó jelrekonstrukciós problémák esetében is. Az eredmények azt mutatják, hogy az eljárás robusztus és hatékony alternatívát kínál a ritka jelek rekonstrukciójára, amely hozzájárulhat a tömörített érzékelés gyakorlati alkalmazásainak fejlődéséhez.

Sztochasztikus Rendszerek Identifikációja Multiszinuszos Gerjesztéssel – Optimalitás és Szuboptimális Kísérlet Tervezés

Gerencsér László, Michaletzky György, Bokor József, Polcz Péter

gyorgy.michaletzky@ttk.elte.hu

Gerencsér L., Bokor J. HUN-REN SZTAKI, Polcz P. Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Lineáris sztochasztikus rendszerek ismeretlen, fizikai paramétereinek statisztikai becslése kapcsán alapvető probléma a rendszer gerjesztésének vagy bemeneti jelének optimális tervezése. Optimalitási kritériumot lehet definiálni a modell prediktív tulajdonsága, komplexitása vagy a becslés tulajdonsága alapján. A matematikai probléma végtelen dimenziós konvex optimalizálási probléma, amelyben a változó a bemeneti jel (mint stacionárius folyamat) spektráeloszlása, a feltételek a nem-negativitás és a jel súlyozott energiájára vonatkozó felső korlát, a célfüggvény pedig a becslés (aszimptotikus) szórásmatrixának konvex függvénye. Könnyű látni, hogy bár az optimális szórásmatrix gyenge feltételek mellett egyértelmű, ugyanakkor azt végtelen sok spektráeloszlás generálhatja. Már M. B. Zarrop 1979-es alapvető művében [1] egy központi észrevétel, hogy az optimális gerjesztés szinusz függvények keverékével (multi-sine) is megvalósítható, elegendő tehát diszkrét spektráeloszlásokra szorítkozni. A kapcsolódó végtelen dimenziós Karush-Kuhn-Tucker feltétel alapján megmutatjuk, hogy feladatok egy tág osztályára minden optimális spektráeloszlás diszkrét, tehát az optimális bemenet szükségképpen szinusz függvények keveréke. Optimális diszkrét spektráeloszlás meghatározása, ugyanakkor a frekvenciákban nem-konvex feladat. Tetszőleges pontosságú közelítő megoldás kapható azonban a frekvenciák előzetes, egyenletes kiosztású rögzítésével adódó, az energiaszintekben már konvex optimalizálási feladat megoldásával. Megmutatható, hogy ennek a véges dimenziós feladatnak – a súlyok alkalmas randomizálása mellett – egyetlen optimális megoldása van és ez kellően – egy elméleti határon belül – ritka. A módszert egy lineáris rendszer pólusainak fázisával paraméterezett feladatosztályon teszteltük, (nyilvánosan elérhető belső-pontos módszerrel), az elméleti határoknál ritkább eredményeket színekódolt ábrákon vizualizáljuk. Az

előadás döntően a [2] dolgozat anyagára támaszkodik, a szimulációs eredmények lényeges frissítésével.

A kutatási munkát támogatta: az Európai Unió az Autonóm Rendszerek Nemzeti Laboratóriuma keretében, RRF-2.3.1-21-2022-00002, továbbá az OTKA PD-145902 számú pályázata.

Hivatkozások

- [1] M. B. Zarrop, Optimal experiment design for dynamic system identification. Springer, 1979 .
- [2] L. Gerencsér, Gy. Michaletzky, J. Bokor and P. Polcz, “Notes on Input Design: From Multi-Sine Design to Data-Driven Procedures”, IEEE Control Systems Letters, vol. 8, pp. 1943 – 1948, 2024. DOI: 10.1109/LCSYS.2024.3416072

Further improvements of Q-compression method

Tamás Kegyes

kegyes.tamas@mik.uni-pannon.hu

Assistant Lecturer, Department of Mathematics, Faculty of Information Technology, University of Pannonia

We identified a diverse set of real-life problems belonging to the class of constrained stochastic graph traversal problems. Optimal routing problem of a truck, where the constraints describe the driver's working hours limits and the parking availability or a daily route planning of an electric delivery van, where the constraints are based on the limits of battery capacity and charging options belong to the class as well as disassembly line optimization problem, where a precedence graph describes component removal dependencies and the constraints limit the use of parallel workstations or the daily production scheduling with multiple machines and stochastic processing time. The common root of these problems is that they lead to a sequential decision problem with a mixed-integer state space. Hence, the classical solution methods are not directly applicable efficiently to the problem class, we turned to reinforcement learning methods. We developed a generally applicable Q-compression method for solving mixed-integer graph optimization problems, which is based on a dynamic discrete representation of the mixed-integer state space and provides a human-interpretable solution to the curse of dimensionality issue. The usability of our method is demonstrated on selected use cases of constrained stochastic graph traversal problems. We are improving the Q-compression method by fine-tuning the framework's discretization method, identifying further problem types for which our method can be efficiently applied, especially the stochastic multi-knapsack problem, and parallelizing the training process for multiple agents.

Hulladék gazdálkodási rendszer hálózati optimalizálása

Dr. Hegedűs Csaba, Dr. Kosztyán Zsolt, Dr. Sebestyén Tibor, Szigetvári Zsolt

szigetvari.zsolt@gtk.uni-pannon.hu

Pannon Egyetem

A magyarországi háztartások által kibocsátott szilárd hulladék mennyisége általánosan növekvő tendenciát mutat, amelynek a következményeként megnövekedett az egyes szereplők által kezelt mennyiség és néhány esetben már a kapacitás korlátokba való ütközés is megjelent. Maga hulladékgazdálkodási rendszer többretegű hálózatként ábrázolható, amely lehetővé teszi, hogy optimalizáljuk az egyes hulladékáramlásokat és a végfelhasználás lehetőségeit. A különböző feldolgozóüzemek (mechanikai és biológiai válogató, átrakóállomás és szelektív válogató) kapacitásának felülvizsgálatával és a hálózati topológia optimalizálásával a hulladékgazdálkodás rendszere korszerűsíthető, hogy megfeleljenek az elkövetkező évek növekvő újrahasznosítás előírásainak, és támogassák a rendszer fenntartható működését. Kutatásunk során a hálózatban résztvevők szerepét, elhelyezkedését és kapacitását figyelembevéve javaslatot teszünk egy hatékonyabb működési modell kialakítására. A munka célja a feldolgozóüzemek optimális elhelyezésének meghatározása. A tanulmány során a szereplők klaszterezését végeztük el és adott csoporton belül kialakítottuk az optimális hulladék áramlásokat. A kidolgozott modellt egy valós, magyarországi adatokon alapuló esettanulmányon teszteljük. Az eredmények azt mutatják, hogy a javasolt módszertan alkalmas a hulladékgazdálkodási rendszer optimalizálására és új szemléletet ad hozzá a korábbi hulladékgazdálkodási szakirodalomból származó modellekhez.

Szubmoduláris függvény maximalizálásáról

Csókás Eszter

csokas@inf.u-szeged.hu

Szegedi Tudományegyetem

A kombinatorikus optimalizálás egyik kulcsfontosságú problémája a szubmoduláris függvények maximalizálása, és ez sok esetben olyan gráfokat foglal magában, amelyeken a maximalizálás meghatározott. A probléma jól tanulmányozott, ezért számos algoritmus található a szakirodalomban. A mohó stratégia gyorsan talál egy olyan megvalósítható megoldást, amely garantálja a $(1 - 1/e)$ közelítést. Sok olyan alkalmazás létezik azonban, amely belátható számítási időn belül optimális eredményt vár el. A globális optimum megtalálásának egyik népszerű módszere a feltétel-generáló (CG) algoritmus. Hagyományosan a CG kezdeti megvalósítható megoldását a mohó algoritmus adja meg. Kiderült, hogy a mohó megoldástól eltérő kiindulási pont választása jobb teljesítményt eredményezhet a futási idő szempontjából. Erre dolgoztunk ki korábban egy stratégiát, amely nem teljes páros gráfokon működik hatékonyan. Jelenlegi munkámban az eljárás kiterjesztését mutatom be, melynek teljesítményét numerikus tesztekkel támasztom alá.

Többállapotú befolyás terjedés hálózatokban

Krész Miklós

miklos.kresz@innorenew.eu

Szegedi Tudományegyetem, InnoRenew CoE & UP IAM (Szlovénia)

A szociális hálózatokban terjedő diffúziós folyamatok tanulmányozása az információterjedés modellezés kapcsán az 1970-es évekre nyúlik vissza, a legismertebb megközelítés az úgynevezett Lineáris Küszöb Modell (Granovetter, 1978). Az üzleti folyamatok esetében a Független Kaszkád Modell (Goldenberg, Libai és Muller, 2001) terjedt el széles körben, melyre Domingos és Richardson fogalmazott meg 2001-ben egy optimalizálási problémát. A fenti modelleket Kempe, Kleinberg és Tardos 2003-ban helyezte egységes keretbe, a Befolyás terjedés maximalizálásnak, mint hálózat alapú kombinatorikus optimalizálási problémának a definiálásával. A befolyás terjedés maximalizálási probléma esetében adott egy irányított élsúlyozott gráf és egy aktivációs függvény, amely minden csúcs esetében meghatározza az aktív szomszédokból befutó élek súlyainak függvényében az adott csúcs aktívvá válásának valószínűségét. A diffúziós folyamat kezdetén adott k darab aktív csúcs és iteratív módon minden lépésben az aktivációs függvény szerint terjed a „befolyás” a hálózatban. A folyamat sztochasztikus jellege miatt így adott k csúcs esetében a terjedési függvény értékeként az aktiválódott csúcsok számának várható értékét kapjuk. A legbefolyásosabb k csúcs kiválasztásának feladata a terjedési függvény maximalizálása által adódik. A fentiekben leírt feladat azonban nem veszi figyelembe az aktiváció szintjét, amely hatással lehet a terjedés intenzitására: információ terjedés esetében például nem biztos, hogy valakit befolyásolni sikerül, de az információ rendelkezésre állhat, amit így képes terjeszteni (hasonlóan a tünetmentes emberek szerepéhez a vírusok terjedésénél). Ezen értelemben több állapotú befolyás terjedésről beszélhetünk, melynek különböző maximalizálási feladatát vizsgáljuk meg az előadás során.

Adatok konzisztencia fogalmának vizsgálata két- és többopciós Thurstone-motivált modellek esetén

Tóth-Merényi Anna, Mihálykó Csaba, Mihálykóné Orbán Éva, Gyarmati László

toth-merenyi.anna@phd.mik.uni-pannon.hu

Pannon Egyetem, Matematika Tanszék

A páros összehasonlítás jól ismert és nagyon hasznos módszere az adatgyűjtésnek, valamint a döntéshozatalnak. Különösen igaz ez olyan esetekben, amikor az összehasonlítást nehéz egy skálaértékhez mérni, de sokkal könnyebb megállapítani, hogy melyik jobb vagy rosszabb egymáshoz képest. Mivel az adatok ilyen esetekben nem számok, hanem relációk, ezért az adatok kiértékelése speciális módszerek segítségével történik. Egyik gyakran használt, Magyarországon is intenzíven kutatott páros összehasonlítási módszer a páros összehasonlítási mátrixon alapuló módszer. Másik módszer-, illetve modelles család a sztochasztikus háttérű modellek, beleértve a Thurstone-motivált látens valószínűségi változókon alapuló, valamint a Davidson által kidolgozott modellt. A páros összehasonlítási mátrixokon alapuló módszerek esetén nagy jelentősége van az adatok konzisztenciájának, inkonzisztenciájának, az inkonzisztencia mérőszámának. A sztochasztikus modellek esetén ez egyelőre kevésbé kutatott terület. Kétopciós Bradley-Terry modellben a közelmúltban sikerült kapcsolatot teremteni a két ág között a páros összehasonlítási mátrixok esetén általánosan használt konzisztencia fogalmán keresztül [1]. Az adatok konzisztencia fogalmát ugyanezen bázison keresztül a Luce-féle választási axióma teljesülése révén a háromopciós Davidson modellre is kiterjesztettük [2], de a három- és többopciós Thurstone-motivált modellek esetén ez a fajta definíció nem működik. Ugyanez mondható el kétopciós, Bradley-Terry modelltől különböző esetekben is. Azonban a korábbi publikációkban bizonyított ekvivalenciaállítások lehetőséget teremtenek az adatok konzisztencia fogalmának definiálására az előbb említett Thurstone-motivált modellek esetén is. Ebben az előadásban bemutatjuk, hogy a konzisztencia fogalmát Thurstone-motivált modellek esetén hogyan lehet ál-

talánosítani. Az elméleti eredmények mellett véletlen szimulációkon alapuló kísérletekkel támasztjuk alá, hogy inkonzisztens adatok esetén mely összehasonlítási struktúrákat érdemes használni, hogy a legközelebb kerüljünk nemteljes összehasonlítások segítségével a teljes összehasonlításokban rejlő információhoz.

Hivatkozások

- [1] Gyarmati, L., Orbán-Mihálykó, É., Mihálykó, C., Szádóczki, Z., & Bozóki, S. (2023). The incomplete Analytic Hierarchy Process and Bradley–Terry model:(in) consistency and information retrieval. *Expert Systems with Applications*, 229, 120522.
- [2] Mihálykó, C., Orbán-Mihálykó, É., Gyarmati, L. Consistency and Inconsistency in the Case of a Stochastic Paired Comparison Model. *IEEE 3rd Conf. Inf. Technol. Data Sci. (CITDS) Debrecen, Hungary, 2024*, pp. 1–6

Páros összehasonlítás mátrixok Pareto-hatékony súlyvektori halmazának típusai

Ábele-Nagy Kristóf, Bozóki Sándor, Szádóczki Zsombor

kristof.abele-nagy@uni-corvinus.hu

BCE, BCE, HUN-REN SZTAKI, BCE, HUN-REN SZTAKI

A többszemponútú döntésmélet egyik széles körben használt eszköze a páros összehasonlítás mátrix, melyből a szempontok fontosságára, vagy az alternatívák értékelésére vonatkozó súlyvektort lehet számítani. A súlyvektor Pareto-hatékonyasága azt jelenti, hogy egy mátrixelemet sem lehet a súlyvektor elemeinek arányával pontosabban becsülni anélkül, hogy egy másik mátrixelem esetén ez a becslés ne romlana. Mivel a Pareto-hatékonyaság egy természetesen elvárható tulajdonság egy súlyvektortól, ezért egy adott mátrixhoz tartozó Pareto-hatékony súlyvektorok halmazának feltérképezése fontos feladat. Erre a problémára egy geometriai megközelítést alkalmazunk 4x4-es páros összehasonlítás mátrixok esetén. Megmutatjuk, hogy egy általános (konzisztens triád nélküli) páros összehasonlítás mátrixhoz tartozó Pareto-hatékony vektorok halmaza három tetraéder uniója, a tetraéderek csúcsai pedig olyan súlyvektorok, amik az összehasonlítások grájában egy-egy 3 hosszúságú útnak felelnek meg.

Páros összehasonlítás mátrixok optimális numerikus skálái és kitöltési mintázatai

Szadoczki Zsombor, Bozóki Sándor, Sipos László, Galambosi Zsófia

szadoczki.zsombor@sztaki.hu

Szadoczki Zsombor: HUN-REN Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (SZTAKI), Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratórium, 1111 Budapest, Kende u. 13-17., Budapesti Corvinus Egyetem, Operáció és Döntés Intézet, Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszék, 1093 Budapest, Fővám tér 8., Bozóki Sándor: HUN-REN Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (SZTAKI), Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratórium, 1111 Budapest, Kende u. 13-17., Budapesti Corvinus Egyetem, Operáció és Döntés Intézet, Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszék, 1093 Budapest, Fővám tér 8., Sipos László: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Árukezelés, Kereskedelem, Ellátási Lánc és Érzékszervi Minősítés Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43., HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont (KRTK), Közgazdaságtudományi Intézet, 1097 Budapest, Tóth Kálmán utca 4., Galambosi Zsófia: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Árukezelés, Kereskedelem, Ellátási Lánc és Érzékszervi Minősítés Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

A többszemponútú döntési módszerek területének egyik alapvető eszköze a páros összehasonlítás mátrix. A gyakorlati alkalmazások során a döntéshozók által megadott verbális értékeléseket alakítjuk át egy előre meghatározott numerikus skála segítségével számadatokká. Az előre lerögzített numerikus skála azonban nem minden feladatban és nem minden döntéshozó esetén reprezentálja megfelelően a valódi preferenciákat, aminek köszönhetően a valós preferenciáktól jelentősen eltérő eredményeket kaphatunk. Ennek vizsgálatára egy 100 főből álló mintán hajtottunk végre egy színválasztó tesztet, mely során nem csak négyértékű verbális skálán alapuló páros összehasonlítás mátrixok segítségével, de közvetlen pontozással is mértük a kitöltők preferenciáit. Emellett az így kapott empirikus páros összehasonlítás mátrixok optimális kitöltési mintázatait is vizsgáltuk, amely korábban csak szimulált mátrixokon került bemutatásra az irodalomban. Eredményeink alapján az Analytic Hierarchy Process módszertanban alkalmazott, páros összehasonlítás mátrixokra vonatkozó numerikus skálára jellemző értékeknél jóval kisebb különbségek figyelhetők meg az egyes verbális kategóriák között.

Hiányzó elemek helyének hatása páros összehasonlítási mátrixok (in)konzisztencia szintjére

Ágoston Kolos Csaba és Csató László

kolos.agoston@uni-corvinus.hu

Budapesti Corvinus Egyetem és SZTAKI

A páros összehasonlítási mátrixok inkonzisztencia szintjének vizsgálata komoly múltra tekint vissza. Bár az inkonzisztencia meghatározására sok különböző mérőszámot javasoltak, a gyakorlat-ban leginkább alkalmazott módszer a Saaty nevéhez köthető (in)konzisztencia index, ahol a nevezetes 10%-os szabály alapján történik a döntés: az inkonzisztencia szintje elfogadható, ha nem haladja meg a véletlen generált páros összehasonlítás mátrixok átlagos inkonzisztenciájának tizedét. A Saaty által a mátrix méretének függvényében meghatározott küszöbértékek azonban nem alkalmazhatók nem teljesen kitöltött páros összehasonlítás mátrixok esetén, mert ekkor a hiányzó elemeket jellemzően az inkonzisztencia értékének minimalizálásával választják meg. Egy korábbi kutatásunkban megmutattuk, hogy a küszöbértékeket a mátrixméret mellett a hiányzó elemek száma is befolyásolja. Ebben az előadásban a hiányzó elemek elhelyezkedésének szerepével foglalkozunk. Megvizsgáljuk az egyes mintázatok előfordulásának esélyét is véletlen generált mátrixokban.

Négyzetes algoritmus a maximális súlyú (k, l) -ritka részgráf problémára

Deák Bence, Madarasi Péter

deakbence2002@gmail.com

Eötvös Loránd Tudományegyetem, HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

Egy gráfot (k, l) -ritkának nevezünk, ha a csúcsok minden X részhalmaza legfeljebb $\max\{k |X| - l, 0\}$ élt feszít. Élsúlyozott gráfban egy legsúlyosabb (k, l) -ritka részgráf keresése sokat vizsgált, polinom időben megoldható feladat, amely számos alkalmazással bír a kombinatorikus optimalizálásban és a merevség-elméletben. Közismert, hogy a (k, l) -ritka részgráfok élhalmazai egy matroid független halmazait alkotják. Ennek következtében az élek súly szerinti csökkenő sorrendben történő feldolgozásával és a ritkasági feltételt megtartó élek egyenkénti beszúrásával felépíthető egy legsúlyosabb (k, l) -ritka részgráf. Így a probléma annak eldöntésére redukálható, hogy egy adott (k, l) -ritka részgráf egy új él hozzáadását követően is (k, l) -ritka marad-e. A ritkaság ellenőrzéséhez egy befok-korlátos irányítási feladatot oldhatunk meg javítóutas algoritmussal csúcsszámnyi lépésben. Mivel ezt a vizsgálatot minden élre végre kell hajtunk, az algoritmus teljes futásideje $O(nm)$, ahol n a csúcsok, m pedig az élek száma. A szakirodalomban elfogadottá vált egy megközelítés, amely ezt az eljárást $O(n^2 + m)$ idejűre gyorsítja. Azonban kiderült, hogy a súlyozott esetben a futásidő-elemzés hibás, és sokáig nyitott kérdés volt, hogy létezik-e a fenti naiv algoritmushoz gyorsabb megoldás. Előadásunkban pozitív választ adunk erre a kérdésre: bemutatunk egy algoritmust, amely kizárólag a beszúrható élekre oldja meg a befok-korlátos irányítási feladatot, míg a nem beszúrható éleket egy megfelelő adatszerkezet segítségével konstans időben elutasítja. Ezzel elérhető az $O(n^2 + m)$ futásidő.

Approximating Submodular Matroid-Constrained Partitioning

Bérczi Kristóf, Karthekeyan Chandrasekaran, Király Tamás, Szabó Dániel P.

dszabo2@wisc.edu

ELTE, UIUC

The submodular partitioning problem asks to minimize, over all partitions $\mathcal{P}$ of a ground set V , the sum of a given submodular function f over the parts of $\mathcal{P}$. The problem has seen considerable work in approximability, as it encompasses multiterminal cuts on graphs, k -cuts on hypergraphs, and elementary linear algebra problems such as matrix multiway partitioning. This research has been divided between the fixed terminal setting, where we are given a set of terminals that must be separated by $\mathcal{P}$, and the global setting, where the only constraint is the size of the partition. We investigate a generalization that unifies these two settings: submodular matroid-constrained partition. In this problem, we are additionally given a matroid over the ground set and seek to find a partition $\mathcal{P}$ in which *there exists* some basis that is separated by $\mathcal{P}$. We explore the approximability of this problem and its variants, reaching the state of the art for the special case of symmetric submodular functions, and provide results for monotone and general submodular functions as well.

Egalitárius aciklikus irányítások

Borsik Nóra Anna, Madarasi Péter

madarasip@staff.elte.hu

Eötvös Loránd Tudományegyetem, HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet és Eötvös Loránd Tudományegyetem

Az egalitárius aciklikus irányítási feladatban egy irányítatlan gráf éleit kell megirányítani úgy, hogy a kapott irányított gráf aciklikus legyen, miközben a befokok a lehető „legegyenletesebben” oszlanak el. Mit is értünk egyenletes alatt? Egy természetes célkitűzés a legnagyobb befok minimalizálása. Ilyen irányítást mind az aciklikusság megkövetelése mellett, mind annak elhagyásával polinom időben lehet találni. Ha azonban az éleken adott egy w súlyfüggvény és a cél a legnagyobb w -befok minimalizálása, akkor a nem-aciklikus esetben NP-nehézzé válik a feladat, ezzel szemben az aciklikusság megkövetelésével a w -súlyozott befok minimalizálása továbbra is polinom időben megoldható. További három egyenletességi fogalmat vizsgálunk. Olyan (aciklikus) irányítást keresünk, amely minimalizálja a legnagyobb befokot, majd ezen belül a második legnagyobb befokot, és így tovább. Ennek ellenpárja a legkisebb befok maximalizálása, majd ezen belül a második legkisebb maximalizálása, és így tovább. Foglalkozunk olyan (aciklikus) irányításokkal is, amelyek egy ϕ diszkrét szigorúan konvex függvényre minimalizálják a befokok ϕ -összegét (azaz $\min \sum \{\phi(\rho(v)) : v \in V\}$, ahol $\rho(v)$ a v csúcs befoka). Az aciklikussági feltétel elhagyása esetén Frank és Murota eredményei szerint az említett három feladat optimális megoldásai egybeesnek, és egy ilyen irányítás polinom időben kereshető. Megmutatjuk azonban, hogy az aciklikusság kikötése lényegesen megváltoztatja a feladatok struktúráját: a kapott feladatok nem ekvivalensek és mindegyik NP-nehéz. Sőt, különböző ϕ függvényekre is lényegesen eltérő, szintén NP-nehéz feladatokat kapunk. Végül bemutatunk egy approximációs algoritmust a befokok négyzetösszegének minimalizálására, amely fontos szerepet játszik bizonyos routing protokolloknál.

Az S/MCR alkalmazásokkal kapcsolatban a normalizálás problematikus alkalmazásáról

Rajkó Róbert

Prof.Rajko@gmail.com

Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Kecskemét

1) Definiáltam a külső és belső normalizálást S/MCR (Self Modeling/Multivariate Curve Resolution) alkalmazásokhoz. 2) Az irreducibilis mátrixokkal kapcsolatban: a Perron-Frobenius tétel a valós irreducibilis nem-negatív négyzetes mátrixokra vonatkozóan kimondja, hogy bár a maximális abszolút sajátértékek nem feltétlenül egyértelműek, de a szigorúan pozitív maximális sajátérték esetében a megfelelő sajátvektornak szigorúan pozitív összetevői vannak. Ennek az ellenkezője azonban általában nem igaz, azaz egyes „kezelhető” reducibilis mátrixok szigorúan pozitív maximális sajátértékkel, ill. a megfelelő sajátvektor pedig szigorúan pozitív komponensekkel rendelkezhet. Bizonyos mátrixok amik negatív elemeket is tartalmaznak, szigorúan pozitív maximális sajátértékkel és pozitív elemű kapcsolódó sajátvektorral rendelkezhet. 3) Bemutatok egy részletes Matlab Live Editorával szerkesztett Matlab szkriptet (jegyzőkönyv, notebook), amellyel interaktívan is kipróbálhatók az algoritmusok.

Neurális hálózatok paraméterrobusztussága

Szász Attila

szasz@inf.u-szeged.hu

Szegedi Tudományegyetem

Az elmúlt években a neurális hálózatok pontossága és megbízhatósága folyamatosan fejlődött, köszönhetően az új tanítási módszereknek. A megbízhatóság vizsgálatának céljából számos támadási technikát dolgoztak ki, amelyek két fő kategóriába sorolhatók: bemenetalapú és paraméteralapú támadások. Az ellenséges, más szóval adverszális példákon alapuló bemenetalapú támadások rávilágítottak arra, hogy még a robusztusnak tartott modellek is sebezhetők, akár már szabad szemmel láthatatlan bemeneti módosítások is kiválthatnak ellenséges viselkedést. Ezzel párhuzamosan egyre nagyobb figyelmet kaptak a paramétertámadások, amelyek a hálózat paramétereinek manipulálásával idéznek elő hibás működést. A hálózatok paraméterrobusztusságának növelése érdekében az egyik legelterjedtebb megközelítés az Adverszális Súly Perturbáció (AWP) módszer, amely azonban az optimalizálás során rendkívül alulbecsüli a legrosszabb esetet, így nem nyújt megfelelő védelmet a paramétertámadásokkal szemben. Munkánk során egy olyan tanítási algoritmust fejlesztettünk ki, amely csökkenti az alulbecslés mértékét, ezáltal ellenállóbbá téve a hálózatokat a paramétertámadásokkal szemben. Emellett vizsgáltuk a paraméterrobusztusság és az inputrobusztusság kapcsolatát, amely eddig kevésbé feltárt terület a szakirodalomban.

Intervallum alapú korlátok mesterséges neuronhálók verifikálásához

Csendes Tibor

csendestibor@gmail.com

Szegedi Tudományegyetem

Napjaink egyik fontos megoldatlan problémája a mesterséges neuronhálók helyes működésének igazolása. Szegedy Krisztián és munkatársai 2014-es cikkükben (<https://doi.org/10.48550/arXiv.1312.6199>) leírták az ún. ellenséges példák jelenségét. A fő állítás az, hogy helyesen betanított neuronhálókhoz is vannak olyan bemenetek, amelyek az emberi megítélés szerint könnyen osztályozhatók, mégis a neuronháló helytelen választ ad. Az ilyen esetek ugyan ritkák, de hatékonyan kereshetők. Kritikus alkalmazásokhoz jó lenne tudni, hogy helyes döntés várható-e legalább néhány bemenethez közeli adat esetén. Ezt egy alkalmas verifikáló eljárás dönthetné el. Sajnos egy korábbi cikkünkben (<https://openreview.net/forum?id=4IwieFS44l>) megmutattuk, hogy a létező verifikálók mind becsaphatók. A jelen előadás azzal foglalkozik, hogy milyen minőségű befoglaló függvényeket lehet kapni intervallum aritmetikával, és ezek túlbecslése mitől és hogyan függ. Ezek az elméleti eredmények alkalmas javaslatokhoz vezethetnek a megengedett neuronháló típusokra vonatkozóan.

Diszkontált Markov döntési folyamatok

Balog Imre, Pintér Miklós

imre.balog3@uni-corvinus.hu

Budapesti Corvinus Egyetem

Az előadásunkban diszkrét idejű Markov-döntési folyamatokkal foglalkozunk klasszikus és végesen additív világok esetében. Klasszikus világban, azaz amikor valószínűségi mértékekkel dolgozunk, ismertetjük a Borel-féle játékmodell eredményeit állapot- és akciófüggő diszkontálás mellett (feltételezve, hogy az aktuális diszkontráta befolyásolja a jövőbeli diszkontfaktorokat). Végesen additív világ esetében, azaz amikor valószínűségi előmértékkel dolgozunk, általánosítjuk Sudderth (2016) cikkét állapot- és akciófüggő diszkontálás esetére. Emellett bemutatjuk a szeparábilis diszkontálás esetét is, feltételezve, hogy a diszkontráta már az időtől is függ. Az előadás során néhány alkalmazási lehetőséget is tárgyalunk.

Strong consistency of beliefs

Miklós Pintér

miklos.pinter@gmail.com

Corvinus University of Budapest

Given a type space. The players' beliefs are strongly consistent if the players' sets of the adequate aggregation of beliefs (compact convex sets) are properly separable. Interestingly, proper separation cannot be characterised by the intersection of the sets. By mean of three examples we demonstrate the above observation.

Hegedűviroózok: Előadásuk elhalványul az idő múlásával?

Puppe Clemens és Tasnádi Attila

attila.tasnadi@uni-corvinus.hu

Karlsruhe Institute of Technology és Budapesti Corvinus Egyetem

Számos területen az emberek generációról generációra egyre jobbak. Ez vélhetően így van például a sportban és a tudományban. Igaz ez a művészetekre is? Ebben a tanulmányban azokat a hegedűművészeket vizsgáljuk, akikről készültek hang- és videofelvételek. A YouTube-nézettségi számok alapján és különböző aggregációs módszerek alkalmazásával arra a következtetésre jutottunk, hogy a múlt század közepén élt hegedűművészek nézettsége nem marad el a kortárs hegedűművészekétől. Módszertanilag elemzésünk hozzájárul a hiányos listák aggregálásával foglalkozó, egyre bővülő szakirodalomhoz. Konkrétan bevezetjük a Nash-féle kollektív hasznossági függvény általánosítását a nem teljes listákra.

Performance Attribution: the Harsanyi Method

Carlo Acerbi, Péter Csóka, P. Jean-Jacques Herings

peter.csoka2@gmail.com

École polytechnique fédérale de Lausanne, Institute of Finance, Corvinus University of Budapest and HUN-REN Centre for Economic and Regional Studies, Department of Econometrics and Operations Research, Tilburg University

We introduce a generalized performance attribution framework for portfolio management, addressing key limitations of classical Brinson models. Our framework defines a performance attribution problem by incorporating decision-makers, feasible actions capturing ex-post realizations, benchmarks, and a general return function, allowing for broad applicability. We propose the Harsanyi attribution function, rooted in cooperative game theory, to allocate excess returns among all possible teams of decision-makers, including individuals, capturing synergistic effects. To enhance computational efficiency, we establish three key theorems that significantly reduce complexity and improve practical implementation. We apply this framework to the Brinson-Fachler and Brinson-Hood-Beebower models and demonstrate that Harsanyi attribution supports the industry-standard Brinson-Fachler model over Brinson-Hood-Beebower. Furthermore, we characterize the Harsanyi attribution function axiomatically and prove that it is the unique method satisfying efficiency, outsider independence, and null contribution. Efficiency requires that the full excess return should be attributed. Outsider independence means that a team's contribution remains unaffected by setting any external decision-maker's action to the benchmark. Null contribution ensures that a team containing a decision-maker who selects the benchmark action gets zero contribution.

Matroidok szorzata szubmoduláris összekapcsolással

Kristóf Bérczi, Boglárka Gehér, András Imolay, László Lovász, Balázs Maga, Tamás Schwarcz

kristof.bercz@ttk.elte.hu

Eötvös Loránd Tudományegyetem, HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A matroid szorzatok vizsgálata az 1970-es évekre nyúlik vissza, amikor Lovász és Mason különböző típusú szorzatok létezését kutatták. Ezek közül a tenzorszorzat a legfontosabb, amely a lineáris algebrában ismert tenzorszorzat kiterjesztéseként értelmezhető. Las Vergnas azonban megmutatta, hogy két matroid tenzorszorzata nem mindig létezik, ami miatt a matroid szorzatok vizsgálata évtizedekre háttérbe szorult. A valószínűségelméletbeli "coupling" mintájára bevezetjük az "összekapcsolás" fogalmát matroidokra, illetve szubmoduláris halmazfüggvényekre. Ez az operáció a tenzorszorzat relaxáltjának tekinthető. Ellentétben a tenzorszorzattal, megmutatjuk, hogy bármely két szubmoduláris függvénynek létezik összekapcsolása, mely ráadásul választható növekvőnek, ha az eredeti függvények növekvők. Következésképpen megmutatjuk, hogy két matroid mindig összekapcsolható.

Extremális kódelméleti problémák lineáris és kvadratikus modellezése

Naszvadi Péter^{1,2} és Koniorczyk Mátyás¹

naszvadi.peter@wigner.hun-ren.hu

¹HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont, ²ELTE Informatikai Kar

Vegyes extremális Hamming kódcsomagolásokat vizsgálunk: a kódelmélet egyik fontos kérdése a maximális elemszámú ún. hibajavító kódok számosságának meghatározása. Ezek és természetes általánosításuk közismert kombinatorikai-kódelméleti szélsőérték-problémák - egészértékű optimalizálási feladatokként is megfogalmazhatók, többféle ekvivalens alakban. Ezen problémák standard $0 - 1$ egészértékű lineáris programozási feladatként leírt modellje nem oldható meg hatékonyan - gyakorlatban már kis-közepes méretekben sem, gyakorlatban minden más elvű, kimerítő kereséssel egyenértékű modell megoldása hatékonyabbnak bizonyult. Az arxiv preprintünkben (<https://arxiv.org/abs/2310.01883>) közöltünk többek közt egy lemmát, amivel a folytonos gömbfelszíni körpakolásnál, a Tammes-problémánál bevezetett kontakt gráf fogalom segítségével a standard $0 - 1$ programot további lineáris korlátozó feltétellel egészíthetjük ki. Az így bővített bináris egészértékű IP modellt már közepes méretekben is hatékonyan meg tudtuk oldani mind üzleti, mind szabadon használható egészértékű megoldókkal (CPLEX, GLPK, SCIP). Az előadásunkban a preprintben található eredményekhez képest további új lemmákat fogalmazunk meg, amelyek segítségével a modellek megoldhatósága tovább javítható. Az így elért numerikus eredmények tükrében áttekintést adunk számos éles kódcsomagolási rekordról. Eredményeink arra is alkalmasak, hogy bizonyos nagyobb problémákat kisebb problémákká dekomponáljuk. Ez a dekompozíció a feladat kvadratikus megfogalmazására is alkalmazható, ami lehetővé teszi, hogy a feladatokat a jövőben újszerű, például kvantum heurisztikákat alkalmazva is megoldjuk.

Bináris lineáris programok megoldása kvantumos hibrid feltételgenerálással

Czégel András, G.-Tóth Boglárka

czegel@inf.u-szeged.hu

Szegedi Tudományegyetem

A kvantumszámítás egyik legígéretesebb területe a kvantumos optimalizálás. Habár sok hibrid algoritmus létezik, amelyek jellemzően önállóan próbálják az egész problémát megoldani. Mi ezzel szemben nem új algoritmust definiálunk a problémára, hanem két, már régóta létező koncepciót ötvözzünk: a kvantumos hibrid optimalizáló algoritmust becsomagoljuk egy iteratív feltételgenerálásba. Ezt úgy érjük el, hogy az eredeti bináris lineáris programot, feltételek nélkül elkódoljuk egy Ising Hamilton operátorba, ahol az általa definiált rendszer alapállapota kódolja el az optimális megoldás(oka)t. Utána a kvantumos optimalizáló algoritmus zajosságát és probabilisztikus természetét kihasználva iteratívan, az eredeti probléma alapján adunk hozzá az operátorhoz bonyolító kifejezéseket. Ezen kifejezések az eredeti probléma feltételeit reprezentálják. A segítségükkel azt érjük el, hogy a kvantumos algoritmus lehetséges megoldást találjon, amely ekkor elméletben az eredeti feladat esetében optimális megoldást jelent.

QUBO és quantum annealing: alkalmazások és perspektívák

Koniorczyk Mátyás¹, Krzysztof Domino², Naszvadi Péter^{1,3}

koniorczyk.matyas@wigner.hun-ren.hu

¹HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest, ²Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej Polskiej Akademii Nauk, Gliwice ³ELTE Informatikai Kar, Budapest

A kvadratikus bináris korlát nélküli optimalizálás (QUBO) a közelmúltban jelentős érdeklődés tárgyává vált, elsősorban azért, mert a kvantumszámítógép hardverek és a különféle, részben fizika által motivált heurisztikák hatékony megoldási módszereket kínálnak. Ebben az előadásban néhány ezzel kapcsolatos kutatási eredményüket mutatjuk be. Korábban elsőként alkalmaztuk a kvantum annealereket egy vasúti optimalizálási feladat: a forgalmi konfliktuskezelés megoldására. A jelenlegi kis méretű zajos (NISQ) kvantumhardverek azonban erős limitációt jelentenek a feladat skálázhatóságában. Ezért a kutatás folytatásában a probléma nagyobb skálájú, potenciálisan gyakorlati relevanciával is bíró változatainak megoldására hibrid klasszikus-kvantum módszert használtunk. Ennek segítségével egy más szakterülettel kapcsolatos, de a vasútihoz hasonló job-shop feladatot, az autonóm mobil ipari robotok (AGV-k) közlekedésének feladatát is megoldottunk egy konkrét üzem esetére. A kutatás a sikeres megoldás mellett rávilágított ennek a ma divatos kutatási iránynak a buktatóira, korlátaira. Ezek ismertetése után előzetes eredmények bemutatásával arra keressük a választ, milyen problémákban lehetnek valóban hasznosak a NISQ hardverek, és a kapcsolódó heurisztikák.

Hálózatalapú strukturális egyenlet-modellek

Koszttyán Zsolt Tibor

koszttyan.zsolt@gtk.uni-pannon.hu

Egyetemi tanár, Pannon Egyetem, Kvantitatív Módszerek Intézeti Tanszék

A korábban kifejlesztett hálózat alapú modell redukciós módszerünket mind-ezidáig adat- és modell redukciós feladatokra alkalmaztuk. A módszer előnye, hogy nem kellett megadni előre a klaszterek, illetve változócsoportok számát. Ebben a kutatásban, a módszert továbbfejlesztve, felügyelt gépi tanulási problémák megoldására, valamint a változócsoportok közötti látens struktúrák feltárására alkalmaztuk az eljárásunkat. A módszer képes önállóan csoportosítani a változókat, amelyek mögött meghúzódó látens változók és azok összefüggéseit is azonosítja, feltárva a magyarázó és magyarázott változók közötti strukturális modelleket. A javasolt módszer automatikusan kizárja azokat a változókat, amelyek nem kapcsolódnak a modell struktúrához. A vizsgálataink azt mutatják, hogy a javasolt módszer akkor is alkalmazható, ha a változók száma jelentősen meghaladja a megfigyelések számát. Ugyanakkor a módszer legnagyobb előnye, hogy nem kell előre megadnunk modell struktúrát, csak a magyarázó és a magyarázó változók körét. Az eredmény egy olyan strukturális modell, amely összevethető a hagyományos modellvezérelt strukturális egyenlet-modellekkel, lehetővé téve a meglévő elméleti összefüggések értékelését és új összefüggések feltárását. A kutatás során már közzétett adatbázisokat használtuk, és a megközelítést a gépi tanulási és a strukturális egyenlet-modell alapján meghatározott módszerekkel hasonlítottuk össze. A javasolt módszerből R csomag is készült, mely a kutatók számára szabadon hozzáférhető.

Környezeti hatások elemzése baromfi antibiotikum-rezisztenciájára gráf-alapú gépi tanulási modelleken keresztül

Strang Orsolya¹, Csorba Szilveszter^{1,2}, Vribék Krisztián¹, Farkas Máté^{1,2}, Pfeifer Dániel³, Kovács Edith Alice^{2,3}, Farkas Zsuzsa^{1,2}

strang.orsolya@univet.hu

¹Állatorvostudományi Egyetem, ²Fertőző Állatbetegségek, Antimikrobiális Rezisztencia, Állatorvosi Közegészségügy és Élelmiszerlánc-biztonság Nemzeti Laboratórium, ³Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Az antimikrobiális rezisztencia (AMR) komplex egészségügyi, társadalmi-gazdasági, környezeti és geopolitikai tényezők következménye. Az AMR jelentős kihívást jelent az élelmiszerláncban és állategészségügyben, ami szükségessé teszi a terjedését befolyásoló magas szintű indikátorok átfogó megértését. A nagy mennyiségű adat alapján kialakított tudásintegráció és megfelelő modellek hozzájárulnak ahhoz, hogy csökkentsük az AMR által okozott károkat. Kutatási kérdés: a környezeti tényezők komplex/individuális hatásai milyen módon befolyásolják az antibiotikum-rezisztencia terjedését baromfik esetén. Az AMR modellezéshez a *Campylobacter* baktériumtörzsek kvantitatív minimális gátló koncentráció (MIC) adatait használtuk fel célváltozóként az előre meghatározott küszöbértékek szerint dichotomizálva rezisztenssé és nem rezisztenssé. A globális indikátorok tekintetében olyan mutatókat választottunk, amelyek a szakértői információk és a szakirodalom alapján is hatással lehetnek egymásra és a választott célváltozóra. Az adatokat a FAOSTAT és az EFSA/Zenodo adatbázisokból gyűjtöttük több EU-s országra vonatkozóan. A kutatás több fázisból tevődött össze. Az első lépésben véletlen fa alapú eljárással kiderítettük, hogy a rendelkezésre álló adat tartalmaz-e elég információt a vizsgált antibiotikum-rezisztenciáról. Miután erre pozitív választ kaptunk, az összefüggések elemzésére került sor. Először a direkt összefüggéseket vizsgáltuk a páros információ-tartalmak vizsgálatával. Ennek alapján létrehoztunk egy gráfot, amely a szignifikáns direkt kapcsolatokat tartalmazza. A szakértői analízisek alapján felmerült, hogy a kapott gráf redundanciákat is tartalmaz. Ennek kezelésére a to-

váblépés a grafikus valószínűségi modellekhez vezetett: Naive Bayes, Bayes hálózat, illetve az újonnan bevezetett Általánosított Naive Bayes eljárás. Az eljárások nemcsak a rezisztenciára való hajlamosságot tudják prediktálni, hanem valószínűséggel kifejezhető becslést is tudnak adni az antibiotikum-rezisztencia kialakulására, kiindulva a számításba vett környezeti tényezők ismeretéből. Az eredmények más black-box gépi tanulási módszerekhez képest szakértők által értelmezhetőek, továbbá a gráfok ismeretében érzékenységi vizsgálatok is elvégezhetőek. Összegezve a grafikus valószínűségi modellekre épülő módszerek alkalmazásával olyan többletinformációra tehetünk szert, amelyekre a black-box modellek nem képesek rávilágítani. Az AMR szintjének előrejelzése, valamint a magas szintű indikátorok hatásainak matematikai értelmezése lehetővé teszi a felkészülést és a megfelelő időben történő kockázatcsökkentési intézkedések meghozatalát, valamint elősegíti a döntéshozatali folyamatokat. Köszönetnyilvánítás: Fertőző állatbetegségek, antimikrobiális rezisztencia, állatorvosi közegészségügy és élelmiszerlánc-biztonság Nemzeti Laboratóriuma (RRF-2.3.1-21-2022-00001) által finanszírozott kutatás

Az EU tagállamainak rangsorolása a mesterséges intelligencia iparági alkalmazása alapján

Bánhidi Zoltán, Dobos Imre, Lülök Gergely

banhidi.zoltan@gtk.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közgazdaságtan Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közgazdaságtan Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék

A kutatás a mesterséges intelligencia ipari alkalmazását vizsgálja az Európai Unió tagállamaiban az EUROSTAT ICT Usage in Enterprises adatbázis alapján, amely 157 000 vállalat adatait tartalmazza. Az elemzés célja az MI iparági beágyazottságának számszerűsítése, valamint az országok rangsorolása az egyes szektorokban való alkalmazás alapján. A kutatás Data Envelopment Analysis (DEA) módszert alkalmaz az MI vállalati használatának értékelésére a különböző NACE Rev. 2 ágazatokban. A DEA lehetővé teszi az egyes országok iparágankénti relatív teljesítményének összehasonlítását, valamint az MI elterjedtségének szerkezeti különbségeinek feltérképezését. Az eredmények révén meghatározható, hogy az egyes iparágakban milyen mértékben integrálták a mesterséges intelligenciát, és hogyan alakul az alkalmazás országok közötti megoszlása. Az elemzés hozzájárul az MI ipari használatának összehasonlító vizsgálatához az Európai Unióban.

TU-játékok hasznosság függvényekkel: duálisan u-lényeges koalíciók és az u-prenukleolusz egyéb karakterizációs halmazai

Dornai Zsófia, Pintér Miklós

zsosfid77@gmail.com

HUN-REN Közgazdaság-és Regionális Tudományi Kutatóközpont, Közgazdaságtudományi Intézet, Budapest Corvinus Egyetem és HUN-REN-BME-BCE Kvantumtechnológia Kutatócsoport

Az u-prenukleolusz a prenukleolusz úgy nevezett hasznosságfüggvényekkel vett általánosítása, ami tekinthető a perkapita prenukleolusz általánosításának is. Az u-prenukleoluszra bizonyítottuk Kohlberg tételének általánosítását, továbbá Katsev és Yanovskaya tételét is általánosítottuk, megadva ezzel egy szükséges és elégséges feltételt az u-prenukleolusz létezésére és egyértelműségére. Definiáltuk az u-lényeges koalíciókat, amelyek u-kiegyensúlyozott játékok esetén az u-prenukleolusz egy karakterizációs halmazát adják meg. A játék duálisát véve, definiáltuk az u-anti-prenukleoluszt, és megmutattuk, hogy az u-anti-lényeges koalíciók karakterizálják azt. Ennek segítségével beláttuk, hogy az eredeti játékban a duálisan u-lényeges koalíciók, amik a Solymosi-Sziklai féle duálisan lényeges koalíciók általánosításai, karakterizálják az u-prenukleoluszt. Mindemellett bizonyítottuk, hogy az u-lényeges és a duálisan u-lényeges koalíciók halmazainak metszete szintén karakterizálja az u-prenukleoluszt, amennyiben az u-szűkmag valódi részhalmaza az u-magnak. Ehhez általánosítottuk Granot-Granot-Zhu egy tételét, amivel egy elégséges feltételt adunk arra, hogy egy koalíció halmaz karakterizálja az u-prenukleoluszt.

Farkas' Lemma and Linear Programming in the Infinite Case

David Bartl

bartl@opf.slu.cz

Silesian University in Opava

We consider the linear programming problem in the setting of a general vector space over a linearly ordered (commutative or skew) field. The feasible set is constrained by a system of linear inequalities and the objective function is a linear mapping into a linearly ordered vector space over the same linearly ordered field. In this algebraic setting, we recall known results: Farkas' Lemma, Gale's Theorem of the alternative, and the Duality Theorem for linear programming with a finite number of linear constraints. Nonetheless, our purpose is to study the infinite case; that is, infinite systems of linear inequalities in an infinite-dimensional space, by using a purely algebraic approach. We formulate and present a new infinite variant of Farkas' Lemma along with an infinite variant of Gale's Theorem of the alternative. Moreover, we formulate the problem of an infinite linear programming, its dual problem, and the Duality Theorem for the problems. Finally, we consider an application to the problems of semi-infinite linear programming and discuss the balancedness condition for the non-emptiness of the core of a cooperative TU-game with an infinite number of players.

Elosztások hierarchikus kooperatív helyzetekben

Solymosi Tamás

tamas.solymosi@uni-corvinus.hu

Budapesti Corvinus Egyetem

A közös vállalkozásokban fontos kérdés, hogy az együttesen elérhető eredményt a szereplők miként osszák el úgy, hogy az mindegyikük számára elfogadható és az együttműködésre ösztönző legyen. Olyan kooperatív vállalkozási helyzeteket vizsgálunk, amelyben a szereplők együttműködését egy hierarchikus struktúra korlátozza. Egyénileg mindegyik szereplő képes valamennyi hasznot előállítani, de csak akkor, ha együttműködik a hierarchiában felette lévő összes szereplővel. Feltesszük, hogy a hierarchia egy gyökeres fa gráffal írható le, amelyben a fa gyökere a szereplők koalíciójának létrejöttét reprezentálja, míg a fa további csúcsai az egyes szereplőket jelenítik meg. A szereplők egyéni profittermelő képessége csak olyan koalíciókban aktíválódik, amelyek tartalmazzák az adott csúcsból a gyökérig vezető úton lévő összes felettes szereplőt. Feltesszük, hogy az ilyen gyökeres részfákat alkotó koalíciók haszna a tagjai által elért egyéni (esetleg negatív) profitok összegének és a koalíció létrejöttékor felmerülő nemnegatív fix (bármely koalícióra azonos) költség különbsége. A közösen elért nettó összes haszon elosztásakor az egyes szereplők hozzájárulásának mértékét az egyéni profittermelő képességek mellett a hierarchiában elfoglalt pozíció is befolyásolja. Néhány közismert elosztási szabály mellett megvizsgálunk pár olyat is, amelyek egy a vázolt hierarchikus együttműködési helyzetet modellező kooperatív játék megoldásaiként is megkaphatók. Ezen játékelméleti megoldások tulajdonságai alapján a különböző szabályok mögötti elosztási elvek is könnyebben érthetővé és összehasonlíthatóvá válnak.

Irányított gráfok fokszámkorlátos csúcssorbarendezései

Borsik Nóra Anna, Madarasi Péter

borsiknora@student.elte.hu

Eötvös Loránd Tudományegyetem, HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Az előadásban (hurokmentes) irányított gráfok csúcssorbarendezési feladatait vizsgáljuk, amelyekben a balra és jobbra mutató élek részgráfjaira vonatkozóan teszünk megszorításokat. Átfogó nehézségi elemzést adunk olyan fokszámkorlátos csúcssorbarendezési feladatokra, amelyekben szimultán adottak alsó, felső, vagy pontos korlátok a csúcsok bal- és jobb-befokára és kifokára, figyelembe véve minden lehetséges fokszámkorlát-kombinációt. Például bemutatunk egy polinomiális algoritmust arra a feladatra, amelyben csak a bal-kifokokra adottak felső korlátok, azonban belátjuk, hogy a feladat pontos előírások esetén NP-nehézzé válik. Az előbbi feladatnak speciális esete egy olyan csúcssorrend keresése, amelyben a balra mutató élek részgráfja egy befenyvest alkot, utóbbinak pedig speciális esete az analóg kérdés befenyves helyett befenyőre. Adunk egy polinomiális algoritmust arra az esetre is, amikor minden fokszám típusra (bal- és jobb- befokok és kifokok) pontos előírás adott. Ezt felhasználva polinom időben eldönthető, hogy létezik-e olyan csúcssorrend, amelyben a balra mutató élek részgráfja egy befenyőt, a jobbra mutató élek részgráfja pedig egy kifenyőt alkot, vagy olyan csúcssorrend, amelyben a balra mutató élek részgráfja egy Hamilton-utat alkot. Azonban megmutatjuk, hogy Hamilton-út helyett diszjunkt utakat követelve a feladat már NP-teljes. Továbbá foglalkozunk olyan kapcsolódó sorbarendezési feladatokkal is, amelyekben a balra mutató élek részgráfja egyetlen utat, vagy diszjunkt S-T utakat alkot, ezen feladatok azonban nem illeszkednek az előbbi fokszámkorlátos keretrendszerbe. Defináljuk a sorbarendezési feladatok természetes particionálási megfelelőit, amelyekben az irányított gráf éhalmazát szeretnénk felbontani egy speciális gráfosztálybeli részgráfra (például befenyves, Hamilton-út, diszjunkt utak, stb.) és egy aciklikus részgráfra. Megmutatjuk, hogy bár a sorbarendezési és a particionálási feladatok különbözhetnek egymástól, bizonyos gráfosztályok esetén lényegében megegyeznek.

Alternáló előjelű és prefix korlátos mátrixok

Borsik Nóra Anna, Frank András, Madarasi Péter, Takács Tamás

takacst2003@gmail.com

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Operációkutatási Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Operációkutatási Tanszék és HUN-REN–ELTE Egerváry Jenő Kombinatorikus Optimalizálási Kutatócsoport, HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet és Eötvös Loránd Tudományegyetem, Operációkutatási Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Operációkutatási Tanszék

Az alternáló előjelű mátrixok (továbbiakban AS-mátrixok) olyan $(0, \pm 1)$ -mátrixok, amelyek minden sorában és oszlopában az elemek összege 1, és a nemnulla elemek előjele minden sorban és oszlopban alternál. Minden permutáció mátrix egyben AS-mátrix is, így az AS-mátrixok a permutáció mátrixok egy természetes és izgalmas általánosításának tekinthetők. Az AS-mátrixok iránti matematikai érdeklődést egy 1983-ban megfogalmazott sejtés keltette fel, amely az adott méretű AS-mátrixok számára adott formulát. Ezen sejtés egyik bizonyítása alapozta meg a folyamatosan erősödő kapcsolatot az AS-mátrixok és egyes statisztikus mechanikai modellek között. Azóta számos aspektusból vizsgálták ezeket a mátrixokat, melyekbe betekintést nyújtunk az előadáson, különös tekintettel arra a kérdésre, hogy létezik-e olyan AS-mátrix, amely bizonyos (szigorúbb) elemenkénti alsó-felső korlátokat teljesít. Az AS-mátrixok általánosításaként bevezetjük a prefix korlátos mátrixok (továbbiakban PB-mátrixok) fogalmát. Egy egész mátrixot PB-mátrixnak nevezünk, ha minden sor és oszlop minden prefixének elemeinek összege adott alsó és felső korlátok közé esik. Emellett az egyes elemekre és a teljes mátrix összegére is adottak alsó és felső korlátok. Megadjuk a PB-mátrixok konvex burkának poliéderez leírását, és megmutatjuk, hogy a poliédert leíró egyenlőtlenségrendszer együtthatómátrixa egy hálózati mátrix. Ez alapján a problémát egy megengedett áram feladatként írhatjuk fel, így a Hoffman-tételből kiindulva meghatározzuk a szükséges és elégséges feltételt a PB-mátrix létezéséhez. A PB-mátrixok számos korábban vizsgált feladatot általánosítanak, melyek megoldhatóságára egyszerű, elegáns feltételeket vezetünk le. Megválaszolunk néhány AS-mátrixokkal kapcsolatos nyitott kérdést, és korábbi tételekre új, egyszerűbb bizonyítást adunk. Emellett rámutatunk, hogy a kombinatorikus optimalizálás bizonyos klasszikus tételeit

hogyan kaphatjuk meg a PB-mátrixok létezési feltételének speciális eseteként. Megvizsgáljuk, hogy a linking tulajdonság milyen formában érvényes a PB-mátrixok létezési feladatára vonatkozóan. További kutatási irányként vizsgáljuk a sarokösszeg-különbség korlátos mátrixokat, ahol bármely két bal felső sarokösszeg különbségére alsó és felső korlátokat írunk elő. Ez speciális esetként magában foglalja az elemenkénti korlátok nélküli PB-mátrixokat is. Ugyanakkor az elemenkénti korlátokat ezzel a modellel nem tudjuk kezelni, sőt, ha egyszerre adottak a sarokösszeg-különbség és az elemenkénti korlátok, akkor már NP-teljes eldönteni, hogy létezik-e a feltételeknek megfelelő egész mátrix. Az eredeti sarokösszeg-különbség korlátos feladatról megmutatjuk, hogy felírható egy megengedett potenciál feladatként.

Hibavédő útvonalkeresési feladatok kommunikációs hálózatokban

Bérczi-Kovács Erika, Gyimesi Péter, Vass Balázs, Tapolcai János

erika.bercz-kovacs@ttk.elte.hu

Bérczi-Kovács Erika: ELTE, Gyimesi Péter: ELTE, Vass Balázs: BBTE, BME, Tapolcai János: BME

Kommunikációs hálózatokban felmerülő probléma olyan útvonalak keresése, melyek a hálózat egy kiterjedtebb részét érintő meghibásodás esetén is lehetővé teszik a kommunikációt. Az alábbi matematikai modellel kezelhetjük a feladatot: egy gráfban lehetséges hibának nevezzük az élek egy részhalmazát, egy hibalista pedig lehetséges hibáknak egy halmaza. Két út hibafüggetlen egy hibalista nézve, ha nincs mindkét utat metsző lehetséges hiba. Adott s és t pontok közötti maximális számú páronként hiba-, és pontfüggetlen út meghatározása NP-nehéz, még síkgráf esetén is. Egy síkgra beágyazott gráfban regionális hibának nevezünk egy lehetséges hibát, ha a benne szereplő élek duálisai összefüggő gráfot alkotnak a gráf duálisában. A korábbi megközelítéseknél egyszerűbb, gyorsabb algoritmust adunk a fenti problémára regionális hibák esetén, és tovább is általánosítjuk azt.

A kutatástámogatás hatása a kutatói teljesítményre

Bessenyei István

bessenyei.istvam@ktk.pte.hu

Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar

A K+F szektor termelékenységének utóbbi évtizedekben végbement csökkenését legjobban talán az a megfigyelés illusztrálja, mely szerint a chipekben található félvezetők sűrűségének megduplázásához ma 18-szor több kutató szükséges, mint az 1970-es évek elején. Az okokat kutatva, egy kétperiódusos modellben vizsgáljuk, miként befolyásolja a teljes kutatói életpálya során nyújtott tudományos teljesítményt, ha a senior kutató rendelkezésére bocsátott költségkeret a fiatalabb korban nyújtott tudományos teljesítménytől függ. Modellünkben a fiatal kutatónak el kell döntenie, hogy rendelkezésre álló idejének mekkora hányadát fordítsa új tudományos eredmények elérésére, s mekkora hányadát meglévő ismereteinek további bővítésére. A bővebb ismeretek lehetővé teszik ugyanis, hogy a kutató alacsonyabb költségfelhasználással érjen el változatlan kutatói teljesítményt. Modellünkben a senior kutató minden idejét új tudományos eredmények elérésére fordítja. Feltesszük, hogy a korábban az ismeretek bővítésére fordított idő hozadéka növekvő, csakúgy, mint valamely tudományos teljesítmény elérésének határköltsége. Azt találtuk, hogy nagyobb a teljes életpályán nyújtott tudományos teljesítmény akkor, ha a senior periódusban kapott kutatástámogatás összege nem, vagy csak csekély mértékben függ a fiatal korban nyújtott kutatói teljesítménytől. A kapott eredmények függetlenek attól, hogy a kutatói teljesítmény értékelése során mekkora szerepet játszik a publikációs teljesítmény, és mekkora szerepet az egyes megjelentetett papírok termelékenységére gyakorolt pozitív hatása. A modell legfontosabb következtetése, hogy a fiatal kutatóval szemben támasztott erőteljes teljesítményelvárások lerontják a későbbiekben várható tudományos teljesítményt.

NBTM: Hálózatalapú témamodellezési algoritmus Word2Vec beágyazás és általánosított hálózatalapú dimenzió-redukció alkalmazásával

Dr. Katona Attila Imre, Dr. Kosztyán Zsolt Tibor

katona.attila@gtk.uni-pannon.hu

Pannon Egyetem, Kvantitatív Módszerek Intézeti Tanszék, Pannon Egyetem, Kvantitatív Módszerek Intézeti Tanszék

A témamodellezés a szövegbányászat kiemelkedően fontos eszköze. Olyan izgalmas és tudomány/gazdaság számára érdekes területeken kerül felhasználásra, mint például bibliometriai elemzés, hírelemzés, ügyfélértékelés. Bár számos olyan módszer létezik, amely képes feltárni a szöveg mögötti rejtett témastruktúrát, ezek a módszerek feltételezik a feltérképezendő kívánt témák számának előzetes ismeretét. Léteznek ugyan támogató algoritmusok, amelyek a modellek bemeneti paramétereként javaslatot tesznek az optimális témaszámmra, de a probléma ezekkel az, hogy nem elég robusztusak, ugyanis sok esetben egymásnak ellentmondó eredményt adnak a különböző alkalmazott mérőszámok. További problémát jelent, hogy a meglévő modellek közül csak néhány használta az új "word2vec" beágyazási logikát, és egyikük sem kombinálja ezt a módszert a hálózattudomány által biztosított széles körű lehetőségekkel. Ezek következményeként elmondható, hogy a meglévő témamodellezési algoritmusok nem automatikusak, illetve használatukhoz komplex informatikai ismeretekre van szükség, ami korlátozza sok kutató lehetőségeit, hogy saját területükön témamodellezést végezzenek. E tanulmány célja egy újszerű hálózatalapú témamodellező algoritmust (NBTM) kifejlesztése, amely kombinálja a Word2Vec beágyazási logikát az általánosított hálózatalapú dimenzió-redukciót (GNDA) az optimális téma-struktúra feltérképezése érdekében. A javasolt NBTM modell automatikusan meghatározza a témák optimális számát, és képes feltárni a hierarchikus témastruktúrát az adatok mögött. Alkalmazása sokkal egyszerűbb, robusztusabb, mint a jelenleg alkalmazott módszerek, és az általa feltárt témaszerkezet is jobb interpretálhatóságot mutat.

Az Euro Stoxx 50 és a BUX 5 portfóliók hatékony felületeinek analitikus formái

Vörös József, Rappai Gábor

voros.jozsef@ktk.pte.hu

PTE Közgazdaságtudományi Kar

Felügyeleti szervek kezében a fedezetlen eladások (shortolás) tilalma fontos szabályozó eszköz. A modellezőknek ekkor a beruházási változókra nemnegativitási feltételt kell kiróni, melyek megnehezítik általánosabb tulajdonságok megállapítását. Például, míg portfóliók hozam-kockázat hatékony felületének analitikus formája régóta ismert shortolás megengedésével, de még nem láttuk neves portfóliók hatékony felületének egzakt leírását shortolás tiltása esetén. A tanulmány egy algoritmust ajánl a hatékony felület analitikus formájának meghatározására, a hozzá írt komputer kód pedig elősegíti, hogy számos portfólió sokoldalú elemzését végezzük el, melyeket az olvasók figyelmébe ajánlunk.

Hatékony mohó algoritmusok cseresznyefa eloszlások építésére

Pfeifer Dániel, Kovács Edith Alice

pfeiferd@math.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Többdimenziós valószínűségi eloszlások becslésében fontos szerepet játszanak a cseresznyefa valószínűségi eloszlásokkal való közelítések. A cseresznyefa eloszlások speciális valószínűségi grafikus modellek, amelyek meghatározásában fontos szerepet játszanak a merevkörű gráfok. Másrésről a cseresznyefa eloszlások egy fontos tulajdonsága, hogy kiaknázzák a feltételes függetlenségi relációkat a valószínűségi változók között, ezzel csökkentve a redundanciát. Ennek köszönhetően felhasználható az eloszlás illesztésében az információtartalom fogalma. Az optimalizálandó függvény a Kullback-Leibler divergencia (KL). A KL minimalizálásához úgy kell megépíteni egy súlyozott cseresznyefagráfot, hogy a súlya minél nagyobb legyen. [1] Miközben a 2-dimenziós klikkek (feszítőfa) esetében polinomiális időben garantáltan megtaláljuk a legsúlyosabb fát, a cseresznyefák esetében ez a feladat NP nehéz, ezért szükséges hatékony algoritmusok kidolgozása. Előadásunkban bemutatunk két mohó algoritmust a cseresznyefák építésére kiindulva a legsúlyosabb feszítőfából. Az egyik algoritmus gyorsabb, mivel egy cseresznyének 2 éle (a 3-ból) csak a kezdeti feszítőfából származhat, a másik algoritmus általánosabb, és minden cseresznyének csak 1 élét kell a feszítőfának tartalmaznia. Továbbá ismertetünk néhány probléma-specifikus egyszerűsítő lehetőséget, mint például a kiinduló feszítőfa darabolása. Az algoritmusok komplexitását ismertetjük, illetve futásukat valós példákon illusztráljuk. Ezeken látható, hogy a gyorsabb algoritmus is gyakran megtalálja ugyanazt a fát, mint az általánosabb algoritmus.

Köszönetnyilvánítás: A jelen előadásban közölt kutatás a BME-NVA-02 számú projekt része, amely a Magyar Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatásával, a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból, a TKP2021 támogatási konstrukció keretében valósult meg.

Hivatkozások

- [1] Kovács Edith és Szántai Tamás. ""On the approximation of a discrete multivariate probability distribution using the new concept of t-cherry junction tree."" *Coping with Uncertainty: Robust Solutions*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. 39-56.

Coordinate-descent módszer adaptálása valószínűség maximalizálási feladatokhoz

Csizmás Edit, Drenyovszki Rajmund, Fábián Csaba

csizmas.edit@nje.hu

Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Informatika Tanszék

Valószínűségi problémák esetén a gradiensek kiszámítása vagy becslése komoly erőfeszítést igényel. Közelítő modellt építünk, egy-egy próbapont megtalálásához random coordinate-descent módszert alkalmazunk. Bemutatjuk, hogy jobb eredményeket kapunk, ha a valószínűség-maximalizálási probléma optimális megoldásának közelében regionális Lipschitz-konstanssal számolunk.

Valószínűség-maximalizálási eljárás a fogyasztási oldal ütemezésére

Drenyovszki Rajmund, Gurka Dezsőné Csizmás Edit, Fábián Csaba

drenyovszki.rajmund@nje.hu

Neumann János Egyetem

A meglévő villamosenergia-hálózat új kihívásokkal néz szembe. Amikor szél- és napenergiát hasznosítunk, ingadozó energia kerül a hálózatba. További bizonytalanságot jelent a villamosenergia-fogyasztás szintje, amelyet az időjárási viszonyok és az egyéni szokások befolyásolnak. Az elektromos autók száma egyre növekszik, töltésük pedig fokozott terhelést jelent a hálózat számára. Ha nem optimalizáljuk a töltést, a hálózat gyorsan túlterhelődhet csúcsidőben. Előadásunkban egy valószínűségi alapú fogyasztásoldali feladatot fogalmazunk meg és oldunk meg. Modellünkben meghatározzuk, hogy hány szabályozható készüléket lehet több perióduson át üzemeltetni, és eközben figyelembe vesszük a véletlenszerű fogyasztást is. A költségeket egy határon belül tartjuk, miközben maximalizáljuk annak valószínűségét, hogy a terhelés egy meghatározott határon belül maradjon. A valószínűség-maximalizálási problémát saját fejlesztésű megoldónkkal oldjuk meg, amely egy belső közelítési sémát alkalmaz, könnyen implementálható, és jól tolerálja a gradiensszámításból eredő zajt.