



SOPRONI
EGYETEM |

FAIPARI MÉRNÖKI ÉS
KREATÍVIPARI
KAR

AZ ALKALMAZOTT MŰVÉSZET LÉTMÓDJAI ÉS A KREATÍV IPAR KIHÍVÁSAI NAPJAINKBAN

Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette: Márjai Molnár László és Pásztory Zoltán



AZ ALKALMAZOTT MŰVÉSZET LÉTMÓDJAI ÉS A KREATÍV IPAR KIHÍVÁSAI NAPJAINKBAN

**FAIPARI MÉRNÖKI ÉS KREATÍVIPARI KAR TUDOMÁNYOS
KIADVÁNYA**

Szerkesztette: Márjai Molnár László és Pásztory Zoltán



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2023

A kötet első 12 írása a Sopronban 2022. október 28-án *Az alkalmazott művészet létmódjai napjainkban* címmel megrendezett tudományos konferencia előadásainak szerkesztett anyagát tartalmazza.

A konferencia támogatói:

MTA VEAB Soproni Tudós Társaság Művészeti és Irodalomtudományi Szakbizottság

Magyar Tudományos Akadémia VEAB Képzőművészet, Művészetelmélet és Design
Munkabizottság

Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar

Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila

a Soproni Egyetem rektora

Szerkesztette:

Dr. Márfai Molnár László és Dr. Pásztory Zoltán

Lektorálta:

Dr. Börcsök Zoltán

ISBN 978-963-334-453-8 (pdf)

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-453-8>

Creative Commons licenc: BY-NC-SA 2.5



Nevezd meg! Ne add el! Így add tovább! 2.5 Hungary
Attribution – Non commercial – Share Alike 2.5 HUNGARY

Tartalom

Bevezetés.....	5
Művészeti szekció	
Posztmodern performansz.....	7
<i>Szabó Tibor</i>	
Az alkalmazott és az autonóm művészet szakrális alkotásokban.	15
<i>Karikó Sándor</i>	
Szépség és öröm. Gondolatok a hazai kortárs transzcendens művészetről.....	21
<i>Kovács-Gombos Gábor</i>	
A képi világ üzenetei. Két leány folyóirat margójára	30
<i>Fáyné dr. Dombi Alice</i>	
Ökoművészet és öcodesign mint új paradigma?	40
<i>Zalavári József</i>	
Fenntartható létharmónia, esztétikum és a feminin reprezentációja	48
<i>Major Gyöngyi</i>	
Tér(más)kép(pen) - adalékok a kortárs építészeti ábrázolás eszköztárának áttekintéséhez.....	61
<i>Kósa Balázs, Markó Balázs</i>	
Képirás – képolvasás (illúzió és gyakorlat)	70
<i>Gáspárdy Tibor</i>	
A kortárs (alkalmazott) művészet értelmezhetősége.....	80
<i>Márfai Molnár László</i>	
Bepillantás művészet és természettudomány közös metszetébe.....	87
<i>Nagy Máté</i>	
„Ut pictura poesis” Az intermedialitás megjelenési formái Tandori Dezső költészetében	95
<i>Zámbó Bianka</i>	
A soproni műemlék épületek dokumentálásának bemutatása egy helyi példán keresztül.....	102
<i>Kósa Balázs, Markó Balázs, Tárkányi Sándor</i>	
A makett, mint szemléltető eszköz.....	113
<i>Horváth Péter György, Markó Balázs, Tárkányi Sándor, Antal Mária Réka, Kósa Balázs</i>	
A fa élettani hatása	123
<i>Boros Eszter</i>	
Művészet és innováció az információ korában	130
<i>Szécsi Gábor, Szilágyi Tamás</i>	
A térészlelés és térhasználat kognitív működése	145
<i>Mucsi Zsuzsanna Mária, Horváth Péter György</i>	
A design hét megjelenési szintje	152
<i>Reményi Andrea</i>	

Műszaki szekció

Kézi és gépi intarziakészítés összehasonlító elemzése	162
<i>Antal Mária Réka, Horváth Péter György</i>	
Vászonról kompozitig – Anyaghasználat a repülőgépgyártásban.....	178
<i>Zsákai Balázs, Alpár Tibor, Horváth Péter György</i>	
Ütemezési feladat eredményeinek nemparametrikus statisztikai elemzése	185
<i>Tóth Zsolt, Hegyháti Máté, Kulcsár Ernő, Ősz Olivér</i>	
Fenyő rönk és fűrészáru behozatal környezeti terhei.....	193
<i>Börcsök Zoltán, Pásztory Zoltán</i>	
A faenergetika racionális, környezetkímélő lehetőségei (kutatási összefoglaló).....	204
<i>Németh Gábor; Kocsis Zoltán</i>	
Faipari projektek szakirodalmi elemzése	212
<i>Novotni Adrienn</i>	
Faipari por-forgács elszívó hálózatok és a munkahelyi légtér fapor tartalmának kérdései ...	222
<i>Németh Gábor, Németh Szabolcs, Kocsis Zoltán, Magoss Endre</i>	
Természetes anyagok szigetelőképessége.....	230
<i>Szendi Dorina; Pásztory Zoltán</i>	

Foreign languages section

Thermal resistance values of natural fiber-based insulation panels and the impact of their thickness on the thermal transmittance values of an external wall structure.....	240
<i>Le Duong Hung Anh, Zoltán Pásztory</i>	
Developing Info-Droplets to model the dark flight phase of meteorite fall.....	252
<i>Agota Lang, Matyas Bejo, Benke Hargitai, Barnabas Molnar, Aron Sztojka</i>	
Social Network and Text Mining Analysis of Publications Related to Remote Sensing and R Programming.....	260
<i>Zsolt Tóth</i>	
Small and medium-sized enterprises (smes) in Hungary: industry 4.0 trends and challenges	272
<i>Ádám Fazekas, Endre Magoss, Veronika Suriné Lengyel</i>	
The effect of natural-based additive on paper.....	284
<i>Zsófia Kóczán, Katalin Halász, Edina Preklet, Zoltán Pásztory</i>	
Comparative social network analysis (SNA) of FP7 and Horizon 2020 projects on remote sensing	293
<i>Zsolt Tóth</i>	
Advancements in Sustainable Wood Furniture: A Comprehensive Review of Bonding Techniques and Adhesives	302
<i>Seda Baş, Levente Dénes, Csilla Csiha</i>	

Ütemezési feladat eredményeinek nemparametrikus statisztikai elemzése

Tóth Zsolt, Hegyháti Máté, Kulcsár Ernő, Ósz Olivér

Tóth Zsolt PhD, docens, Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Informatikai és Matematikai Intézet

Hegyháti Máté PhD, docens, intézetigazgató, Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Informatikai és Matematikai Intézet

KulcsárErnő doktorandusz, mestertanár, Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Informatikai és Matematikai Intézet

Ósz Olivér PhD, adjunktus, Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Informatikai és Matematikai Intézet

DOI: https://doi.org/10.35511/978-963-334-453-8.Toth_Zs-et-al

Absztrakt

A tanulmány keretében egy hosszabb kísérletsorozat keretében végzett összetett, precedencia alapú ütemezési MILP modellek első eredményeinek elemzését végeztük el nemparametrikus statisztikai próbák segítségével az optimalizálás szempontjából fontos függő változóra két független változó faktorai alapján. Az elemzés során Mann-Whitney, Wilcoxon-, Kolmogorov-Szmirnov és Moses-próbát végeztünk el.

Kulcsszavak: MILP, nemparametrikus statisztika, ütemezés, optimalizálás, gyártósor

Bevezetés

Ütemezési feladatok számos területen jelentkeznek a gyártástól a logisztikán át az üzleti projektek menedzsmentjéig. Ezek olyan döntési problémák, ahol valamilyen folyamatok időzését kell meghatározni, és eközben gyakran a folyamatokhoz szükséges szűkös erőforrások megosztásáról is dönteni kell. Az erőforráskorlátok mellett további feladatspecifikus korlátozások is felmerülhetnek, melyeknek meg kell felelni. A legtöbb esetben azonban ennek a döntési problémának rengeteg megengedett megoldása van, és a valódi kihívás ezek közül megtalálni az adott szempont szerinti legjobbat. Az optimalizálás célja lehet például a befejezési idő vagy a határidők túllépésének minimalizálása, vagy az egységnyi idő alatt elvégzett folyamatok számának maximalizálása.

Az optimalizáláshoz használt matematikai modellek hatékonyságának összemérésére a szakirodalomban általában a megoldási időt veszik alapul. Azonban ez az összehasonlítás nem minden feladat esetén ugyanazt az eredményt adja. Jelen kutatásunk célja, hogy összefüggéseket találjunk az egyes modellezési megoldások és az ütemezési feladatok jellemzői között. Ezek az összefüggések rámutathatnak egyes modellek gyengeségeire és erősségeire, melyek segítik a továbbfejlesztésüket, valamint támpontot nyújthatnak, hogy egy

új feladat esetén várhatóan melyik modellezési technika a legígéretesebb irány. Ez a tanulmány ennek a kutatásnak a kezdeti eredményeit ismerteti.

Anyag és módszer

Jelen tanulmányban egy klasszikus, gyártósori ütemezési feladatosztályt vizsgáltunk, amely a szakirodalomban hybrid flow shop (HFS) néven ismert (Emmons & Vairaktarakis, 2012). A klasszikus flow shop feladatban a gyártósornak m állomása van, melyeken egy megadott sorrendben halad végig n termék mindegyike. Minden állomáson van egy berendezés, amely elvégzi az adott gyártási lépést a terméken, ennek időigénye termékenként eltérő lehet. Egy gép egyszerre csak egy terméken dolgozhat, és egy gyártási lépés végrehajtása nem szakítható félbe. A cél a befejezési idő, azaz az utolsó termék elkészülési idejének minimalizálása. A feladat megoldása egy ütemezés meghatározása, amely leírja, hogy az egyes termékek lépései mikor kerülnek végrehajtásra. A hybrid flow shop egy olyan általánosítása az előbbi feladatnak, melyben a gyártósor állomásain több berendezés is rendelkezésre állhat, melyek egy állomáson belül egymással egyenértékűek, azonos teljesítményűek. Ezáltal egy állomáson több termék gyártása is folyhat egyidőben, ami hatékonyabbá teszi a rendszert, de növeli a feladat komplexitását is. Ütemezési feladatok megoldására különféle módszerek jelentek meg a szakirodalomban. Az egyik leggyakoribb módszer a kevert-egészértékű lineáris programozás (MILP, Mixed-Integer Linear Programming). Ennek az alapja egy matematikai modell, melyben folytonos és egészértékű változók, valamint konstans paraméterek lineáris kombinációt tartalmazó korlátozások (egyenletek és egyenlőtlenségek) és egy célfüggvény található. A megoldás során úgy kell meghatározni a változók értékét, hogy kielégítsék a korlátozásokat, és a legjobb célfüggvény értékkel rendelkezzenek. Erre számos megoldó szoftver létezik, mi a Gurobi 9.5.1 verzióját használtuk. A megoldási algoritmusok fejlesztése is egy fontos területe az operációkutatásnak, azonban a munkánk során csak a modellezési technikák elemzésével foglalkoztunk, azonos megoldót és hardvert használva hasonlítottuk össze a különböző modelleket.

A MILP alapú módszerek előnye, hogy garantáltan megtalálják az optimális megoldást, feltéve, hogy a felírt matematikai modell helyes (Hegyháti, et al., 2009). Azonban a megoldási idő exponenciálisan nő a feladat méretének növekedésével, ezért nagyméretű feladatokra a heurisztikus módszerek alkalmazása hatékonyabb lehet. Mégis, a MILP modellek kutatása fontos, hogy minél nagyobb feladatokra lehessen garantáltan optimális megoldást találni, továbbá a MILP modelleket felhasználhatják a heurisztikus módszerek, hogy jobb megoldásokat találjanak.

3 modell került elemzésre: (Méndez, et al., 2001) (Méndez & Cerdá, 2003) (Ferrer-Nadal, et al., 2008). Mind precedencia alapú döntési változókat alkalmaz, de vannak különbségek köztük a korlátozásokban és az általuk kezelt feladatosztályokban. Valójában mindhárom modell képes a vizsgált feladatosztálynál általánosabb feladatok megoldására is, például egy állomáson belül különböző sebességű berendezéseket is megengednek. A komplexebb feladatosztályokon történő összehasonlításra a kutatás folytatásában fog sor kerülni.

A modellek összehasonlítása a (Fernandez-Viagas & and Framinan, 2020) által közzétett feladatokon történt, 5000 s időkorláttal. Mivel ezek nehézségük alapján összeválogatott feladatok, a MILP modellek csak a legkisebb méretű, 10-15 terméket és 5-20 állomást tartalmazó 80 példán kerültek tesztelésre. Néhány példa megoldása így sem fért bele az időkorlátba, ezeket nem tekintettük érvényesnek.

Az elemzés R, SPSS és JASP segítségével történt. A *testresult* tábla jelenleg érvényes értékeinek ($n = 44$) *cpu_sec* (függő változó) és *eqs_of_task_min*/*eqs_of_task_max* (független változók, az állomások minimális és maximális berendezésszáma) közötti értékeket elemeztük esettanulmány jelleggel. (Az alacsony esetszám miatt a kapott eredményeket körültekintően kell kezelni!)

A függő változót metrikus változóként, a független változókat számjegyekkel leírt nominális változóként kezeltük az elemzés során. Először leíró statisztikát készítettünk a *cpu_sec* változó általános jellemzőinek feltárására, majd *cpu_sec* változó értékeit a nominális változók értékei – *eqs_of_task_min*: 1, 2, 3; *eqs_of_task_max*: 1, 3 – alapján képzett faktorokhoz rendeltük.

Az így elálló csoportok (részminták) és a kiinduló minta hisztogramjait (eloszlásait) vizuálisan elemeztük, majd Shapiro-Wilk és Kolmogorov-Szmirnov próbával (normalitás) (Shapiro & Wilk, 1965) (Smirnov, 1948), ill. Bartlett-féle K-négyzet próbával (Bartlett, 1937) (szóráshomogenitás) megvizsgáltuk, hogy a két független változó faktoraihoz rendelt *cpu_sec*-re végezhető-e t-próba ("Student" Gosset, 1908) vagy ANOVA (Fisher, 1921). Az előfeltételek nemteljesülése miatt nemparaméteres próbákat – Mann-Whitney próbát (Mann & Whitney, 1947), Wilcoxon-próbát (Wilcoxon, 1945), Kolmogorov-Szmirnov próbát és Moses-próbát (Chernoff & Moses, 1986) – végeztünk.

A próbák során minden esetben azonos szignifikanciaszinttel dolgoztunk. ($\alpha = 0,05$.)

Eredmények

Leíró statisztika

Az 1. táblázat alapján a `cpu_sec` változó eloszlása nem normális, a módusz alapján értékei jelentős mértékben közvetlenül a 0 feletti tartományban tömörülnek, a medián a terjedelemhez képest alacsony.

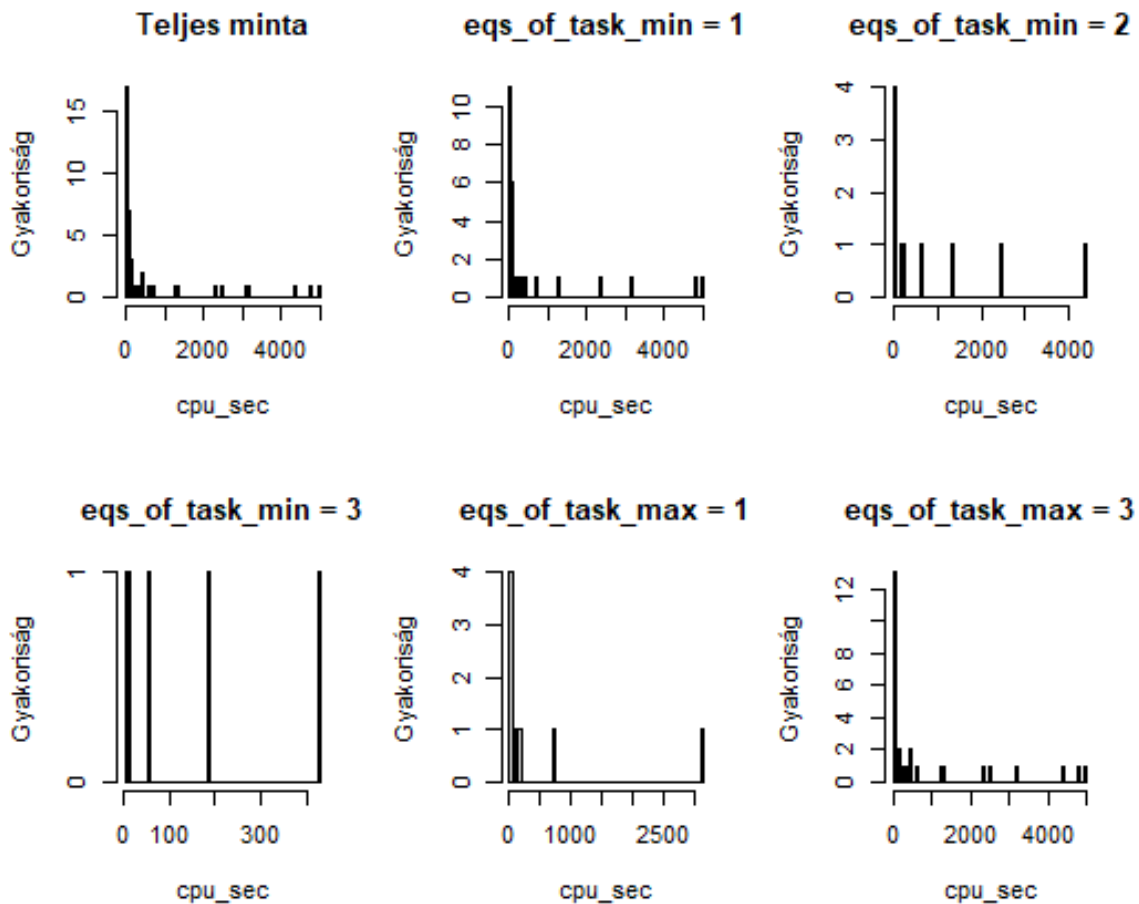
Az értékek nagy hányada közvetlenül a tartomány alsó határa (0,49) feletti sávban csoportosul, de aztán hosszan „elnyúlik”. A Shapiro-Wilk próba értéke alapján `cpu_sec` nem követ normális eloszlást.

Mutató	cpu_sec	Mutató	cpu_sec
Érvényes	44	Kurtosis	3,483
Módusz (első)	0,490	K. standard hibája	0,702
Medián	60,920	Shapiro-Wilk	0,594
Átlag	728,020	P-érték (SW)	$8,169 \times 10^{-10}$
Szórás	1359,398	Terjedelem	4983,250
MAD	60,180	Minimum	0,490
IQR	466,997	Maximum	4983,740
Variancia	$1,848 \times 10^{+6}$	25. percentilis	7,922
Skewness	2,123	50. percentilis	60,920
Sk. standard hibája	0,357	75. percentilis	474,920

1. táblázat A függő (`cpu_sec`) változó leíró statisztikája

Minták eloszlásának vizuális összehasonlítása

A `cpu_sec` változó hisztogramjainak (1. ábra) alapján a teljes minta és a részminták eloszlása több szegmensben szinte azonos, ez azonban részben visszavezethető arra, hogy a vizsgált részminták egy része alacsony elemszámú. Élhetünk azzal a feltételezéssel is, hogy a részminták eloszlása között nincs különbség, később ezt próbával is igazoljuk.



1. ábra `cpu_sec` hisztogramjai különböző metszetekben

Próbák előfeltételeinek vizsgálata

A t-próba előfeltétele, hogy az egyes faktorok és az esetek függetlenek legyenek egymástól. Az egymástól függetlenül, eltérő paraméterekkel végzett számítások miatt a két feltétel teljesül.

További feltétel a függő változó skála- (metrikus) jellege, a csoportokhoz tartozó függő értékek normalitása és a szóráshomogenitás.

A függő változó metrikus jellege teljesül.

A két oszlop lehetséges faktoraihoz ($eqs_of_task_min = 1, 2, 3$; ill. $eqs_of_task_max = 1, 3$) tartozó `cpu_sec` értékekre Shapiro-Wilk próba egy esetben nem cáfolta a normalitásra vonatkozó nullhipotézist ($eqs_of_task_min = 3$, $W = 0,82281$, $p = 0,1227$), azonban a kis mintáknál alapvetően jobban használható Kolmogorov-Szmirnov próba minden esetben igen kis p értékkel járt.

A homogenitás Bartlett-féle K-négyzet próbával ellenőriztük. A homogenitásra vonatkozó nullhipotézisünket *cpu_sec* csak *task_max* esetén nem vetettük el (K-négyzet = 0,72797, df = 1, p = 0,3935).

Nincs olyan változónk/faktorunk, ahol a szóráshomogenitás és a normális eloszlás az egyes faktorokhoz tartozó *cpu_sec* egyszerre érvényesülne, ezért a t-próba nem alkalmazható.

Bár az ANOVA előfeltételei némileg eltérnek a t-próbáétól, a szóráshomogenitás és a normalitás nemteljesülése, ill. az alacsony elemszám miatt az ANOVA eredményének ereje kérdéses, ezért a próbát nem hajtottuk végre. A kísérleti eredményeinek bővülése az ANOVA használatát előtérbe helyezheti.

A t-próba és az ANOVA előfeltételeinek nemteljesülése miatt nemparametrikus páros próbákat végeztünk. A nemparaméteres próbák eredményeit részletesen közöljük.

Mann-Whitney és Wilcoxon-próba

H₀: A párosan összehasonlítható részmintákhoz tartozó *cpu_sec* mediánja azonos.

H₁: A párosan összehasonlítható részmintákhoz tartozó *cpu_sec* mediánja nem azonos.

cpu_sec (eqs_of_task_min = 1,2): U = 133, W_s = 568, Z = -0,386, p (2×1-oldali) = 0,716

cpu_sec (eqs_of_task_min = 1,3): U = 68, W_s = 83, Z = -0,219, p (2×1-oldali) = 0,851

cpu_sec (eqs_of_task_min = 2,3): U = 20, W_s = 35, Z = -0,612, p (2×1-oldali) = 0,594

cpu_sec (eqs_of_task_max = 1,3): U = 116, W_s = 152, Z = -0,852, p (2×1-oldali) = 0,410

Mivel $p > \alpha$ minden esetben, H₀-t egyik esetben sem vetjük el.

Kolmogorov-Szmirnov próba

H₀: A párosan összehasonlítható részmintákhoz tartozó *cpu_sec* eloszlása azonos.

H₁: A párosan összehasonlítható részmintákhoz tartozó *cpu_sec* eloszlása nem azonos.

cpu_sec (eqs_of_task_min = 1,2): KS Z = 0,696, p (kétoldali) = 0,718

cpu_sec (eqs_of_task_min = 1,3): KS Z = 0,498, p (kétoldali) = 0,965

cpu_sec (eqs_of_task_min = 2,3): KS Z = 0,730, p (kétoldali) = 0,660

cpu_sec (eqs_of_task_max = 1,3): KS Z = 0,675, p (kétoldali) = 0,752

Mivel $p > \alpha$ minden esetben, H₀-t egyik esetben sem vetjük el.

Moses-próba

H_0 : A párosan összehasonlítható részmintákhoz tartozó *cpu_sec* varianciája azonos.

H_1 : A párosan összehasonlítható részmintákhoz tartozó *cpu_sec* varianciája nem azonos.

cpu_sec (*eqs_of_task_min* = 1,2): *p* (egyoldali) = 1

cpu_sec (*eqs_of_task_min* = 1,3): *p* (egyoldali) = 1

cpu_sec (*eqs_of_task_min* = 2,3): *p* (egyoldali) = 1

cpu_sec (*eqs_of_task_max* = 1,3): *p* (egyoldali) = 0,781

Mivel $p > \alpha$ minden esetben, H_0 -t egyik esetben sem vetjük el.

Következtetések

A vizsgálatok során tehát megállapítottuk, hogy parametrikus próba nem végezhető, a nemparametrikus próbák pedig a két független változónk eltérő értékeinek hatását sem a mediánra, sem az eloszlásra, sem a varianciára nem igazolták. A későbbi elemzések során tehát élhetünk azzal a feltételezéssel, hogy a két változó eltérő értékei nem vagy egymástól függetlenül nem gyakorolnak eltérő hatást a *cpu_sec* változó alakulására.

Bibliográfia

Gosset, W. S., 1908. *The probable error of a mean*. *Biometrika*, 6(1), pp. 1-25.

DOI: <https://doi.org/10.2307/2331554>

Bartlett, M. S., 1937. *Properties of sufficiency and statistical tests*. *Proceedings of the Royal Statistical Society, Series A* (160), p. 268-282.

DOI: <https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>

Chernoff, H., Moses, L. E., 1986. *Elementary Decision Theory (Dover Books on Mathematics)* Revised Edition. Mineola: Dover Publications.

Emmons, H., Vairaktarakis, G., 2012. *Flow shop scheduling: theoretical results, algorithms, and applications*. Berlin: Springer Science & Business Media.

Fernandez-Viagas, V., and Framinan, J., 2020. *Design of a testbed for hybrid flow shop scheduling with identical machines*. *Computers & Industrial Engineering*, Issue 141, p. 106288. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106288>

Ferrer-Nadal, S., Capón-García, E., Méndez, C. A., Puigjaner, L., 2008. *Material transfer operations in batch scheduling. A critical modeling issue*. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Issue 47, p. 7721-7732. DOI: <https://doi.org/10.1021/ie800075u>

Fisher, R. A., 1921. *On the "Probable Error" of a Coefficient of Correlation Deduced from a Small Sample*. *Metron*, 1. kötet, p. 3-32.

Hegyháti, M., Majozsi, T., Holczinger, T., Friedler, F., 2009. *Practical infeasibility of cross-transfer in batch plants with complex recipes: S-graph vs MILP methods*. *Chemical Engineering Science*, 64(3), p. 605-610. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2008.10.018>

Mann, H. B., Whitney, D. R., 1947. *On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other*. *Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), pp. 50-60. DOI: <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491>

- Méndez, C., Cerdá, J., 2003. *An MILP Continuous-Time Framework for Short-Term Scheduling of Multipurpose Batch Processes Under Different Operation Strategies*. Optimization and Engineering, 4(1/2), p. 7-22.
- Méndez, C., Henning, G., Cerdá, J., 2001. *An MILP continuous-time approach to short-term scheduling of resource-constrained multistage flowshop batch facilities*. Computers & Chemical Engineering, 25(4), pp. 701-711.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0098-1354\(01\)00671-8](https://doi.org/10.1016/S0098-1354(01)00671-8)
- Shapiro, S. S., Wilk, M. B., 1965. *An analysis of variance test for normality (complete samples)*. Biometrika, 52(3-4), pp. 591-611.
DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Smirnov, N., 1948. *Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions*. Annals of Mathematical Statistics, 19(2), p. 279-281.
DOI: <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730256>
- Wilcoxon, F., 1945. *Individual comparisons by ranking methods*. Biometrics Bulletin, 1(6), pp. 80-83. DOI: <https://doi.org/10.2307/3001968>

Abstract

Zsolt Tóth – Máté Hegyháti – Ernő Kulcsár – Olivér Ósz

Non-parametric statistical analysis of the results of a scheduling task

Three MILP problems based on different models were solved and the results were analysed using non-parametric statistical tools. It was concluded that the groups formed on the basis of the independent variables for the variable `cpu_sec` did not show significant differences in the indicators tested. In this study, the first results of a complex precedence-based MILP task performed in a long experiment were analysed using nonparametric statistical tests on the dependent variable of interest for optimization based on the factors of two independent variables. The analysis was performed using Mann-Whitney, Wilcoxon, Kolmogorov-Smirnov, and Moses test.

Keywords: MILP, nonparametric statistics, scheduling, optimization, production line