

## PROMETHEE METODA ZA VIŠEKRITERIJSKE ANALIZE PRI ODLUČIVANJU

### *PROMETHEE METHOD FOR MULTICRITERIA ANALYSIS IN DECISION MAKING*

**Zdenko Balaž**

*Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska*

#### SAŽETAK

Studenti Elektrotehničkog odjela Tehničkog veleučilišta u Zagrebu su kroz svoje diplomske radove i kolaborativne seminare, na kolegiju Inteligentni sustavi imali zadatak savladati uporabu Promethee metode bez prethodnih teorijskih znanja. Rješavanjem svojih zadataka rangiranjem iz skupa ponuđenih višekriterijskih alternativa zaključivali su na temelju parametara koji nisu potpuno jednoznačni i na taj način sudjelovali u istraživanju uvođenja novog nastavnog sadržaja. Uspješnost riješenih zadataka je ocjenjivana na temelju: 1) brzine pronalaska i preuzimanja potrebnih platformi i alata te funkcionalnosti i intuitivnosti sučelja, 2) zadovoljstva primjene programske podrške i dobivene vizualizacije višekriterijske analize, 3) razine konstruktivnosti provedene debate nakon prezentacije, 4) dojma primjenjivosti naučenog u budućem radu i životu i 5) procjene inventivnosti i učinkovitosti metode vođenog učenja. U provedenom istraživanju je sudjelovalo 87 studenata angažiranih u 8 seminarskih timova i 4 diplomanta. Budući se nastavni sadržaj kolegija ažurira za svaku novu akademsku godinu, s obzirom na dobivene rezultate provedenog istraživanja, Promethee metoda je već uključena za nastupajuću.

**Ključne riječi:** *Promethee metoda, višekriterijska, grafička, analiza, odlučivanje*

#### ABSTRACT

Students of the Electrical Engineering Department, Zagreb University of Applied Science, through their diploma theses and collaborative seminars, in the course Intelligent Systems had the task the use the Promethee method without prior theoretical knowledge. By solving their problem by ranking from a set of offered multi-criteria alternatives, they concluded on the basis of parameters that are not completely unambiguous and thus participated in the research of the introduction of new teaching content. The success of solved tasks was evaluated on the basis of: 1) speed of finding and downloading necessary platforms and tools and functionality and intuitiveness of the interface, 2) satisfaction with software application and obtained visualization of multicriteria analysis, 3) level of constructive debate after presentation, 4) impression of applicability in future work and life and 5) assessing the inventiveness and effectiveness of the leading learning method. The study involved 87 students engaged in 8 seminar teams and 4 graduates. Since the teaching content of the course is updated for each new academic year, taking into account the results of the research, the Promethee method is already included for the upcoming one.

**Keywords:** *Promethee method, multicriteria, graphical, analysis, decision making*

## 1. UVOD

### 1. INTRODUCTION

Promethee metodu (engl. *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations - PROMETHEE*) postavio je Bernard Roy krajem 60.-ih godina prošlog stoljeća. Koristila se u početku pod nazivom *ELECTRE* – (engl. *ELimination Et Choix Traduisant la REalité*), a pravu je primjenu dobila 1982. godine, kad ju Jean-Pierre Brans koristi za djelomično i potpuno rangiranje i naziva Promethee I i Promethee II. Metode su vrlo brzo postale masovno korištene zbog svoje fleksibilnosti i jednostavnosti u primjeni. Postavljanjem težinskih kriterija kao glavnih parametara, pokazala se učinkovitom za donošenje odluke kod različitih problema i različitih grana primjene. Paradigma razumijevanja problema pokazana je 1989. godine kada se uvodi analiza *GAlIA* - (engl. *Graphical Analysis for Interactive Aid*) koja se koristi kao standard grafičke prezentacije multikriterijskih problema. Paralelno su razvijane i metode: Promethee III, kojom se rangiranje za proces donošenja odluka temelji na intervalima, Promethee IV, za rješavanje problema kontinuiranih odluka. S uporabom *GAIA* metode razvijena je 1992. godine metoda Promethee V a dvije godine kasnije i Promethee VI metoda kao mozak za odlučivanje, implementirana u *PromCalc* softverskom rješenju. Metode rješavanja multikriterijskih problema kao *Visual Promethee*, razvijene su u kompaniji *Decision Lab* i preuzimaju se lako preko službene stranice. Platforme su dostupne za MS Windows u verziji *Visual Promethee Business Edition*, za poslovne korisnike i *Visual Promethee Academic Edition*, za sve neprofitne organizacije i potrebe učenja, bez naplate.

Metodom su se koristili studenti, preuzimanjem akademske licence za izradu svojih istraživačkih seminara u ak.god. 2020/21. na kolegiju Inteligentni sustavi, uz prethodno testiranje koje su proveli diplomanti prilikom izrade svojih diplomskih radova, u ak.god 2019/20.

## 2. PRIPREMA I PODLOGE ZA ISTRAŽIVANJE

### 2. PREPARATION AND BASES FOR RESEARCH

Provedba nastave na kolegiju Inteligentni sustavi, Elektrotehničkog odjela, Tehničkog veleučilišta u Zagrebu, (ELO TVZ) od 2017. godine proširena je intenzivnijim istraživanjima kroz pokrenutu Erasmus+ suradnju s HS Offenburg, (*Hoch Schule Offenburg - University of Applied Sciences Offenburg*). Nakon razmjene gostujućih predavanja promovirano je uvođenje novog kolegija, [1-4]. Prema iskustvima Katedre za Kognitivnu kibernetiku i filozofiju kognitivnih znanosti na HS Offenburg, pripremljen je kolegij pod nazivom Kognitivna kibernetika. U dijelu sadržaja obrađen je razvoj inteligentnih tehnologija i njihova primjena u digitalni nastavni program. Ideja je da se otvorenim obrazovnim resursima, OER (engl. *Open Educational Resources*) omogući lakši pristup i lakše učenje, s fleksibilnijim nastavnim planovima i sadržajima. To je izazov koji se već duže vrijeme nalazi pred visokim obrazovanjem u cilju unaprjeđenja rada za stjecanje i usvajanje vještina 21. stoljeća.

### 2.1. NOVIJA POUČAVANJA I UČENJA

#### 2.1. RECENT TEACHING AND LEARNING

Inovacije tehnologija učenja, uključujući adaptivno učenje, maštovite učionice i poboljšane alate za suradnju i komunikaciju, (sinonimi: sustav za upravljanje učenjem, LMS (engl. *Learning Management System*), virtualno obrazovno okruženje, VLE (engl. *Virtual Learning Environment*), sustav za upravljanje obrazovnim sadržajima, LCMS (engl. *Learning Content Management System*), imaju za cilj obrazovanje učinit pristupačnijim, smanjiti financijske prepreke, poticati globalnu razmjenu znanja i pomoći u donošenju odluka. Provedenim istraživanjima i razmjenom iskustava potvrđena je činjenica kako se danas, u obrazovanju i edukaciji slikom pokušava učiti i tragati za znanjem.

Slikom se i zaključuje uz pomoć inteligentnih interaktivnih sustava razvijenih za potrebe edukacija. Međutim, problem se pojavljuje kada prezentacija slikom, kao „izvanjska osobnost“, zbog trivijalnosti prerasta u umreženi identitet, [5-8]. Društvene mreže preko eksponiranih pojedinaca i anonimnih pratitelja u stvari cjelokupni život danas „love“ u integriranu digitalnu virtualnost. Problem edukacije, stjecanja znanja, učenja i osposobljavanja uz pomoć interaktivnih inteligentnih sustava mora se početi rješavati poticanjem i vođenjem na razini zdravog razuma, (lat. *sensus communis*, engl. *common sense*). Za rješavanje ovih izazova, 2013. godine tri su sveučilišta osnovali Kalifornijsko vijeće otvorenih obrazovnih resursa i Kalifornijsku digitalnu knjižnicu otvorenog koda, osmisivši zdravorazumsku tehnologiju učenja, LTC, (engl. *Learning Technology Commons*). Na razini partnerstva s fakultetima, sveučilišnim službama za nabavu i informatiku, te pružateljima obrazovnih tehnologija postavljeni su i usvojeni standardni skupovi uvjeta i odredbi za pridržavanje relevantnih zakona, propisa i precizirano utvrđenog intelektualnog vlasništva. Na tim je osnovama razrađen nastavni sadržaj kolegija nakon uvođenja online nastave pojavom pandemije COVID – 19, [9-10]. Inspiracija kreacije online nastave kolegija Inteligentni sustavi na ELO TVZ-u, leži u pokrenutoj inicijativi istraživača s Harvarda i MIT-a (engl. *Massachusetts Institute for Technology*) koji su kroz edX platformu od 2012. godine omogućili pristup obrazovanju dostupan na Internetu bez naknade vrlo velikom broju ljudi, tzv. MOOC (engl. *Massive Open Online Course*). Još puno prije pojave Pandemije mnoge su institucije prepoznale društvenu odgovornost za povećanje pristupa obrazovanju putem digitalnih izvora. Sveučilište Oxford je 2017. godine također putem iste platforme osiguralo veliki broj besplatnih online tečajeva. Sa svojim OER, raspoloživi su materijali za učenje s besplatnim korištenjem uz moguću cirkulaciju, gostovanje kvalitetnih edukatora, što je veliko poboljšanje i pravednosti u visokom obrazovanju.

### 3. KONCEPT ISTRAŽIVANJA

#### 3. RESEARCH CONCEPT

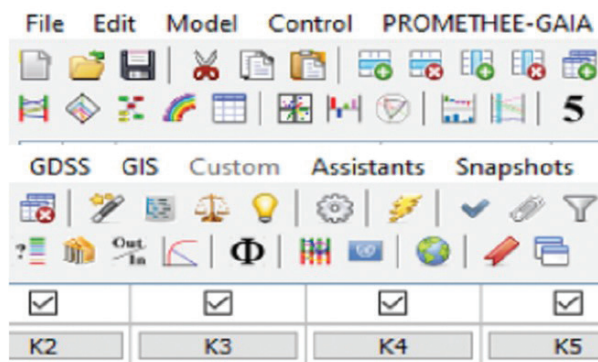
Istraživanja su provedena tijekom: 1) nastave licem u lice, odnosno personaliziranom korespondencijom s učenicima za pet elektrotehničkih srednjoškolskih predmeta od drugog do četvrtog razreda, (Strojarska tehnička škola, Faust Vrančić u Zagrebu), 2) nastave licem u lice za studente kolegija Inteligentni sustavi, (ELO TVZ) i 3) nastave na daljinu za studente nakon pojave pandemije koronavirusa. Nastava na veleučilištu je uključila i mentorstva diplomskih radova te 4) edukacije cjeloživotnog usavršavanja licenciranih specijalista, [11-14]. Istraživanja provedena na ELO TVZ-u s jedne su strane obrađivala primjenu novih platformi, alata i metoda za stjecanje znanja studenata, (seminarista), modelom vođenog učenja od strane edukatora, (engl. *Leading/Learning*), a s druge je strane nadziran i praćen rad studenata, (diplomanti koji su samostalno uporabili *Promethee metodu*). Svima je bio zadatak savladati vještinu donošenja odluka sa skupa ponuđenih izbora s više kriterija. Analizom više kriterijskog odlučivanja, *MCDA*, prezentirali su dobivena najbolja rješenja, odnosno najbolje odluke iz ponude više alternativa. Odluke su vizualizirali pomoću alata *Visual PROMETHEE*, i to kreacijom grafičkog prikaza analize *GAIA*. Metode i alate koji su dostupni u ažuriranim besplatnim verzijama na Internetu studenti su samostalno pronašli, savladali korištenje i kroz vođeno učenje stjecali kompetencije i znanje na temelju kojeg su uspješno izradili svoje diplomske, [15-18], odnosno seminarske radove, [19-26].

#### 3 1. PRIMJENA PROMETHEE METODE

##### 3.1. APPLICATION OF THE PROMETHEE METHOD

Promethee metoda i GAIA metoda komplementarne su i često se zajedno koriste u istraživanjima, pri čemu svaka od njih daje konkretne rezultate. Prvi korak u primjeni metode za rješavanje problema koji su multikriterijski, jest implementacija softverskog rješenja koje se preuzima s Interneta preko službene stranice.

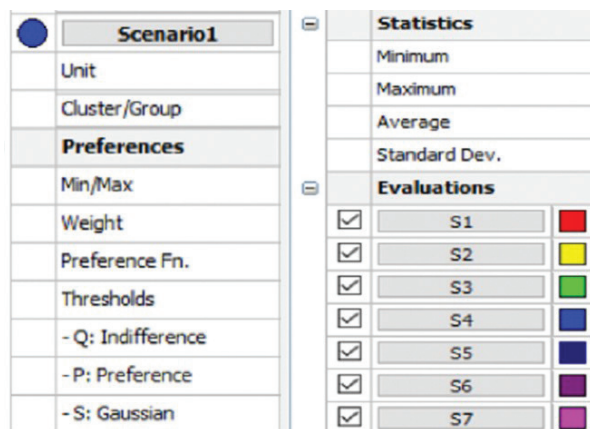
Nakon preuzimanja u prvom otvaranju programa prikazuje se demo scenarij koji može pomoći za prvotno upoznavanje sa softverom i definiranjem kriterija pomoću početnog zaslona koji je kreiran u dva dijela, kao tablični prikaz cjeline sučelja i alatne trake za upravljanje podacima i upravljanje analizama, (slika 1).



Slika 1 Početni zaslon alatne trake Promethee, [12]

Figure 1 PROMETHEE toolbar home screen, [12]

Dio početnog sučelja čini tablica prikaza za definiranje potrebnih inicijalnih parametara problema odnosno kriterija, (slika 2).



Slika 2 Početni zaslon s inicijalnim parametrima Promethee, [12]

Figure 2 Home screen with initial Promethee parameters, [12]

| Rank | action | Phi     | Phi+   | Phi-   |
|------|--------|---------|--------|--------|
| 1    | S2     | 0,1786  | 0,4405 | 0,2619 |
| 2    | S3     | 0,0952  | 0,4286 | 0,3333 |
| 3    | S4     | 0,0357  | 0,3333 | 0,2976 |
| 4    | S7     | -0,0357 | 0,3690 | 0,4048 |
| 5    | S6     | -0,0595 | 0,2976 | 0,3571 |

Slika 3 Preferencijski tokovi za rangiranje, [12]

Figure 3 Preferential flows for ranking, [12]

Osnova grafičkog prikaza potpunog i parcijalnog rangiranja temelji se na tablici preferencijskih tokova za rangiranje (engl. *Flow Table*), (slika 3). Tablica uz ukupni tok (Phi), sadrži vrijednosti za pozitivni izlazni tok (Phi+) i negativni ulazni tok (Phi-).

## 4. PRIMJERI ISTRAŽIVANJA I VREDNOVANJE

### 4. EXAMPLES OF RESEARCH AND EVALUATION

Konkretni primjeri istraživanja koja su proveli studenti diplomanti njihovi su Diplomski radovi, (tablica 1) i studenti angažirani na osam kolaborativnih seminara koje su prezentirali kroz nastavni plan kolegija Inteligentni sustavi, (tablica 2). Sve su teme seminara bile vezane uz primjenu Promethee metode.

Seminarski radovi studenata su ocjenjivani od strane nastavnika sa šest parametara, (tablica 3).

Seminarski radovi studenata su ocjenjivani i od strane nezavisnog recenzenata, s devet parametara, (tablica 4).

Tablica 1. Pregled diplomskih radova provedenog istraživanja

Table 1. Overview of graduate theses of the conducted research

| Red. br. | Naslov diplomskog rada                                                                    | God. |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | Internet stvari kao inteligentni sustav telekom tehnologije i pružanja usluga             | 2020 |
| 2        | Promethee metoda u obradi inteligentnih sustava od pametnog do kognitivnog grada          | 2020 |
| 3        | Promethee metoda kao kognitivna obrada inteligentnim sustavom javnih kapitalnih programa  | 2021 |
| 4        | Kognitivna rješenja inteligentnih sustava i Promethee metoda za nove edukacijske programe | 2021 |

**Tablica 2.** Pregled seminarskih radova**Table 2.** Overview of seminar papers

| Red. br. | Naslov seminarskog rada s Promethee metodom | God. |
|----------|---------------------------------------------|------|
| 1        | Integracija čovjeka, hardvera i softvera    | 2021 |
| 2        | Blockchain strukture                        | 2021 |
| 3        | Internet vozila                             | 2021 |
| 4        | Ljudsko-orijentirani dizajn tehnologija     | 2021 |
| 5        | Lean industrija                             | 2021 |
| 6        | Rad u zaštićenim bazama podataka            | 2021 |
| 7        | Internet stvari                             | 2021 |
| 8        | Integracija čovjeka, hardvera i softvera    | 2021 |

**Tablica 3.** Parametri za ocjene - Nastavnik**Table 3.** Parameters for evaluation – Teacher

| Red. br. | Parametri za ocjene seminarskog rada Nastavnik | Skala   |
|----------|------------------------------------------------|---------|
| 1        | Predaja rada u zadanom roku                    | 0 ili 1 |
| 2        | Izlaganje sadržaja rada i debata               | 1 - 5   |
| 3        | Kvaliteta prezentacijskog materijala           | 1 - 5   |
| 4        | Kvaliteta tekstualnog materijal                | 1 - 5   |
| 5        | Pragmatičnost i zalaganje voditelja            | 1 - 5   |
| 6        | Suradnja i objektivnost članova tima           | 1 - 5   |

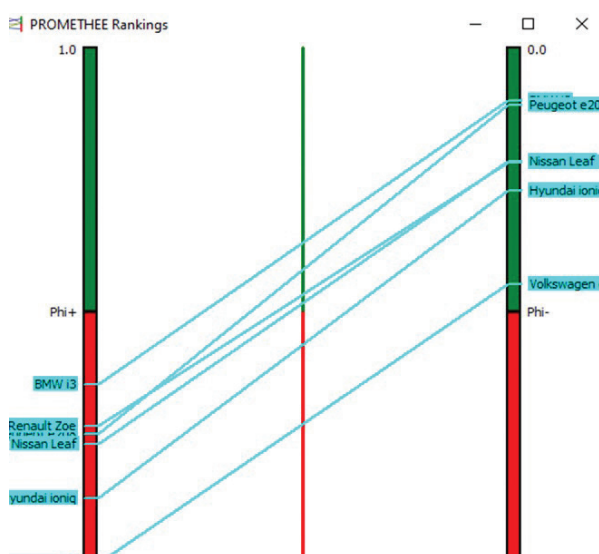
I sami su studenti ocjenjivali primjenu metode po svojim kriterijima:

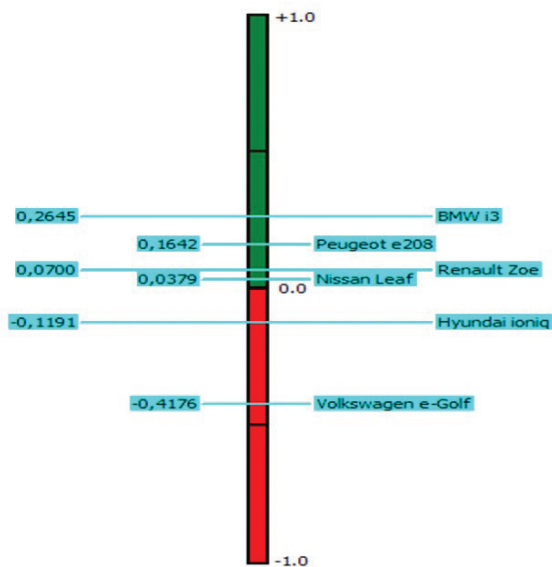
- 1) brzina preuzimanja potrebnih platformi i alata te funkcionalnost i intuitivnost sučelja,
- 2) učinkovitost programske podrške i vizualizacije višekriterijske analize,
- 3) konstruktivnost provedene debate nakon prezentacije,
- 4) dojam primjenjivosti naučenog u budućem radu i životu i
- 5) procjena inventivnosti i učinkovitosti metode vođenog učenja.

**Tablica 4.** Parametri za ocjene – Vanjski recenzent**Table 4.** Parameters for evaluation External reviewer

| Red. br. | Parametri za ocjene seminarskog rada Vanjski recenzent | Skala  |
|----------|--------------------------------------------------------|--------|
| 1        | Kvaliteta cjelokupnog gradiva                          | 1 - 10 |
| 2        | Stručna važnost i stanje obrađenog područja            | 1 - 10 |
| 3        | Konceptualnost i podjela u sadržaju                    | 1 - 10 |
| 4        | Prikaz i kompatibilnost tematskih cjelina              | 1 - 10 |
| 5        | Opis, originalnost i vlastiti doprinos                 | 1 - 10 |
| 6        | Prikaz primjera i rezultata                            | 1 - 10 |
| 7        | Zaključci, motivacija i inventivnost                   | 1 - 10 |
| 8        | Grafička obrada i kvaliteta slika                      | 1 - 10 |
| 9        | Fluidnost teksta i kvaliteta jezika                    | 1 - 10 |

Prema ocjeni studenata i recenzenata, najbolji je seminar S7 obrađivao i rangirao električna vozila, odabranih proizvođači: BMW, Hyundai, Nissan, Peugeot, Renault i Volkswagen, s parametrima: cijena, veličina baterije, domet, snaga motora i najveća brzina. Rezultati su prikazani obradom pomoću metoda Promethee I i II, kao prikaz parcijalnog, (slika 4) odnosno potpunog rangiranja, (slika 5).

**Slika 4** Prikaz rezultata parcijalnog rangiranja, [22]**Figure 4** Overview of the results of the partial ranking, [22]



Slika 5 Prikaz rezultata potpunog rangiranja, [22]

Figure 5 Presentation of the results of the complete ranking, [22]

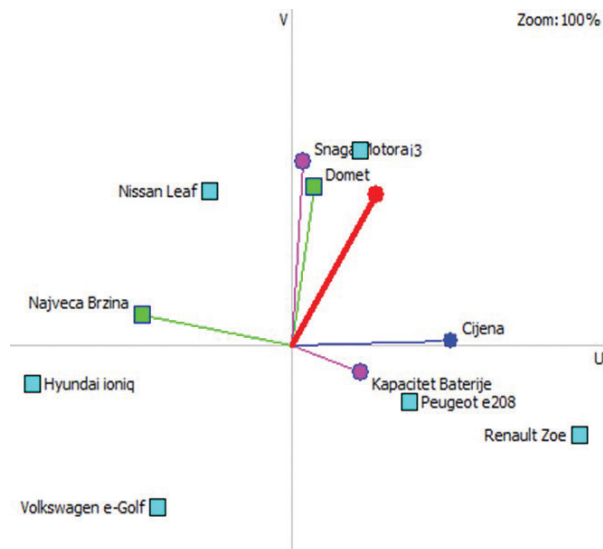
Vizualizacija dvodimenzionalnog prikaza obrađivanih kriterija GAIA analize, nudi odgovore na pitanja o:

- sličnosti odnosno različitosti kriterija,
- konfliktnosti kriterija jednih prema drugima,
- postojanju i jačini konfliktnih situacija bitnih za rješavanje i
- utjecaj težinskih vrijednosti pojedinih kriterija.

Vizualni prikaz svih rangiranja u 2D pregledu, (slika 6). višedimenzionalni je prikaz stanja s brojem dimenzija koliko ima kriterija svrstanih u prostorni U, V i W sustav s izbornikom, (slika 7). Pregled u koordinatnom U-V sustavu prikazuje najtočnije najreprezentativnije rezultate koji se izražavaju u %. Budući neki kriteriji utječu jedni na druge, oni su izravno povezani.

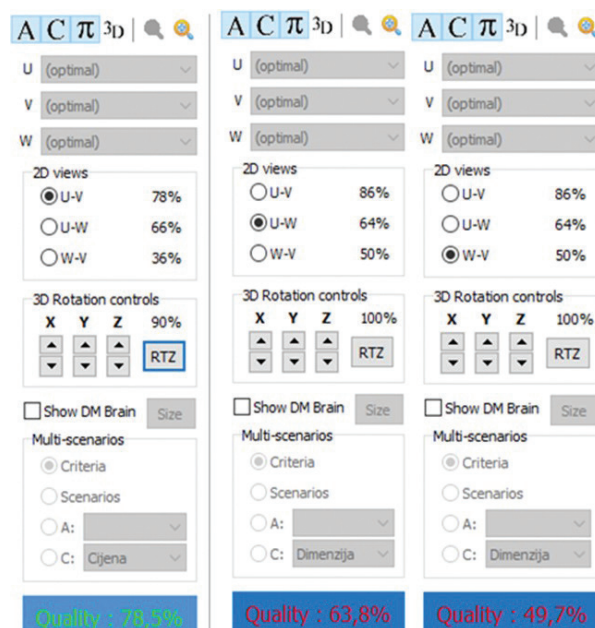
GAIA ravnine kao grafički dodatak Promethee rangiranju, pružaju obilje korisnih podataka kao što su slabe i jake značajke, ovisno o mjestu gdje se nalaze, a smjer osi je prikaz prema idealnom rješenju.

Prema ocjeni vanjskog recenzenta najbolji seminar istraživanje je koje je provedeno s ciljem da se odredi najbolji dron za isporuku paketa unutar urbanog gradskog područja.



Slika 6 GAIA prikaz analize kriterija u koordinatnoj ravnini U-V, [22]

Figure 6 GAIA analysis of criteria in the U-V coordinate plane, [22]

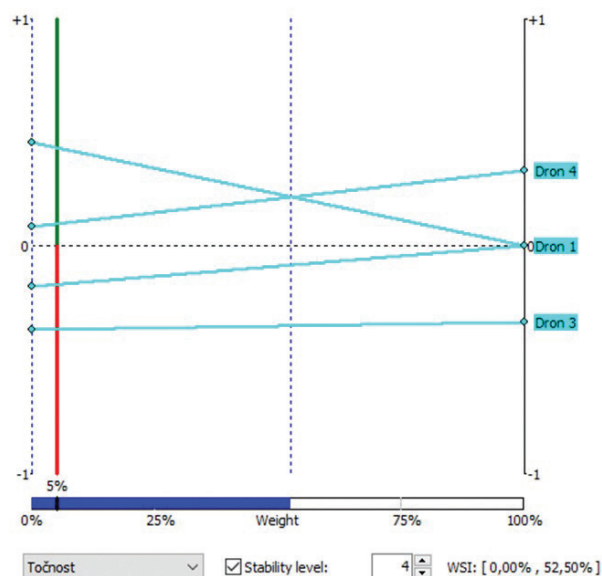


Slika 7 GAIA prikaz prostornog izbornika – koordinatnih ravnina, [22]

Figure 7 GAIA presentation of the spatial menu - coordinate planes, [22]

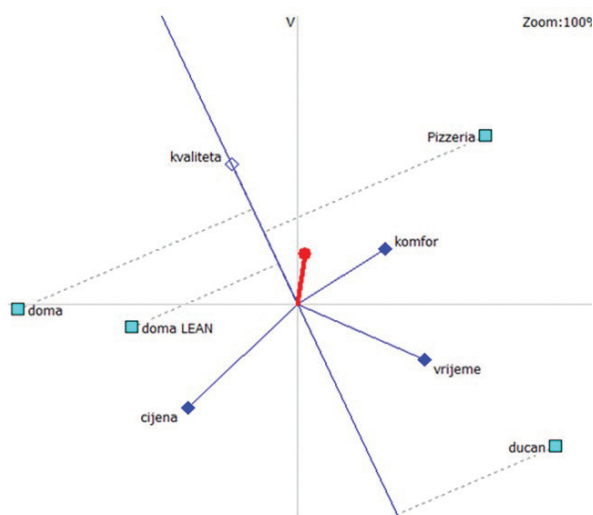
Odabrana su četiri uređaja: Dron A (mali quadcopter), Dron B (veći quadcopter), Dron C (nagibno krilo) i Dron D (fiksno krilo). To su stvarne bespilotne letjelice s odabranim kriterijima izbora: 1. Dimenzije, 2. Ukupna težina, 3. Tip, (s rotorom ili krilom), 4. Točnost izmjere udaljenosti i lokacije, 5. Razmjena podataka i komunikacija, 6. Maksimalna nosivost, 7. Domet, 8.

Maksimalno vrijeme leta, 9. Najveća brzina i 10. Najveća visina leta. U seminaru je posebna pozornost posvećena izračunavanju intervala stabilnosti za koje su pokazane granice težinskih faktora koje se mogu mijenjati a da se ne utječe na rezultate rangiranja, uz uvjet da se ostali kriteriji ne mijenjaju, (slika 8).



Slika 8 Interval stabilnosti za parametar točnosti, [21]

Figure 8 Stability interval for accuracy parameter, [21]



Slika 9 GALA ravnina s kriterijima rangiranja, [23]

Figure 9 GAIA plane with ranking criteria, [23]

Univerzalnost primjene metode pokazao je seminar koji je obrađivao *Lean* strategiju kao metodologiju usredotočenu na minimiziranje troškova.

Odabran je proizvodni sustav s istodobnim povećavanjem produktivnosti s primjenom u svakodnevnom životu na primjeru procesa izrade pizze i načina dostave pizze za stol, (seminar S1). Kao ključni kriteriji uspoređivani su procesi izrade pizze s i bez metode *Lean*-a, kupljene polugotove pizze te dostava naručene pizze. Za tu obradu su odabrani parametri: cijena, vrijeme, komfor i kvaliteta, a za optimizaciju težinskih faktora odabrana je najveća kvaliteta za najnižu cijenu i najveći komfor. Na odabranom primjeru izrade pizze analiziran je klasičan postupak izrade pizze i prema njemu prikupljanje informacija i analiza za moguću primjenu *Lean* metode u postupku izrade. Za *Lean* optimizaciju obrađeno je izgubljeno vrijeme: a) tijekom dobave namirnica jer nema standardiziranog sustava pospremanja i sortiranja (engl. *Motion*), b) zbog potrage alata i sredstava rada koji se nalazi na različitim mjestima, (engl. *Inventory*) i c) na čekanje završetka određenih procesa iako se za to vrijeme može raditi nešto drugo, (engl. *Waiting*). Za primjenu *Lean* strategije odabrana je poznata metoda „5S“ kojom su studenti analizom pomoću *Promethee* metode došli do konkretnih i univerzalnih zaključaka korisnih za život u cjelini, (slika 9).

## 5. ZAKLJUČAK

### 5. CONCLUSION

U radu su prezentirani rezultati konkretnih primjera savladavanja određenog novog nastavnog gradiva i stjecanja znanja kroz veleučilišne kolaborativne seminare i diplomske radove uz pomoć *Promethee* metode. Primjenom platformi i alata totalne integrirane automatike, umjesto teorijskog učenja na interaktivnim portalima nove generacije inženjerskih programa, navođenjem od strane edukatora postizani su izvrsni rezultati. Alati kognitivne kibernetike, a to znači postupci vođeni zdravim razumom i pojednostavljenom vizualizacijom pomažu postizanju visoke učinkovitosti i univerzalne primjenjivosti ali i otvaraju smjerove daljnjih istraživanja povezanih s višekriterijskim odlučivanjem. Pomoću vođenog učenja koje je bilo promovirano u uvjetima pandemije COVID-19 predloženo je da se takvi modeli i platforme prihvate u svim novim studijskim programima.

Konceptom velikih podataka, (*Big Data*), njihovom obradom, pohranom i razmjenom poboljšava se sve više procesa u kojima čovjek i inteligentne tehnologije „suraduju“. Kognitivna kibernetika, nova znanstvena disciplina prikazuje tu suradnju kroz kibernetičko djelovanje razlikujući interakciju od integracije čovjeka i računala. Rezultati provedenih istraživanja o primjeni novih alata i metoda za novo, vođeno učenje za stjecanje znanja, (*Leading/Lerning*) kao što je npr. *Promethee* metoda, potvrđuju korisnost od dobivenih vizualiziranih rezultata. Konkretno obrade skupova ponuđenih izbora provedenih višekriterijskim odlučivanjem, analizom i sintezom daju grafički prikaz najboljih rješenja. Metode i alati dostupni u ažuriranim demo verzijama potvrđuju se kao izvrsno sredstvo za učenje kako licem u lice, tako i na daljinu. Na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu studenti su u osam kolaborativnih seminarskih timova savladali bez prethodnog znanja primjenu *Promethee* metode za obradu aktualnih tema navođeni i poticani od strane nastavnika na timski angažman. Taj je primjer poslužio i za razradu novih nastavnih sadržaja kolegija.

## 6. REFERENCE

### 6. REFERENCES

- [1.] Balaž, Z.; Haun M.; Cognitive Cybernetics – A Future that is Started, 34th International Symposium on New Technologies, 2017.
- [2.] Balaž Z.; Balaž B.-I.; Human Computer Interaction, Cognitive Cybernetic & Captological Education; On-line edition, Progress in Human Computer Interaction, Whioce Publishing Pte. Ltd., Singapore, 2018.
- [3.] Balaž Z.; Meštrović K.; Politehnička kognitivna kibernetika, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Elektrotehnički odjel, Manualia Polytechnici Studiorum Zagrabiensis, Zagreb, 2018.
- [4.] Balaž Z.; Ninčević M. M.; Kognitivna kibernetika – računska racionalnost misaonih sustava, GK, Zagreb, 2019.
- [5.] Balaž, Z.; Meštrović, K.; Učenje i poučavanje iz umjetne inteligencije; Polytechnic & Design. Tehničko veleučilište u Zagrebu; Str. 9-14; Vol. II; No. 1; ISSN 1849-1995; Zagreb, 2014.
- [6.] Balaž, Z.; Lugović, S.; Umjetna inteligencija u poučavanju mišljenja i donošenju odluka - socio-tehnička perspektiva; Polytechnic & Design. Tehničko veleučilište u Zagrebu; Str. 9-14; Vol. III; No. 1; ISSN 1849-1995; Zagreb, 2015.
- [7.] Balaž Z.; Cyberpsihologija – Umjetna inteligencija danas i u budućnosti, Pozvano predavanje na Skupu SPiRi, FF Rijeka, 2019.
- [8.] Balaž Z.; Wawrzynek K.; Cognitive Cybernetics in the Foresight of Globalitarianism, ASTES Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, Vol. 5, No. 6, pp. 718–723, 2020.
- [9.] Balaž Z.; Inteligentni sustavi u praksi 1 – Online vježbe; Rukopis knjige predan za recenziju TVZ Zagreb, 2020.
- [10.] Balaž Z.; Inteligentni sustavi u praksi 2 – Kognitivna kibernetika i online učenje; Rukopis knjige predan za recenziju TVZ Zagreb, 2020.
- [11.] Balaž Z.; Jelić A.; *Promethee* metoda i alati kognitivne kibernetike za inteligentne sustave; MIPRO - 44. International convention on information, communication and electronic technology, Opatija, 2021.
- [12.] Balaž Z.; Jelić A.; *Promethee* metode i alati kognitivne kibernetike za edukacije budućnosti; Rad ne recenziji za časopis Suvremene teme, Sveučilište VERN, 2020.
- [13.] Balaž Z. i dr.; Metode i alati kognitivne kibernetike za edukaciju tehnike; FER Zagreb, CIRÉ, 10. Simpozij Povijest i filozofija tehnike, 2021.
- [14.] Balaž Z.; Jelić A.; Persuazivne tehnologije i *Promethee* metoda za paradigmu COVID-19; EDZ 42. Međunarodno savjetovanje, P & P 2021, FER Zagreb, 2021.



- [15.] Jelić A.; Internet stvari kao inteligentni sustav telekom tehnologije i pružanja usluga; Diplomski rad, Elektrotehnički odjel, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2020.
- [16.] Majdandžić I.; Promethee metoda u obradi inteligentnih sustava od pametnog do kognitivnog grada; Diplomski rad, Elektrotehnički odjel, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2020.
- [17.] Bartulović S.; Promethee metoda kao kognitivna obrada inteligentnim sustavom javnih kapitalnih programa; Diplomski rad, Elektrotehnički odjel, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [18.] Milinović M.; Kognitivna rješenja iteligentnih sustava i Promethee metoda za nove edukacijske programe; Diplomski rad, Elektrotehnički odjel, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [19.] Abramušić J. D.; i dr.; Promethee metoda za obradu Inteligentnog sustava - Integracija čovjeka, hardvera i softvera; Kolaborativni seminar S6-1 na kolegiju Inteligentni sustavi, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [20.] Bogdanović D. M.; i dr.; Promethee metoda za obradu Inteligentnog sustava – Blockchain strukture; Kolaborativni seminar S2 kolegij Inteligentni sustavi, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [21.] Ladan L.; i dr.; Promethee metoda za obradu Inteligentnog sustava - Internet vozila; Kolaborativni seminar S4 kolegij Inteligentni sustavi, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [22.] Muženjak Z.; i dr.; Promethee metoda za obradu Inteligentnog sustava- Ljudsko-orijentirani dizajn tehnologija; Kolaborativni seminar S7 kolegij Inteligentni sustavi Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [23.] Posavec I.; i dr.; Promethee metoda za obradu Inteligentnog sustava – Lean industrija; Kolaborativni seminar S1 kolegij Inteligentni sustavi, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [24.] Pleše S.; i dr.; Promethee metoda za obradu Inteligentnog sustava - Rad u zaštićenim bazama podataka; Kolaborativni seminar S5 kolegij Inteligentni sustavi, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [25.] Topić E.; i dr.; Promethee metoda za obradu Inteligentnog sustava - Internet stvari; Kolaborativni seminar S3 kolegij Inteligentni sustavi, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.
- [26.] Zeljko K.; i dr.; Promethee metoda za obradu Inteligentnog sustava- Integracija čovjeka, hardvera i softvera; Kolaborativni seminar S6-2 kolegij Inteligentni sustavi, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2021.

### AUTOR · AUTHOR

• **Zdenko Balaž** - nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 2, No. 1, 2014.

**Korespondencija · Correspondence**  
zbalaz@tvz.hr