

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**ФАКУЛТЕТ ОРГАНИЗАЦИОНИХ НАУКА**

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Подобност теме и кандидата Невене Чолић за израду докторске дисертације и оцену научне заснованости теме докторске дисертације

Одлуком 05-01 бр. 3/95-11 од 6.9.2023. године именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Невена Чолић** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„ИБА-ВНС приступ: унапређење модела машинског учења у циљу повећања интерпретабилности“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

**РЕФЕРАТ**

**1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

1.1. Биографски подаци

Невена Чолић (девојачко Вранић) рођена је 2. августа 1992. године у Београду. 2007. године је завршила основну школу „Краљ Петар Први“ као носилац Вукове дипломе. Пету београдску гимназију, природно-математички смер, завршила је 2011. године, након чега уписује Факултет организационих наука, смер Информациони системи и технологије. Дипломирала је у року са просечном оценом 9,06, а дипломски рад на тему „Упоредна анализа неуро-фази система“ одбранила је са оценом 10.

Мастер академске студије на Факултету организационих наука, студијски програм Електронско пословање и управљање системима, модул Управљање системима уписала је 2015. године. Завршни мастер рад на тему „Процена кредитног рејтина применом меког рачунарства“ је одбранила 2016. године и завршила мастер академске студије са просечном оценом 10.

Након завршених мастер академских студија уписује докторске студије на Факултету организационих наука, студијски програм Управљање системима. Положила је све испите са просечном оценом 10. Објавила је више научних радова и учествовала на

домаћим и међународним конференцијама из области рачунарске интелигенције и управљања системима.

Невена је члан удружења „Менса“ од 2013. године. У периоду од 2016. до 2019. године била је стипендиста Министарства науке и просвете и ангажована на пројекту Министарства под називом „Интелигентни системи за развој софтверских производа и подршку пословања засновани на моделима“. На пројекту се бавила унапређењем пословања имплементацијом неуронских мрежа у различитим организационим јединицама.

Априла 2020. године Невена се запошљава у *Unicredit Bank* на позицији *BI and report developer*, где се бави анализом и управљањем подацима као и аутоматизацијом процеса извештавања.

## 1.2. Стечено научно истраживачко искуство

Кандидат Невена Чолић докторске студије уписује школске 2016/2017. године на Факултету организационих наука, студијски програм Управљање системима. Током докторских студија положила је све испите предвиђене планом и програмом.

| Називи предмета                                 | Оцена      | ЕСПБ |
|-------------------------------------------------|------------|------|
| Теорија система - одабрана поглавља             | 10 (десет) | 10   |
| Фази логика и системи - одабрана поглавља       | 10 (десет) | 10   |
| Неуронске мреже и системи - одабрана поглавља   | 10 (десет) | 10   |
| Стохастички процеси и системи                   | 10 (десет) | 10   |
| Временска серија и фрактали - одабрана поглавља | 10 (десет) | 10   |
| Оптимално управљање                             | 10 (десет) | 10   |
| Динамички модели финансијских тржишта           | 10 (десет) | 10   |
| Системи са дискретним догађајима                | 10 (десет) | 10   |
| Нови трендови у операционим истраживањима       | 10 (десет) | 10   |

Кандидат је успешно одбранио приступни рад под називом „Примена интерполативне Булове алгебре у проблемима предвиђања” и остварио 30 ЕСП бодова. Током докторских студија укупно је остварила 120 ЕСП бодова.

У свом досадашњем научно-истраживачком раду, Невена Чолић је објавила више радова на конференцијама у земљи и иностранству.

### **Поглавље у истакнутој монографији међународног значаја (M13)**

- **Vranić, N., Milošević, P., Poledica, A., & Petrović, B., (2018)** A recommender system with IBA similarity measure. In N. Mladenović, A. Sifaleras, & M. Kuzmanović (Eds.) *Advances in Operational Research in the Balkans*. Springer Proceedings in Business and Economics (pp. 275-290). Berlin: Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-21990-1\_17 ISSN:2198-7246

### **Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у целини (M33)**

- **Vranić, N., Đurić, J., & Dragović, I., (2016)** Applying neuro fuzzy system for credit risk evaluation. In O. Jaško & S. Marinković (Eds.), *Proceedings of the XV International Symposium SymOrg 2016: Reshaping the Future through Sustainable Business Development and Entrepreneurship* (pp. 650-657). Belgrade: Faculty of Organizational Sciences. ISBN: 978-86-7680-326-2 held: Zlatibor, Serbia, June 10-13, 2016

### **Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у изводу (M34)**

- **Vranić, N., Milošević, P., Poledica, A., & Petrović, B., (2018)** A recommender system with IBA similarity measure. In D. Urošević, M. Vidović & D. Makajić-Nikolić (Eds.), *XIII Balcan Conference on Operational Research (BALCOR2018) – Book of Abstract* (pp. 16). Belgrade: The Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts (SANU). ISBN: 978-86-80593-65-4 held: Belgrade, Serbia, May 25-28, 2018

### **Радови саопштени на скупу националног значаја (M63)**

- **Vranić, N., Dragović, I., Poledica, A., & Rakićević, A., (2016).** Primena adaptivnog neuro-fazi sistema u finansijama. In A. Ilić, D. Petrović & D. Stojković (Eds.), *Zbornik radova XLIII Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2016)* (pp. 393-396), Beograd: Medija centar Odbrana. ISBN:978-86-335-0535-2 held: Tara, Serbia, September 20-23, 2016
- **Vranić, N., Milošević, P., Dragović, I., & Petrović, B., (2017).** Predviđanje prodaje naftnih derivata korišćenjem neuronskih mreža. In G. Ćirović (Ed.) *Zbornik radova XLIV Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2017)* (pp. 357-362), Beograd: Visoka građevinsko-geodetska škola. ISBN:978-86-7488-135-4 held: Zlatibor, Serbia, September 25-28, 2017

### 1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Невена Чолић је током докторских студија стекла различита знања и искуства из области управљања системима, рачунарске интелигенције, машинског учења, оптималног управљања, хеуристичких метода оптимизације итд.

На основу претходног приказа, увида у резултате и искуства које је кандидат стекао кроз научно-истраживачки рад у оквиру студија, као и објављених научних радова,

закључује се да је Невена Чолић у потпуности квалификована и припремљена да тему докторске дисертације самостално истражује и пружи научно-стручне доприносе у тој области.

## 2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Интерполативна Булова алгебра (енгл. *interpolative Boolean algebra* – ИБА) је конзистентна  $[0,1]$ -реализација Булове алгебре у смислу очувања свих закона на којима почива Булова алгебра (Radojević, 2000). За разлику од већине вишевредносних логика, укључујући и конвенционалну фази логику, ИБА је заснована на принципу структурне функционалности, услед чије примене се налази у Буловом оквиру. ИБА се састоји од два нивоа: симболичког и вредносног (Radojević, 2008a). На симболичком нивоу се логичке функције трансформишу у генерализовани Булов полином, коришћењем ИБА правила трансформације (Radojević, 2013). На вредносном нивоу се уводе саме вредности и користи одговарајући оператор као генерализовани производ. Агрегација у ИБА се назива логичка агрегација и представља први и најчешћи правац примене ИБА (Radojević, 2008b).

Проблем који ће се решавати у докторској дисертацијисе односи на оптимизацију функције логичке агрегације у ИБА оквиру, и њену примену на проблеме предвиђања. ИБА има способност да укључи како логичку тако и статистичку повезаност атрибута у процес агрегације. Дата функција може бити постављена експертски, али се за ту потребу све чешће примењују хеуристике које су се показале прецизније у односу на класичне експертске функције.

Једноставна евалуација логичких израза на Буловски конзистентан начин зарад агрегације атрибута омогућило је интерполативној Буловој алгебри да буде добар алат за примену у машинском учењу. У радовима (Jelinek et al., 2022; Rakićević, 2020) је приказана идеја оптимизације структурног вектора (функције) логичке агрегације коришћењем метахеуристика, односно генетског алгорита и диференцијалне еволуције. Функција логичке агрегације се одређује на основу података, а у овом случају то би значило на основу инстанци и резултата добијених применом метахеуристике. Као крајњи резултат, добијена логичка агрегација се може користити као регресиона или класификациона функција, за решавање различитих проблема у области машинског учења.

Метода променљивих околина (енгл. *variable neighborhood search* – ВНС) је позната метахеуристика која се успешно показала како у решавању проблема комбинаторне тако и глобалне оптимизације (Mladenović & Hansen, 1997). Основна идеја ВНС методе је систематична претрага више околина тренутног решења (локалног минимума), са циљем проналаска глобалног минимума. Предност ВНС алгорита је једноставност и захтев да се унапред дефинише мали број параметара, а у одређеним случајевима може

функционисати и без параметара (Hansen et al., 2003). Из тог разлога су се бројни аутори одлучивали да у оквиру хибридних модела за оптимизацију параметара машинског учења примене методу променљивих околина (Han & Wang, 2021; Araújo et al., 2017; Chan et al., 2008; Albaet al., 2008; Sidaoui & Sadouni, 2015; Vahdani et al., 2017; Yazdani et al., 2019).

**Предмет** истраживања докторске дисертације је испитивање могућности дефинисања новог алгоритма машинског учења заснованог на ИБА оквиру и ВНС метахеуристици. У оквиру овог приступа, ВНС би се користио за оптимизацију структурног вектора функције логичке агрегације у ИБА оквиру заснованог на подацима. Такође, испитивала би се могућност примене предложеног ИБА-ВНС модела у проблемима предвиђања.

Оптимизацијом структурног вектора у ИБА оквиру методом променљивих околина може се у потпуности искористити потенцијал оба приступа. Тиме би се добио флексибилан алгоритам, који има могућност прилагођавања конкретном проблему уз могућност транспарентне агрегације фактора засноване на логици. Предности хибридног ИБА-ВНС модела би се приказале кроз компаративну анализу перформанси предложеног модела и других познатих модела машинског учења.

**Циљ** докторског рада је увођење новог хибридног алгоритма машинског учења заснованог на методи променљивих околина и логичкој агрегацији у ИБА оквиру. Друштвени циљ се огледа кроз примену предложеног приступа на реалним проблемима, посебно у области медицине, финансија и маркетинга.

### **3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ**

Основна хипотеза у раду гласи:

- Могуће је дефинисати хибридни приступ за предвиђање заснован на интерполативној Буловој алгебри и методи променљивих околина.

На основу дефинисаног предмета истраживања и основне хипотезе у раду могуће је издвојити неколико посебних хипотеза:

- Интерполативна Булова алгебра је реално-вредносна реализација Булове логике која се може користити за решавање проблема предвиђања;
- Метода променљивих околина је метахеуристички алгоритам која се може користити за оптимизацију параметара алгоритама машинског учења;
- Могуће је дефинисати хибридни ИБА-ВНС модел, у оквиру ког се ВНС метода користи за оптимизацију структурног вектора логичке агрегације у оквиру ИБА приступа;

- Предложени ИБА-ВНС приступ је једноставан за примену, не захтева увођење претпоставки и даје интерпретабилне резултате;
- Предложени ИБА-ВНС модел је општи приступ који се може користити за решавање проблема предвиђања у различитим областима.

#### **4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА**

Током израде овог рада, биће коришћено више различитих општих и посебних научних метода и техника:

- Аналитичко-дедуктивна метода;
- Метода моделовања;
- Метода експеримента;
- Емпиријска метода;
- Компаративна метода.

У почетном делу истраживања биће коришћена метода анализе за преглед литературе и постојећих модела заснованих на ИБА који се користе у склопу метода и алгоритама за предвиђање. Метода анализе ће се такође користити при прегледу алгоритама машинског учења који примењују ВНС методу оптимизације. Аналитичко-дедуктивне методе користиће се за анализу постојећих хибридних модела који метахеуристикама оптимизују структурни вектор логичке агрегације у ИБА оквиру. Метода моделирања ће се користити приликом развоја новог приступа за решавање проблема предвиђања који је заснован на методи променљивих околина и коришћењу ИБА за агрегацију улаза у модел.

У експерименталном делу дисертације, предложени приступ ће бити примењен како на добро познатим скуповима података из литературе, тако и на три реална проблема у области медицине, финансија и маркетинга. Експерименти ће бити развијени у Матлаб окружењу, а добијени резултати ће компаративном методом бити поређени са другим техникама машинског учења за решавање проблема предвиђања. Такође, биће извршена експериментална провера постављених хипотеза са циљем њиховог потврђивања или оповргавања. Утврђивање начина за унапређење приступа ће бити обављено емпиријском методом.

Резултати истраживања ће бити представљени текстуално, описивањем и графички кроз више слика, дијаграма и табела на којима ће упоредно бити приказани резултати коришћених алгоритама. Истраживање ће бити мултидисциплинарно, јер укључује научне дисциплине: рачунарску интелигенцију, теорију управљања, операциона истраживања, теорију одлучивања, информатику, статистику и друге.

## 5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Најзначајнији допринос ове докторске дисертације биће увођење новог алгоритма машинског учења заснованог на хибридизацији интерполативне Булове алгебре и методе променљивих околина.

Очекивани научни, стручни и друштвени доприноси резултата планираног истраживања су:

- Преглед и систематизација постојећих приступа заснованих на ИБА који се користе за рангирање и предвиђање;
- Преглед алгоритама машинског учења који користе ВНС хеуристику;
- Анализа и критички осврт на постојеће хибридне моделе у којима се хеуристике користе за оптимизацију структурног вектора логичке агрегације у ИБА оквиру;
- Стручни допринос огледа се у развоју и примени новог хибридног ИБА-ВНС приступа;
- Транспарентност модела, која се огледа у једноставном тумачењу резултата предвиђања;
- Друштвени допринос представља могућност примене предложеног приступа у различитим областима, попут медицине, финансија и маркетинга.

## 6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

План истраживања докторске дисертације приказан је у следећој табели:

|   | Фаза                                     | Задатак                                                                                                                                                                                                                                                                              | Методе, технике, стандарди                                                                                                                                                               |
|---|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Анализа досадашњих резултата истраживања | <ul style="list-style-type: none"><li>- Прикупљање информација и анализа постојећег стања, као и досадашњих резултата истраживања у развоју и имплементацији ИБА модела за предвиђање</li><li>- Систематизација постојећих ИБА приступа хибридизованих са метахеуристикама</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Претраживање научне и стручне литературе</li><li>- Претраживање индексних база научних радова</li><li>- Претраживање интернет садржаја</li></ul> |

|   |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Развој приступа за предвиђање заснованог на интерполативној Буловој алгебри и методи променљивих околина        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Дефинисање иницијалног алгорита</li> <li>- Развијање прототипа новог приступа за решавање проблема предвиђања</li> <li>- Развој коначног модела</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методе пројектовања алгорита</li> <li>- Метакхеуристике</li> </ul>                                 |
| 3 | Примена развијеног приступа над тестним подацима и реалним подацима из области медицине, финансија и маркетинга | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализа података</li> <li>- Моделовање података: одабир атрибута и претпроцесирање</li> <li>- Примена модела над подацима</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методе моделовања података</li> <li>- Селекција података</li> </ul>                                |
| 4 | Евалуација приступа и анализа резултата                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализа резултата примене и корективне мере</li> <li>- Мерење индикатора перформанси</li> <li>- Закључци</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Верификација и валидација</li> <li>- Статистичке методе</li> <li>- Компаративна анализа</li> </ul> |
| 5 | Закључак                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализа предности и недостатака новог решења</li> <li>- Идеје за даљи рад</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализа</li> <li>- Синтеза</li> </ul>                                                              |

| ФАЗА | МЕСЕЦ |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |
|------|-------|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
|      | I     | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 1    |       |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |
| 2    |       |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |
| 3    |       |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |
| 4    |       |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |
| 5    |       |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |

Оквирна структура предложене дисертације је следећа:

У првом поглављу биће изложен проблем, предмет и циљ истраживања. Биће дефинисане хипотезе које ће се истраживањем потврдити или оборити. Затим ће бити приказан опис структуре докторског рада по поглављима.

У другом поглављу ће бити објашњени основни теоријски појмови везани за рачунарску интелигенцију, машинско учење и метахеуристике као и најкоришћеније методологије у оквиру ових приступа.

У трећем поглављу биће детаљно представљене теоријске основе дисертације. Најпре ће бити објашњене основе интерполативне Булове алгебре, кроз принцип структурне функционалности на којем је она заснована, и кроз ИБА симболички и вредносни ниво. Затим ће бити приказане смернице и правила битна за примену ИБА и описана два најчешћа алата заснована на њој – логичка агрегација и ИБА мера сличности. Посебна пажња биће посвећена моделима који су до сада представљени јавности, а примењују интерполативну Булову алгебру у оквиру алгоритама машинског учења. Даље, биће детаљно приказан и објашњен основни алгоритам методе променљивих околина и преглед подтипова ове метахеуристике у зависности од начина примене. Истражиће се његова примена у оквиру алгоритама машинског учења за решавање проблема предвиђања и класификације.

У четвртном поглављу ће бити представљен нови ИБА-ВНС приступ класификацији и предвиђању. Поред теоријских основа биће приказани и објашњени редом сви кораци самог алгоритма и приказаће се његови псеудо-кодови. Испитиваће се перформансе тренирања модела у случају већег броја улазних променљивих, и размотриће се могућност примене алгоритама за смањење димензионалности.

У оквиру првог дела петог поглавља биће приказана примена предложеног ИБА-ВНС модела за решавање проблема предвиђања над добро познатим скуповима података из литературе. Затим ће бити приказана и компаративна анализа добијених резултата са перформансама познатих алгоритама машинског учења: неуронске мреже, метода носећих вектора и алгоритам  $k$  најближих суседа.

У шестом поглављу хибридни ИБА-ВНС модел ће се тестирати на три реална проблема у различитим областима. Планирано је да се у области медицине испитује могућност постоперативних компликација на основу процене стања пацијента. У области финансија планирано је решавање проблема предвиђања кредитне способности компанија. Док је у области маркетинга планирана примена на проблему превиђања продаје, где би се као улазни подаци користиле спецификације малопродајних објеката.

У последњем поглављу биће дат закључак, са посебним освртом на постављене хипотезе, као и преглед доприноса дисертације и могући правци даљег истраживања.

На крају рада биће наведена литература која је коришћена приликом израде дисертације.

Оквирно, структуру докторске дисертације сачињавала би следећа поглавља:

## 1. Увод

1.1. Проблем, предмет и циљ истраживања

1.2. Полазне хипотезе

1.3. Структура рада

## 2. Основни појмови

2.1. Рачунарска интелигенција

2.2. Машинско учење

2.3. Метаксеуристичке методе оптимизације

## 3. Теоријске основе

3.1. Интерполативна Булова алгебра

3.1.1. Основни теоријски појмови и структура ИБА

3.1.2. Симболички ниво интерполативне Булове алгебре

3.1.3. Вредносни ниво интерполативне Булове алгебре и генерализовани Булов производ

3.1.4. Логичка агрегација

3.1.5. ИБА логичка мера сличности

3.1.6. ИБА у машинском учењу

3.2. Метода променљивих околина

3.2.1. Дефиниција оптимизационог проблема

3.2.2. Теоријски концепти ВНС методе

3.2.3. Основна ВНС метода

3.2.4. Варијације ВНС методе

3.2.5. Примена ВНС метаксеуристике у машинском учењу

## 4. Хибридни ИБА-ВНС приступ

4.1. Теоријске основе

4.2. Кораци ИБА-ВНС алгоритма

4.3. Улазни подаци у модел

4.4. Интерпретација модела

## 5. Валидација ИБА-ВНС модела

5.1. Перформансе ИБА-ВНС модела на малим, стандардним скуповима података

5.2. Резултати предвиђања других алгоритама машинског учења

- 5.3. Компаративна анализа резултата
6. Примена ИБА-ВНС приступа на реалним проблемима
  - 6.1. Студија случаја у области медицине
  - 6.2. Студија случаја у области финансија
  - 6.3. Студија случаја у области маркетинга
  - 6.4. Дискусија
7. Закључак
  - 7.1. Остварени допринос
  - 7.2. Могући даљи правци истраживања
8. Литература

Почетна листа библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације:

1. Abdel-Basset, M., Abdel-Fatah, L., & Sangaiah, A. K. (2018). Metaheuristic algorithms: A comprehensive review. *Computational intelligence for multimedia big data on the cloud with engineering applications*, 185-231.
2. Adibi, M. A., Zandieh, M., & Amiri, M. (2010). Multi-objective scheduling of dynamic job shop using variable neighborhood search. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 282-287.
3. Alba, E., Anguita, D., Ghio, A., & Ridella, S. (2008). Using variable neighborhood search to improve the support vector machine performance in embedded automotive applications. In *2008 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE World Congress on Computational Intelligence)* (pp. 984-988). IEEE.
4. AL-Tabtabai, H., & Alex, A. P. (1999). Using genetic algorithms to solve optimization problems in construction. *Engineering Construction and Architectural Management*, 6(2), 121-132.
5. Amershi, S., Chickering, M., Drucker, S. M., Lee, B., Simard, P., & Suh, J. (2015). Modeltracker: Redesigning performance analysis tools for machine learning. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 337-346).
6. Bartz-Beielstein, T., & Zaefferer, M. (2017). Model-based methods for continuous and discrete global optimization. *Applied Soft Computing*, 55, 154-167.
7. Basu, S. (2012). Tabu search implementation on traveling salesman problem and its variations: a literature survey.
8. Brimberg, J., Mladenović, N., & Urošević, D. (2015). Solving the maximally diverse grouping problem by skewed general variable neighborhood search. *Information Sciences*, 295, 650-675.
9. Brimberg, J., Mladenović, N., Todosijević, R., & Urošević, D. (2019). Solving the capacitated clustering problem with variable neighborhood search. *Annals of Operations Research*, 272, 289-321.
10. Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45, 5-32.
11. Brown, F. M. (2003). *Boolean reasoning: the logic of Boolean equations*. Courier Corporation.

12. Burke, E., Kendall, G., Silva, D. L., O'Brien, R., & Soubeiga, E. (2005) An ant algorithm hyperheuristic for the project presentation scheduling problem. In *2005 IEEE Congress on Evolutionary Computation* (Vol. 3, pp. 2263-2270). IEEE.
13. Chan, K. Y., Zhu, H. L., Aydin, M. E., Lau, C. C., & Wang, H. Q. (2008). An integrated approach of support vector machine and variable neighborhood search for discovering combinational gene signatures in predicting chemo-response of osteosarcoma. In *Proceedings of the international multiconference of engineers and computer scientists* (Vol. 1, pp. 121-125).
14. Chen, P., Huang, H. K., & Dong, X. Y. (2010). Iterated variable neighborhood descent algorithm for the capacitated vehicle routing problem. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1620-1627.
15. Cordeau, J. F., & Laporte, G. (2005). Tabu search heuristics for the vehicle routing problem (pp. 145-163). Springer US.
16. Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning*, 20, 273-297.
17. Costa, V. G., & Pedreira, C. E. (2023). Recent advances in decision trees: An updated survey. *Artificial Intelligence Review*, 56(5), 4765-4800.
18. Črepinšek, M., Liu, S. H., & Mernik, M. (2013). Exploration and exploitation in evolutionary algorithms: A survey. *ACM computing surveys (CSUR)*, 45(3), 1-33.
19. Das, S., & Suganthan, P. N. (2010). Differential evolution: A survey of the state-of-the-art. *IEEE transactions on evolutionary computation*, 15(1), 4-31.
20. Dasgupta, D. (Ed.). (2012). *Artificial immune systems and their applications*. Springer Science & Business Media.
21. Defryn, C., & Sörensen, K. (2017). A fast two-level variable neighborhood search for the clustered vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 83, 78-94.
22. Dhanaraj, R. K., Rajkumar, K., & Hariharan, U. (2020). Enterprise IoT modeling: supervised, unsupervised, and reinforcement learning. *Business Intelligence for Enterprise Internet of Things*, 55-79.
23. de Freitas, J. C., & Penna, P. H. V. (2018). A randomized variable neighborhood descent heuristic to solve the flying sidekick traveling salesman problem. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 66, 95-102.
24. Dong, X., Zhang, H., Xu, M., & Shen, F. (2021). Hybrid genetic algorithm with variable neighborhood search for multi-scale multiple bottleneck traveling salesmen problem. *Future Generation Computer Systems*, 114, 229-242.
25. Dragović, I., Turajlić, N., Pilčević, D., Petrović, B., & Radojević, D. (2015). A Boolean consistent fuzzy inference system for diagnosing diseases and its application for determining peritonitis likelihood. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2015.
26. Dragović, I., Turajlić, N., Radojević, D., & Petrović, B. (2014). Combining Boolean consistent fuzzy logic and AHP illustrated on the web service selection problem. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 7(sup1), 84-93.
27. Dragović, I. (2016). Konzistentan neuro-fazi sistem zaključivanja (doctoral dissertation). Beograd: Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beograd.
28. Du, K. L., Swamy, M. N. S., Du, K. L., & Swamy, M. N. S. (2016). Particle swarm optimization. *Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature*, 153-173.

29. Duarte, A., Pantrigo, J. J., Pardo, E. G., & Mladenovic, N. (2015). Multi-objective variable neighborhood search: an application to combinatorial optimization problems. *Journal of Global Optimization*, 63, 515-536.
30. Dumitrescu, D., Lazzerini, B., Jain, L. C., & Dumitrescu, A. (2000). *Evolutionary computation*. CRC press.
31. Eberhart, R. C., Shi, Y., & Kennedy, J. (2001). *Swarm intelligence*. Elsevier.
32. Egea, J. A., Vazquez, E., Banga, J. R., & Martí, R. (2009). Improved scatter search for the global optimization of computationally expensive dynamic models. *Journal of Global Optimization*, 43, 175-190.
33. Engelbrecht, A. P. (2007). *Computational intelligence: an introduction*. John Wiley & Sons.
34. Fattahi, P., Bagheri Rad, N., Daneshamooz, F., & Ahmadi, S. (2020). A new hybrid particle swarm optimization and parallel variable neighborhood search algorithm for flexible job shop scheduling with assembly process. *Assembly Automation*, 40(3), 419-432.
35. Fréchet, M. M. (1906). Sur quelques points du calcul fonctionnel. *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo (1884-1940)*, 22(1), 1-72.
36. Frifita, S., Masmoudi, M., & Euch, J. (2017). General variable neighborhood search for home healthcare routing and scheduling problem with time windows and synchronized visits. *Electronic notes in discrete mathematics*, 58, 63-70.
37. Fulcher, J. (2008). *Computational intelligence: a compendium* (Vol. 21). L. C. Jain (Ed.). Heidelberg: Springer.
38. Gao, J., Sun, L., & Gen, M. (2008). A hybrid genetic and variable neighborhood descent algorithm for flexible job shop scheduling problems. *Computers & Operations Research*, 35(9), 2892-2907.
39. Glover, F. (1986). Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. *Computers & operations research*, 13(5), 533-549.
40. Glover, F. (1997). A template for scatter search and path relinking. In *European conference on artificial evolution* (pp. 1-51). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
41. Glover, F. (1989). Tabu search—part I. *ORSA Journal on computing*, 1(3), 190-206.
42. Glover, F. (1990). Tabu search—part II. *ORSA Journal on computing*, 2(1), 4-32.
43. Glover, F. W., & Kochenberger, G. A. (2006). *Handbook of metaheuristics* (Vol. 57). Springer Science & Business Media.
44. Glover, F., & Laguna, M. (1997). Tabu search kluwer academic. Boston, Texas.
45. Grabisch, M. (1996). The application of fuzzy integrals in multicriteria decision making. *European journal of operational research*, 89(3), 445-456.
46. Grefenstette, J. J. (1993, August). Genetic algorithms and machine learning. In *Proceedings of the sixth annual conference on Computational learning theory* (pp. 3-4).
47. Guilmeau, T., Chouzenoux, E., & Elvira, V. (2021). Simulated annealing: A review and a new scheme. In *2021 IEEE Statistical Signal Processing Workshop (SSP)* (pp. 101-105). IEEE.
48. Gumaida, B. F., & Luo, J. (2019). A hybrid particle swarm optimization with a variable neighborhood search for the localization enhancement in wireless sensor networks. *Applied Intelligence*, 49, 3539-3557.
49. Gupta, M. M., & Qi, J. (1991). Theory of T-norms and fuzzy inference methods. *Fuzzy sets and systems*, 40(3), 431-450.

50. Han, L., & Wang, H. (2021). A random forest assisted evolutionary algorithm using competitive neighborhood search for expensive constrained combinatorial optimization. *Memetic Computing*, 13, 19-30.
51. Hanne, T., & Dornberger, R. (2017). Computational intelligence (pp. 13-41). Springer International Publishing.
52. Hansen, P., Jaumard, B., Mladenovic, N., & Parreira, A. (2000). Variable neighborhood search for weighted maximum satisfiability problem. *Les Cahiers du GERAD*, 62.
53. Hansen, P., & Mladenović, N. (2006). First vs. best improvement: An empirical study. *Discrete Applied Mathematics*, 154(5), 802-817.
54. Hansen, P., Mladenović, N., & Urošević, D. (2006). Variable neighborhood search and local branching. *Computers & Operations Research*, 33(10), 3034-3045.
55. Hansen, P., Mladenovic, N., Brimberg, J., & Pérez, J. M. (2003). Variable neighbourhood search. Handbook of Metaheuristics. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
56. Hansen, P., & Mladenovic, N. (2003). A tutorial on variable neighborhood search. *Les Cahiers du GERAD ISSN*, 711, 2440.
57. Hansen, P., Mladenović, N., Brimberg, J., & Pérez, J. A. M. (2019). *Variable neighborhood search* (pp. 57-97). Springer International Publishing.
58. Hansen, P., Mladenović, N., & Moreno Perez, J. A. (2010). Variable neighbourhood search: methods and applications. *Annals of Operations Research*, 175, 367-407.
59. Hansen, P., Mladenović, N., & Perez-Britos, D. (2001). Variable neighborhood decomposition search. *Journal of Heuristics*, 7(4), 335-350.
60. Hájek, P. (2013). *Metamathematics of fuzzy logic* (Vol. 4). Springer Science & Business Media.
61. Haykin, S. (1998). *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall PTR.
62. Jabbar, H., & Khan, R. Z. (2015). Methods to avoid over-fitting and under-fitting in supervised machine learning (comparative study). *Computer Science, Communication and Instrumentation Devices*, 70(10.3850), 978-981.
63. Jain, A. K., Mao, J., & Mohiuddin, K. M. (1996). Artificial neural networks: A tutorial. *Computer*, 29(3), 31-44.
64. Jelinek, S., Milošević, P., Rakićević, A., & Petrović, B. (2021). Forecasting Sovereign Credit Ratings Using Differential Evolution and Logic Aggregation in IBA Framework. In *International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems* (pp. 506-513). Cham: Springer International Publishing
65. Jelinek, S. (2022). Hibridni IBA-DE pristup za predviđanje kreditnog rejtinga država (doctoral dissertation). Beograd: Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beograd.
66. Jelinek, S., Milošević, P., Rakićević, A., Poledica, A., & Petrović, B. (2022) A novel IBA-DE Hybrid Approach for Modelling Sovereign Credit Ratings. *Mathematics*, 10(15), 2679.
67. Jeremić, M., Rakićević, A., & Dragović, I. (2016). Interpolative Boolean algebra based multicriteria routing algorithm. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 25(3).
68. Jiang, Q., Jin, X., Lee, S. J., & Yao, S. (2019). A new similarity/distance measure between intuitionistic fuzzy sets based on the transformed isosceles triangles and its applications to pattern recognition. *Expert Systems with Applications*, 116, 439-453.

69. Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.
70. Kazakovtsev, L., Rozhnov, I., Popov, A., & Tovbis, E. (2020). Self-adjusting variable neighborhood search algorithm for near-optimal k-means clustering. *Computation*, 8(4), 90.
71. Kirkpatrick, S., Gelatt Jr, C. D., & Vecchi, M. P. (1983). Optimization by simulated annealing. *Science*, 220(4598), 671-680.
72. Klement, E. P., Mesiar, R., & Pap, E. (2013). *Triangular norms* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
73. Kostic, J., Bakajac, M., Milosevic, P., & Poledica, A. (2013). Ranking of Banks Using Logical Aggregation. In *Proceedings of the 11th Balkan Conference on Operational Research (BALCOR 2013)* (pp. 3-11).
74. Kovačić, Z. J. (1998). *Multivarijaciona analiza*. Ekonomski fakultet.
75. Krentel, M. W. (1986). The complexity of optimization problems. In *Proceedings of the eighteenth annual ACM symposium on Theory of computing* (pp. 69-76).
76. Krogh, A. (2008). What are artificial neural networks?. *Nature biotechnology*, 26(2), 195-197.
77. Kulmanov, M., Smaili, F. Z., Gao, X., & Hoehndorf, R. (2021). Semantic similarity and machine learning with ontologies. *Briefings in bioinformatics*, 22(4), bbaa199.
78. Laporte, G., & Nobert, Y. (1987). Exact algorithms for the vehicle routing problem. In *North-Holland mathematics studies* (Vol. 132, pp. 147-184). North-Holland.
79. Latinović, M., Dragović, I., Bogojević-Arsić, V., & Petrović, B. (2018). A fuzzy inference system for credit scoring using Boolean consistent fuzzy logic. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 11(1), 414-427.
80. Lejeune, M. A. (2006). A variable neighborhood decomposition search method for supply chain management planning problems. *European Journal of Operational Research*, 175(2), 959-976.
81. Łukasiewicz, J. (1913). *Die logischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Akademie der Wissenschaften.
82. Kacprzyk, J., & Pedrycz, W. (Eds.). (2015). *Springer handbook of computational intelligence*. Springer.
83. Ma, S., & Fildes, R. (2017). A retail store SKU promotions optimization model for category multi-period profit maximization. *European Journal of Operational Research*, 260(2), 680-692.
84. Macedo, R., Alves, C., Hanafi, S., Jarboui, B., Mladenović, N., Ramos, B., & De Carvalho, J. V. (2015). Skewed general variable neighborhood search for the location routing scheduling problem. *Computers & Operations Research*, 61, 143-152.
85. Mallipeddi, R., Suganthan, P. N., Pan, Q. K., & Tasgetiren, M. F. (2011). Differential evolution algorithm with ensemble of parameters and mutation strategies. *Applied soft computing*, 11(2), 1679-1696.
86. Martí, R., Pantrigo, J. J., Duarte, A., Campos, V., & Glover, F. (2011). Scatter search and path relinking: a tutorial on the linear arrangement problem. *International Journal of Swarm Intelligence Research (IJSIR)*, 2(2), 1-21.
87. Martinović, N. (2016). Selection of the best consultant for SAP ERP project using combined AHP-IBA approach. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 24(3).
88. Michalski, R. S., Carbonell, J. G., & Mitchell, T. M. (Eds.). (2013). *Machine learning: An artificial intelligence approach*. Springer Science & Business Media.

89. Milošević, P., Petrović, B., Radojević, D., & Kovačević, D. (2014). A software tool for uncertainty modeling using Interpolative Boolean algebra. *Knowledge-Based Systems*, 62, 1-10.
90. Milošević, P., Poledica, A., Dragović, I., Rakićević, A., & Petrović, B. (2018a). VNS for optimizing the structure of a logical function in IBA framework. In *6th International Conference on Variable Neighbourhood Search* (p. 44).
91. Milošević, P., Poledica, A., Rakićević, A., Dobrić, V., Petrović, B., & Radojević, D. (2018b). IBA-based framework for modeling similarity. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 11(1), 206-218.
92. Milošević, P. (2017). IFS-IBA pristup: interpolativna Bulova algebra u teoriji intuicionističkih fazi skupova (doctoral dissertation). Beograd: Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beograd.
93. Milošević, P., Nešić, I., Poledica, A., Radojević, D., & Petrović, B. (2017). Logic-based aggregation methods for ranking student applicants. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 27(4), 463-479.
94. Milošević, P., Rakićević, A., Dragović, I., Poledica, A., Petrović, B., Vukićević, A., & Zukanović, M. (2021). Računarska inteligencija Praktikum u MATLAB-u (elektronsko izdanje). Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
95. Milošević, P., Petrović, B., & Dragović, I. (2021). A novel approach to generalized intuitionistic fuzzy sets based on interpolative boolean algebra. *Mathematics*, 9(17), 2115.
96. MirHassani, S. A., & Abolghasemi, N. (2011). A particle swarm optimization algorithm for open vehicle routing problem. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 11547-11551.
97. Mitchell, T. (1997). *Machine Learning*: McGraw-Hill.
98. Mladenović, N. (2016). An efficient general variable neighborhood search for large travelling salesman problem with time windows. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 23(1).
99. Mladenović, N., & Hansen, P. (1997). Variable neighborhood search. *Computers & operations research*, 24(11), 1097-1100.
100. Mladenović, N., Dražić, M., Kovačević-Vujčić, V., & Čangalović, M. (2008). General variable neighborhood search for the continuous optimization. *European Journal of Operational Research*, 191(3), 753-770.
101. Mujkic, Z., Qorri, A., & Kraslawski, A. (2018). Sustainability and optimization of supply chains: A literature review. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 11(4), 186-199.
102. Palubeckis, G. (2017). A variable neighborhood search and simulated annealing hybrid for the profile minimization problem. *Computers & Operations Research*, 87, 83-97.
103. Pereira, F., Mitchell, T., & Botvinick, M. (2009). Machine learning classifiers and fMRI: a tutorial overview. *Neuroimage*, 45(1), S199-S209.
104. Poledica, A. (2016). Logički pristup modelovanju sličnosti (doctoral dissertation). Beograd: Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beograd.
105. Poledica, A., Milošević, P., Dragović, I., Petrović, B., & Radojević, D. (2015). Modeling consensus using logic-based similarity measures. *Soft Computing*, 19, 3209-3219.
106. Poledica, A., Milosevic, P., Dragovic, I., Radojevic, D., & Petrovic, B. (2013). A consensus model in group decision making based on interpolative boolean algebra.

- In *8th conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT-13)* (pp. 688-694). Atlantis Press.
107. Poli, R., Kennedy, J., & Blackwell, T. (2007). Particle swarm optimization: An overview. *Swarm intelligence*, 1, 33-57.
  108. Price, K. V. (2013). Differential evolution. In *Handbook of optimization: From classical to modern approach* (pp. 187-214). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.)
  109. Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine learning*, 1, 81-106.
  110. Radojević, D. (1999). Logical interpretation of discrete Choquet integral defined by general measure. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 7(06), 577-588.
  111. Radojević, D. (2000). (0, 1)-valued logic: a natural generalization of Boolean logic. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 10(2), 185-216.
  112. Radojević, D. (2005). Interpolative relations and interpolative preference structures. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 15(2).
  113. Radojević, D. (2006). Boolean Frame is Adequate for Treatment of Gradation or Fuzziness Equally as for Two-Valued or Classical Case. In *Proceedings of the 4th Serbian-Hungarian Joint Symposium on Intelligent Systems–SISY 2006* (pp. 43-57).
  114. Radojević, D. (2008a). Fuzzy Set Theory in Boolean Frame. *International Journal of Computers, Communications & Control*, 3(3), 121-131
  115. Radojević, D. (2008b). Logical aggregation based on interpolative Boolean algebra. *Mathware & Soft Computing*, 15(1), 125-141.
  116. Radojevic, D. (2008c). Real sets as consistent Boolean generalization of classical sets. *From natural language to soft computing: New paradigms in artificial intelligence*, 150-171.
  117. Radojević, D. (2010). Generalizovane (realno-vrednosne) relacije poretka iekvivalencije. Paper presented at the *XXXVII Simpozijum o operacionim istraživanjima* (SYM-OP-IS 2010).
  118. Radojević, D. (2013). Real-valued realizations of boolean algebras are a natural frame for consistent fuzzy logic. *On Fuzziness: A Homage to Lotfi A. Zadeh–Volume 2*, 559-565.
  119. Raj, D. J. S. (2019). A comprehensive survey on the computational intelligence techniques and its applications. *Journal of IoT in Social, Mobile, Analytics, and Cloud*, 1(3), 147-159.
  120. Rakićević, A. (2020). Adaptivni fazi sistem za algoritamsko trgovanje: Interpolativni bulov pristup (doctoral dissertation). Beograd: Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beograd.
  121. Rakićević, A., Milošević, P., Petrović, B., & Radojević, D. G. (2016). DuPont financial ratio analysis using logical aggregation. In *Soft Computing Applications: Proceedings of the 6th International Workshop Soft Computing Applications (SOFA 2014), Volume 2* (pp. 727-739). Springer International Publishing.
  122. Rakićević, A., Simeunović, V., Petrović, B., & Milić, S. (2018). An automated system for stock market trading based on logical clustering. *Tehnički vjesnik*, 25(4), 970-978.
  123. Rakićević, A., Milošević, P., Poledica, A., Dragović, I., & Petrović, B. (2019). Interpolative Boolean approach for fuzzy portfolio selection. *Applying fuzzy logic for the digital economy and society*, 23-46.
  124. Reeves, C. R. (1993). Improving the efficiency of tabu search for machine sequencing problems. *Journal of the operational research society*, 44, 375-382.

125. Ribeiro, C. C., Hansen, P., Hansen, P., & Mladenović, N. (2002). *Developments of variable neighborhood search* (pp. 415-439). Springer US.
126. Robič, T., & Filipič, B. (2005). Differential evolution for multiobjective optimization. In *International conference on evolutionary multi-criterion optimization* (pp. 520-533). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
127. Rong, S., & Bao-Wen, Z. (2018). The research of regression model in machine learning field. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 176, p. 01033). EDP Sciences.
128. Sadati, M. E. H., & Çatay, B. (2021). A hybrid variable neighborhood search approach for the multi-depot green vehicle routing problem. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 149, 102293.
129. Samuel, A. (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3(3)
130. Sivanandam, S. N., Deepa, S. N., Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (2008). Genetic algorithm optimization problems. *Introduction to genetic algorithms*, 165-209.
131. Shi, Y. (2001). Particle swarm optimization: developments, applications and resources. In *Proceedings of the 2001 congress on evolutionary computation (IEEE Cat. No. 01TH8546)* (Vol. 1, pp. 81-86). IEEE.
132. Sidaoui, B., & Sadouni, K. (2015). OVA heuristic approach based on variable neighborhood search method for multiclass support vector machine. *Recent Advances in Electrical Engineering*, 58.
133. Simon, D. (2013). *Evolutionary optimization algorithms*. John Wiley & Sons.
134. Soofi, A. A., & Awan, A. (2017). Classification techniques in machine learning: applications and issues. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 13(1), 459-465.
135. Soylu, B. (2015). A general variable neighborhood search heuristic for multiple traveling salesmen problem. *Computers & Industrial Engineering*, 90, 390-401.
136. Sörensen, K. (2015). Metaheuristics—the metaphor exposed. *International Transactions in Operational Research*, 22(1), 3-18.
137. Storn, R., & Price, K. (1997). Differential evolution—a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces. *Journal of global optimization*, 11, 341-359.
138. Suman, B., & Kumar, P. (2006). A survey of simulated annealing as a tool for single and multiobjective optimization. *Journal of the operational research society*, 57, 1143-1160.
139. Todosijević, R., Hanafi, S., Urošević, D., Jarboui, B., & Gendron, B. (2017a). A general variable neighborhood search for the swap-body vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 78, 468-479.
140. Todosijević, R., Mjirda, A., Mladenović, M., Hanafi, S., & Gendron, B. (2017b). A general variable neighborhood search variants for the travelling salesman problem with draft limits. *Optimization Letters*, 11, 1047-1056.
141. Todosijević, R., Mladenović, M., Hanafi, S., Mladenović, N., & Crévits, I. (2016). Adaptive general variable neighborhood search heuristics for solving the unit commitment problem. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 78, 873-883.
142. Todosijević, R., Urošević, D., Mladenović, N., & Hanafi, S. (2017c). A general variable neighborhood search for solving the uncapacitated r-allocation p-hub median problem. *Optimization Letters*, 11(6), 1109-1121.
143. Tran, M. Q., Elsis, M., & Liu, M. K. (2021). Effective feature selection with fuzzy entropy and similarity classifier for chatter vibration diagnosis. *Measurement*, 184, 109962.

144. Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *The Essential Turing: the Ideas That Gave Birth to the Computer Age*, 433-464.
145. Ugray, Z., Lasdon, L., Plummer, J., Glover, F., Kelly, J., & Martí, R. (2007b). Scatter search and local NLP solvers: A multistart framework for global optimization. *INFORMS Journal on computing*, 19(3), 328-340.
146. Vahdani, B., Mousavi, S. M., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Hashemi, H. (2017). A new enhanced support vector model based on general variable neighborhood search algorithm for supplier performance evaluation: A case study. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 10(1), 293-311.
147. Vojtek, N. (2021). Sistem za predviđanje nedolaska putnika na let zasnovan na tehnikama računarske inteligencije. (doctoral dissertation). Beograd: Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beograd.
148. Vranić, N., Milošević, P., Poledica, A., & Petrović, B. (2020). A Recommender System with IBA Similarity Measure. In *Advances in Operational Research in the Balkans: XIII Balkan Conference on Operational Research* (pp. 275-290). Springer International Publishing.
149. Weile, D. S., & Michielssen, E. (1997). Genetic algorithm optimization applied to electromagnetics: A review. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 45(3), 343-353.
150. Xiao, L., Song, S., Chen, X., & Coit, D. W. (2016). Joint optimization of production scheduling and machine group preventive maintenance. *Reliability Engineering & System Safety*, 146, 68-78.
151. Yager, R. R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking. *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics*, 18(1), 183-190.
152. Yazdani, M., Babagolzadeh, M., Kazemitash, N., & Saberi, M. (2019). Reliability estimation using an integrated support vector regression-variable neighborhood search model. *Journal of Industrial Information Integration*, 15, 103-110.
153. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
154. Zhang, B., Pan, Q. K., Meng, L. L., Zhang, X. L., Ren, Y. P., Li, J. Q., & Jiang, X. C. (2021). A collaborative variable neighborhood descent algorithm for the hybrid flowshop scheduling problem with consistent sublots. *Applied Soft Computing*, 106, 107305.

## 7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног може се закључити да кандидат Невена Чолић испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде докторске дисертације под насловом **„ИБА-ВНС приступ: унапређење модела машинског учења у циљу повећања интерпретабилности“**.

Невена Чолић поседује неопходна знања из области информационих система и технологија, рачунарске интелигенције и управљања системима за успешан рад на докторској дисертацији.

Тема припада ужој научној области Управљање системима, мултидисциплинарна је и актуелна. Добијени резултати могу да допринесу унапређењу решавања проблема предвиђања помоћу метода рачунарске интелигенције, омогућивши на овај начин већу транспарентност предвиђања и лаку имплементацију у различитим областима.

На основу свега наведеног, комисија предлаже Наставно-научном већу да прихвати предложену тему и одобри израду пријављене докторске дисертације. За ментора докторске дисертације предлаже се др Павле Милошевић, доцент Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

---

др Павле Милошевић, доцент  
Факултет организационих наука, Универзитет у Београду

---

др Гордана Савић, редовни професор  
Факултет организационих наука, Универзитета у Београду

---

др Вељко Јеремић, редовни професор  
Факултет организационих наука, Универзитета у Београду

---

др Ивана Драговић, ванредни професор  
Факултет организационих наука, Универзитета у Београду

---

др Зорана Јанчић, ванредни професор  
Природно-математички факултет, Универзитета у Нишу

Београд, \_\_\_\_\_