SVEUČILIŠTE U MOSTARU

FAKULTET STROJARSTVA, RAČUNARSTVA I ELEKTROTEHNIKE

SEMINARSKI RAD

SIMULACIJA RADA SERVISA ZA POPRAVAK TEHNIČKIH UREĐAJA

Dario Klarić  
Franjo Lovrić

Mostar, lipanj 2024.

# Sadržaj

[1 Uvod 1](#_Toc168413306)

[2 Opis problema 2](#_Toc168413307)

[3 Metodologija 3](#_Toc168413308)

[3.1 Korišteni alati i tehnologije 3](#_Toc168413309)

[3.2 Definiranje agenata 3](#_Toc168413310)

[3.3 Parametri simulacije 3](#_Toc168413311)

[3.4 Raspored dolazaka uređaja 4](#_Toc168413312)

[3.5 Model simulacije 4](#_Toc168413313)

[3.6 Validacija modela 4](#_Toc168413314)

[4 Prikaz kôda i funkcionalnosti simulacije 6](#_Toc168413315)

[5 Zaključak 14](#_Toc168413316)

# Popis slika

[Slika 4.1. Deklaracija varijabli okruženja simulacijskog modela 6](#_Toc168413348)

[Slika 4.2. Postavljanje modela simulacije (1. dio) 7](#_Toc168413349)

[Slika 4.3. Postavljanje modela simulacije (2. dio) 8](#_Toc168413350)

[Slika 4.4. Pokretanje simulacije 9](#_Toc168413351)

[Slika 4.5. Kreiranje uređaja i obavljanje popravka (1. dio) 10](#_Toc168413352)

[Slika 4.6. Kreiranje uređaja i obavljanje popravka (2. dio) 11](#_Toc168413353)

[Slika 4.7. Kreiranje uređaja i obavljanje popravka (3. dio) 11](#_Toc168413354)

[Slika 4.8. Izračunavanje i ispis konačnih rezultata 12](#_Toc168413355)

[Slika 4.9. Prikaz simulacijskog okruženja 13](#_Toc168413356)

# Uvod

U današnjem digitalnom dobu, tehnički uređaji postali su neizostavan dio naše svakodnevice. Od računala i pametnih telefona do printera i mrežnih uređaja, ovisimo o njima za komunikaciju, rad, zabavu i još mnogo toga. Međutim, kao i svaka tehnologija, i ovi uređaji su podložni različitim greškama i kvarovima koji zahtijevaju popravak.

Servisi za popravak tehničkih uređaja igraju ključnu ulogu u osiguravanju da naši uređaji budu u ispravnom stanju. No, upravljanje ovakvim servisima može biti izazovno, posebno kada je potrebno optimizirati radnu snagu i resurse kako bi se osigurala učinkovita usluga popravka.

U ovom radu istražujemo simulaciju rada servisa za popravak tehničkih uređaja pomoću NetLogo programskog jezika. Cilj je razviti model koji će nam omogućiti testiranje različitih strategija zapošljavanja tehničara kako bismo maksimizirali zaradu servisa uz istovremeno održavanje visoke kvalitete usluge.

U nastavku ćemo detaljnije razmotriti problematiku koja se tiče servisa za popravak tehničkih uređaja, objasniti metodologiju korištenu za simulaciju, modelirati rad servisa koristeći NetLogo, te analizirati rezultate simulacije kako bismo dobili uvid u optimalne strategije upravljanja servisom.

# Opis problema

Servisi za popravak tehničkih uređaja suočavaju se s nizom izazova u svakodnevnom poslovanju. Primarni cilj je pružiti brzu i kvalitetnu uslugu popravka uz istovremeno maksimiziranje zarade. Ključni izazovi su:

* **Optimizacija radne snage** – Potrebno je odrediti optimalan broj tehničara potrebnih za obradu dolazaka uređaja za popravak u servis
* **Upravljanje vremenom** – Važno je osigurati da se uređaji popravljaju u razumnom vremenskom roku kako bi se osiguralo zadovoljstvo korisnika i minimizirao broj neuspješnih popravaka
* **Maksimiziranje zarade** – Potrebno je pronaći ravnotežu između troškova rada i prihoda od popravaka kako bi se osigurala profitabilnost poslovanja

U ovom radu fokusiramo se na simulaciju rada servisa za popravak tehničkih uređaja kako bismo istražili optimalne strategije upravljanja i rješavanja navedenih problema. Kroz modeliranje agenata koji predstavljaju tehničare, uređaje za popravak i stolove na kojima se obavlja popravak, možemo simulirati različite scenarije i analizirati njihov utjecaj na uspješnost poslovanja.

# Metodologija

## Korišteni alati i tehnologije

Za simulaciju rada servisa za popravak tehničkih uređaja koristili smo NetLogo, moćan alat za modeliranje i simulaciju složenih sustava pomoću agenata. NetLogo je odabran zbog svoje fleksibilnosti i mogućnosti da se lako modeliraju agenti i njihovi međusobni odnosi u različitim okruženjima.

## Definiranje agenata

U našoj simulaciji, definirali smo tri glavne vrste agenata:

* Tehničari – Odgovorni su za popravak uređaja. Svaki tehničar ima određene vještine i može popraviti određene vrste kvarova
* Uređaji – Predstavljaju tehničke uređaje koji dolaze na popravak. Uređaji se razlikuju po vrsti kvara (osnovni, složeni, hitni)
* Stolovi – Radne stanice na kojima tehničari popravljaju uređaje. Svaki tehničar ima svoj stol za rad

## Parametri simulacije

Postavili smo nekoliko ključnih parametara za našu simulaciju:

* Plaća tehničara: 120 KM po satu
* Prosječno vrijeme popravka uređaja: 30 minuta
* Cijene popravaka:
* Osnovni popravak 🡪 80 KM
* Složeni popravak 🡪 120 KM
* Hitni popravak 🡪 150 KM

## Raspored dolazaka uređaja

Simulirali smo dolazak uređaja u servis tijekom radnog dana:

* Od 09:00 do 12:00 🡪 25 uređaja
* Od 12:00 do 15:00 🡪 15 uređaja
* Od 15:00 do 17:00 🡪 10 uređaja

## Model simulacije

Naš model simulacije obuhvaća nekoliko koraka:

* Inicijalizacija – Postavljanje početnih uvjeta za simulaciju, uključujući stvaranje tehničara i stolova
* Dolazak uređaja – Uređaji dolaze u servis prema unaprijed definiranom rasporedu
* Dodjela uređaja tehničarima – Uređaji se dodjeljuju slobodnim tehničarima na popravak
* Popravak uređaja – Tehničari popravljaju uređaje prema vrsti kvara i vremenu potrebnom za popravak
* Praćenje zarade i troškova – Evidentiranje zarade od popravaka i troškova rada tehničara, kao i broja uspješnih i neuspješnih popravaka, moguće je pratiti uz pomoć monitora koji su integrirani u simulaciju
* Optimizacija broja tehničara – Simulacija različitih brojeva tehničara koristeći klizač omogućava nam pronalaženje optimalne kombinacije za maksimiziranje zarade

## Validacija modela

Kako bismo osigurali točnost i pouzdanost našeg modela, proveli smo nekoliko testova simulacije. Validacija je uključivala provjeru rezultata simulacije s očekivanim rezultatima na temelju stvarnih podataka o poslovanju sličnih servisa.

Po završetku simulacije rezultati su tablično pohranjuju i prikazuju unutar CSV datoteke, a moguće ih je otvoriti pomoću Microsoft Office Excel programa.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Broj tehničara | Ukupna dnevna zarada (KM) | Ukupni dnevni troškovi (KM) | Broj uspješnih popravaka | Broj neuspješnih popravaka |
| 1 | 1070 | 960 | 18 | 32 |
| 2 | 1900 | 1920 | 33 | 17 |
| 3 | 2920 | 2880 | 50 | 0 |
| 4 | 2090 | 3840 | 50 | 0 |
| 5 | 1060 | 4800 | 50 | 0 |

Tablica prikazuje profitabilnost servisa u skladu s odabirom broja tehničara. Kako se povećava broj tehničara vidljivo je da troškovi rastu te da profit značajno opada, ali se smanjuje broj neuspješnih popravaka ili je jednak 0, čime se poboljšava zadovoljstvo korisnika.

Prilikom svakog testiranja broj tehničara se može podešavati klizačem dok se odabir tehničara kvalificiranih za određene uređaje postavlja nasumično. Za prikazane rezultate sve simulacije su postavljene tako da su dostupni tehničari kvalificirani za različite uređaje (različite boje stolova u skladu s bojom uređaja, npr. ako su tri tehničara svi su različite boje). Stoga, ova simulacija servisnog centra za tehničke uređaje pružila nam je korisne podatke i uvide koji su nužni za maksimalnu optimizaciju operativnih procesa.

# Prikaz kôda i funkcionalnosti simulacije

Slika 4.1. prikazuje dio kôda koji služi kao osnovna postavka za simulaciju rada servisa, gdje tehničari popravljaju uređaje. Kôd definira tri različite vrste entiteta (tehničari, uređaji i stolovi), te uspostavlja globalne varijable koje prate važne metrike kao što su zarada, troškovi i broj popravaka. „Kornjače“ imaju specifične osobine koje im omogućuju da međusobno komuniciraju i izvršavaju zadatke unutar simulacije, kao što su popravak uređaja i praćenje radnog vremena.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Slika 4.1. Deklaracija varijabli okruženja simulacijskog modela

Slika 4.2. i 4.3. prikazuje kôd kojim se inicijalizira simulacija servisa popravka tehničkih uređaja. Postavlja početne vrijednosti, uključujući cijene, radno vrijeme i statističke podatke. Zatim kreira tehničare i stolove unutar simuliranog prostora. Tehničari su postavljeni na određene pozicije i dobivaju odgovarajuće osobine. Stolovi su kreirani s različitim bojama koje određuju vrstu radnog mjesta. Nakon toga, simulacija je spremna za pokretanje.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Slika 4.2. Postavljanje modela simulacije (1. dio)

A screenshot of a computer code

Description automatically generated

Slika 4.3. Postavljanje modela simulacije (2. dio)

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Slika 4.4. Pokretanje simulacije

Ovaj dio kôda (slika 4.4.) omogućava pokretanje simulacije servisa na način da provjerava trenutno radno vrijeme servisa i generira nove uređaje za popravak, ako je simulacija aktivna. Na temelju trenutnog vremena, određuje se broj uređaja koji će biti stvoreni kako bi se simuliralo opterećenje servisa tijekom različitih dijelova dana. Nakon toga, simulacija se pomakne za jedan korak vremena. Ako je simulacija dosegnula kraj radnog vremena (480 otkucaja), izvršava se funkcija za završetak dana i zaustavlja se daljnje izvršavanje simulacije.

A screenshot of a computer code

Description automatically generated

Slika 4.5. Kreiranje uređaja i obavljanje popravka (1. dio)

A computer code with many letters and numbers

Description automatically generated with medium confidence

Slika 4.6. Kreiranje uređaja i obavljanje popravka (2. dio)

A screenshot of a computer code

Description automatically generated

Slika 4.7. Kreiranje uređaja i obavljanje popravka (3. dio)

Ovaj blok kôda (slika 4.5. ; slika 4.6. ; slika 4.7.) služi za stvaranje novog uređaja koji dolazi na popravak u servis. Kada se stvori novi uređaj, postavlja se njegova pozicija, boja i oblik te se određuje vrsta kvara. Zatim se provjerava dostupnost slobodnih tehničara za popravak uređaja. Ako su dostupni tehničari, traži se stol iste boje kao uređaj kako bi se postavio na odgovarajuće mjesto.

Ako postoji slobodan stol uređaj se usmjerava prema stolu tehničara i postavlja se na stol kako bi započeo popravak. Tijekom popravka, računa se cijena popravka ovisno o vrsti kvara. Ako se uređaj popravi unutar 30 minuta, označava se kao uspješan popravak, a ako ne, uređaj se označava kao neisplativ za popravak. Ujedno i ako nema dostupnih tehničara ili stolova, uređaj se označava kao neisplativ za popravak.

A computer code with text

Description automatically generated with medium confidence

Slika 4.8. Izračunavanje i ispis konačnih rezultata

Ovaj blok kôda (slika 4.8.) služi za završetak radnog dana u servisu. Prvo se izračunavaju ukupni troškovi za taj dan, koji uključuju plaću svakog aktivnog tehničara i vrijeme rada u satima, te se oduzimaju od ukupne zarade kako bi se dobila neto zarada. Nakon toga se prikazuju statistike popravaka za taj dan, uključujući broj uspješnih i neuspješnih popravaka. U konačnici, rezultati se spremaju u CSV datoteku za daljnju analizu.

A computer screen shot of a black screen

Description automatically generated

Slika 4.9. Prikaz simulacijskog okruženja

Simulacijsko okruženje prikazano na slici 4.9. obuhvaća elemente koji predstavljaju uređaje, tehničare te njihove stolove. Osim toga, sadrži gumbe koji omogućuju postavljanje simulacijskog modela, ručno pokretanje i pokretanje simulacije od početka do kraja radnog vremena. Klizač se koristi za odabir broja aktivnih tehničara. Također, model uključuje monitore koji služe za praćenje analitičkih podataka poput zarade, troškova te broja uspješnih i neuspješnih popravaka.

# Zaključak

Ova simulacija servisnog centra za tehničke uređaje omogućila nam je sveobuhvatan uvid u radne procese i dinamiku popravaka unutar servisa. Implementacijom modela stvorenog u NetLogo programskom okruženju, uspjeli smo simulirati stvarne uvjete rada, uključujući radno vrijeme, različite vrste kvarova uređaja, kao i raspoloživost tehničara.

Kroz simulaciju smo postigli nekoliko ključnih ciljeva:

* **Optimizacija raspodjele tehničara i resursa** – Simulacija je omogućila analizu kako različite strategije raspodjele tehničara utječu na učinkovitost popravaka. Identificirali smo vrijeme kada su tehničari najviše zauzeti i kada je potrebno povećati broj dostupnih tehničara kako bi se smanjilo vrijeme čekanja na popravak
* **Analiza financijskih rezultata** – Praćenjem zarade i troškova tijekom simulacije, dobili smo uvid u financijsku isplativost različitih scenarija poslovanja. Posebno su bili važni podaci o uspješnim i neuspješnim popravcima, koji su nam pomogli u donošenju odluka o potrebnim poboljšanjima u servisnom procesu
* **Poboljšanje korisničkog iskustva** – Simulacija je omogućila procjenu vremena popravka za različite vrste uređaja i kvarova, čime smo stekli bolji uvid u moguće načine smanjenja vremena čekanja za korisnike. Time smo identificirali ključne točke u procesu koje je potrebno optimizirati kako bi se povećalo zadovoljstvo korisnika

Simulacija servisnog centra za tehničke uređaje pružila nam je korisne podatke i uvide koji su nužni za optimizaciju operativnih procesa. Daljnjom primjenom ovih saznanja u stvarnom okruženju, servis može povećati svoju učinkovitost, smanjiti troškove i poboljšati zadovoljstvo korisnika.