|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  **ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У НОВОМ САДУ** |  |

Александар Стојановић

**Наслов када буде прецизиран**

Дипломски рад

- Основне академске студије -

Нови Сад, 2023.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  **ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**  21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6 | Датум: |
|  |
| **ЗАДАТАК ЗА ИЗРАДУ ДИПЛОМСКОГ (BACHELOR) РАДА** | Лист: |
| 1/1 |

*(Податке уноси предметни наставник - ментор)*

| Врста студија: | **Основне академске студије** |
| --- | --- |
| Студијски програм: | **Рачунарство и аутоматика** |
| Руководилац студијског програма: | **проф. др Милан Рапаић** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Студент: | **Александар Стојановић** | Број индекса: | **РА 149/2019** |
| Област: | **Електротехничко и рачунарско инжењерство** | | |
| Ментор: | **проф. др Горан Сладић** | | |
| НА ОСНОВУ ПОДНЕТЕ ПРИЈАВЕ, ПРИЛОЖЕНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ И ОДРЕДБИ СТАТУТА ФАКУЛТЕТА ИЗДАЈЕ СЕ ЗАДАТАК ЗА ДИПЛОМСКИ РАД, СА СЛЕДЕЋИМ ЕЛЕМЕНТИМА:   * проблем – тема рада; * начин решавања проблема и начин практичне провере резултата рада, ако је таква провера неопходна; * литература | | | |

**НАСЛОВ ДИПЛОМСКОГ (BACHELOR) РАДА:**

|  |
| --- |
| **Наслов дипломског рада када буде прецизиран** |

**ТЕКСТ ЗАДАТКА:**

|  |
| --- |
| 1. Анализирати стање у области.  2. Израдити спецификацију захтева софтверског решења.  3. Израдити спецификацију дизајна софтверског решења.  4. Имплементирати софтверско решење према израђеној спецификацији.  5. Тестирати имплементирано софтверско решење.  6. Документовати (1), (2), (3), (4) и (5). |

|  |  |
| --- | --- |
| Руководилац студијског програма: | Ментор рада: |
|  |  |

|  |
| --- |
| Примерак за:  - Студента;  - Ментора |

# КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

|  |  |
| --- | --- |
| Редни број, **РБР**: |  |
| Идентификациони број, **ИБР**: |  |
| Тип документације, **ТД**: | монографска публикација |
| Тип записа, **ТЗ**: | текстуални штампани документ |
| Врста рада, **ВР**: | Дипломски рад |
| Аутор, **АУ**: | Име и презиме |
| Ментор, **МН**: | др Мирослав Зарић, ванредни професор |
| Наслов рада, **НР**: | Наслов рада када буде прецизиран |
| Језик публикације, **ЈП**: | Српски |
| Језик извода, **ЈИ**: | српски / енглески |
| Земља публиковања, **ЗП**: | Србија |
| Уже географско подручје, **УГП**: | Војводина |
| Година, **ГО**: | 2023 |
| Издавач, **ИЗ**: | ауторски репринт |
| Место и адреса, **МА**: | Нови Сад, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6 |
| Физички опис рада, **ФО**: | бр. поглавља / страница / цитата / табела / слика / графикона / прилога |
| Научна област, **НО**: | Електротехничко и рачунарско инжењерство |
| Научна дисциплина, **НД**: | Софтверско инжењерство |
| Предметна одредница /  кључне речи, **ПО**: | 3-5 кључних речи које бисте користили у претраживачу да нађете рад са овом темом |
| **УДК** |  |
| Чува се, **ЧУ**: | Библиотека Факултета техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад |
| Важна напомена, **ВН**: |  |
| Извод, **ИЗ**: | апстракт – један пасус који добро описује суштину рада – проблем, мотивацију, назнаку решења и резултат. |
| Датум прихватања теме, **ДП**: |  |
| Датум одбране, **ДО**: |  |
| Чланови комисије, **КО**: |  |
| Председник | др Име Презиме, звање |
| Члан | др Име Презиме, звање |
| Ментор | др Мирослав Зарић, ванредни професор |
| Потпис ментора | |

# KEY WORDS DOCUMENTATION

|  |  |
| --- | --- |
| Accession number, **ANO**: |  |
| Identification number, **INO**: |  |
| Document type, **DT**: | monographic publication |
| Type of record, **TR**: | textual material |
| Contents code, **CC**: | bachelor thesis |
| Author, **AU**: | Ime i prezime |
| Mentor, **MN**: | Miroslav Zarić, associate professor, PhD |
| Title, **TI**: | Title |
| Language of text, **LT**: | Serbian |
| Language of abstract, **LA**: | Serbian / English |
| Country of publication, **CP**: | Serbia |
| Locality of publication, **LP**: | Vojvodina |
| Publication year, **PY**: | 2023 |
| Publisher, **PB**: | author’s reprint |
| Publication place, **PP**: | Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6 |
| Physical description, **PD**: | br. poglavlja / stranica / citata / tabela / slika / grafikona / priloga |
| Scientific field, **SF**: | Electrical and Computer Engineering |
| Scientific discipline, **SD**: | Software Engineering |
| Subject / Keywords, **S/KW**: | Keywords |
| **UDC** |  |
| Holding data, **HD**: | Library of the Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad |
| Note, **N**: |  |
| Abstract, **AB**: | Prevod apstrakta na engleski |
| Accepted by sci. Board on, **ASB**: |  |
| Defended on, **DE**: |  |
| Defense board, **DB**: |  |
| president | Ime i prezime, zvanje na eng., PhD |
| member | Ime i prezime, zvanje na eng., PhD |
| mentor | Miroslav Zarić, associate professor, PhD |
| Mentor's signature | |

**Садржај**

[КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА 4](#__RefHeading___Toc17089_4235158151)

[KEY WORDS DOCUMENTATION 6](#__RefHeading___Toc17091_4235158151)

[1. Увод 11](#__RefHeading___Toc17093_4235158151)

[2. Проблеми планирања 13](#__RefHeading___Toc17095_4235158151)

[3. Клијент - сервер комуникација у реалном времену 15](#__RefHeading___Toc17097_4235158151)

[4. Апликација за организацију и одржавање гимнастичких такмичења 17](#__RefHeading___Toc17099_4235158151)

[5. Имплементација 19](#__RefHeading___Toc17101_4235158151)

[6. Демонстрација (Примери коришћења) 21](#__RefHeading___Toc17103_4235158151)

[7. Закључак 23](#__RefHeading___Toc17105_4235158151)

[ЛИТЕРАТУРА 25](#__RefHeading___Toc17107_4235158151)

[БИОГРАФИЈА 26](#__RefHeading___Toc17109_4235158151)

# Увод

Гимнастика, као веома изазован и елегантан спорт, обухвата широк спектар категорија и правила за оцењивање, што захтева прецизност и посвећеност како такмичара, тако и судија. Судије морају пажљиво пратити сваки аспект изведбе, укључујући технику, креативност и вештину, како би донеле најтачније оцене. Овај ручни процес захтева велику концентрацију и сваки додатни посао попут прослеђивања и ручног сабирања оцена представља оптерећење по судије. Такође, ручни унос оцена и њихова даља обрада склони су грешкама које су недопустиве у професионалном спорту, одузимају много времена што доводи до фрустрације такмичара, њихових тренера и проблем по организацију такмичења. Пре самог такмичења потребно је обавити низ процеса попут објављивања такмичења, регистрације и пријаве такмичара и судија, планирања и формирања финалног распореда такмичара по справама. Нажалост, већина ових процеса тренутно обављају се ручно што представља велики проблем и посао организаторима.

Циљ овог рада је да, уз помоћ савремених технологија, у што већој мери помогне дигитализацији и аутоматизацији ових процеса.

У другом поглављу биће објашњени основни појмови проблема планирања и на који начин их специјализована библиотека OptaPlanner [1] решава.

У трећем поглављу биће објашњени основни појмови комуникације између сервера и клијента у реалном времену и потребне технологије да би се она омогућила.

У четвртом поглављу биће описана спецификација, модел и архитектура апликације за организацију и спровођење гиманстичких такмичења у коју су интегрисани претходно описани појмови оптимизације и комуникације у реалном времену.

У петом поглављу ће бити описана конкретна имплементација система. Биће приказани битни делови апликације и код којим је сама апликација имплементирана, а затим у шестом поглављу и случајеви коришћења каркатеристични за ову апликацију.

# Проблеми планирања

Свака организација се суочава са проблемима планирања: обезбеђивањем производа или услуга са ограниченим скупом ограничених ресурса (запослени, средства, време и новац). Проблем планирања има оптималан циљ, заснован на ограниченим ресурсима и под специфичним ограничењима. Оптимални циљеви могу бити разнолики, на пример:

* Максимални профит – оптимални циљ резултује највећим могућим профитом
* Минимализован еколошки траг – оптимални циљ има најмањи утицај на животну средину
* Максимално задовољство запослених или купаца – оптимални циљ даје приоритет потребама запослених или купаца

Могућност постизања ових циљева зависи од броја расположивих ресурса, као што су:

* Број људи
* Количина времена
* Буџет
* Физичка средства, на пример, машине, возила, рачунари, зграде итд

Морају се узети у обзир и специфична ограничења везана за ове ресурсе, као што је број сати које особа ради, њихова способност да користе одређене машине или компатибилност између делова опреме.

## Проблем планирања јe НП-комплетан

Недетерминистички проблеми [2] су проблеми у области рачунарских наука који се односе на ситуације у којима постоје више могућих решења и систем не може дефинитивно одабрати једно решење као "тачно" или "нетачно". У недетерминистичким проблемима, систем има могућност да истовремено разматра и исцрпи више различитих путања или решења.

На пример, недетерминистички проблем може бити проблем проверавања да ли постоји подниз дужине к у низу целих бројева чији збир је једнак неком задатом броју. Овакви проблеми могу бити захтевни за решавање јер систем мора истовремено разматрати све могуће комбинације поднизова.

У теорији комплексности, НП-комплетни проблеми [2] су најтежи проблеми у класи НП (недетерминистички, са полиномијалним временом) у смислу да су најмања подкласа НП, која би евентуално могла да остане изван класе П (још увек се не зна да ли су класе П и НП једнаке). Разлог је што би детерминистичко решење било ког НП-комплетног проблема у полиномијалном времену било такође решење сваког проблема из класе НП. Класа комплексности која се састоји од свих НП-комплетних проблема се понекад назива НП-Ц.

Један пример НП-комплетног проблема је проблем збира подскупа, који гласи: ако је дат скуп целих бројева, одредити да ли постоји непразан подскуп овог скупа са збиром елемената нула. Ако имамо претпостављени одговор (подскуп), врло је лако проверити да ли му је збир нула, али није познат значајно бржи алгоритам за решавање овог проблема осим да се испроба сваки могући подскуп, што је врло споро.

Импликација овога је да ће решавање проблема бити много теже него што је очекивано, због тога што две честе технике неће бити довољне:

* Испитивање свих могућих опција одузеће превише времена
* Брзи алгоритам, на пример у паковању у контејнер, стављајући прво највеће предмете, вратиће решење које је далеко од оптималног.

## Hard и Soft ограничења

Обично проблем планирања има барем два нивоа ограничења. Hard ограничења су ограничења која не смеју бити прекршена (на пример један професор не може предавати два предавања истовремено), док soft ограничења не би требала бити прекршена уколико је то могуће (на пример професор не воли да предаје петком у подне) или би требала бити испуњена ако је то могуће у случају позитивих soft ограничења (професор воли да предаје понедељком ујутру). Такође, могуће је направити категоризацију унутар ове две групе ограничења у односу на приоритет ограничења (hard 1, hard 2, soft 1, soft 2, soft 3) где би испуњење ограничења вишег ранга имало већи приоритет.

## Врсте решења проблема планирања

Постоји неколико категорија решења:

* Могуће решење је било које решење, без обзира да ли крши било који број ограничења. Проблеми планирања обично имају невероватно велики број могућих решења. Многа од тих решења су безвредна.
* Изводљиво решење је решење које не крши никаква (негативна) hard ограничења. Број изводљивих решења тежи да буде релативан у односу на број могућих решења. Понекад нема изводљивих решења. Свако изводљиво решење је могуће решење.
* Оптимално решење је решење са највећом оценом. Проблеми планирања обично имају једно или неколико оптималних решења. Увек постоји најмање једно оптимално решење, чак и у случају да нема изводљивих решења, а оптимално решење није изводљиво.
* Најбоље пронађено решење је решење са највећим резултатом које је пронашла имплементација у датом временском периоду. Најбоље пронађено решење ће вероватно бити изводљиво и, ако се има довољно времена, то је оптимално решење.

Проблем проблема планирања лежи у чињеници да и за мали скуп података број могућих решења је огроман и свака имплементација алгоритма је приморана да прође бар кроз неки подскуп ових решења.

## Како OptaPlanner решава проблеме планирања

OptaPlanner [2] је библиотека отвореног кода у Јави која је дизајнирана за решавање оптимизационих и проблема планирања. Обезбеђује скуп алгоритама за налажење најбољих могућих решења комплексних проблема распоређивања, доделе задатака и алокације ресурса. OptaPlanner користи приступ задовољења ограничења, где покушава да нађе решење које задовољава скуп ограничења док оптимизује одређени циљ. Ради тако што моделује проблем као скуп ентитета. Додатно, дефинишу се ограничења и захтеви које решење мора испунити.

У даљем тексту, дат је општи опис решавања проблема планирања уз помоћ OptaPlanner-а, док ће конкретан начин решавања проблема планирања у контексту апликације за организовање и спровођење гимнастичких такмичења бити описан у петом поглављу.

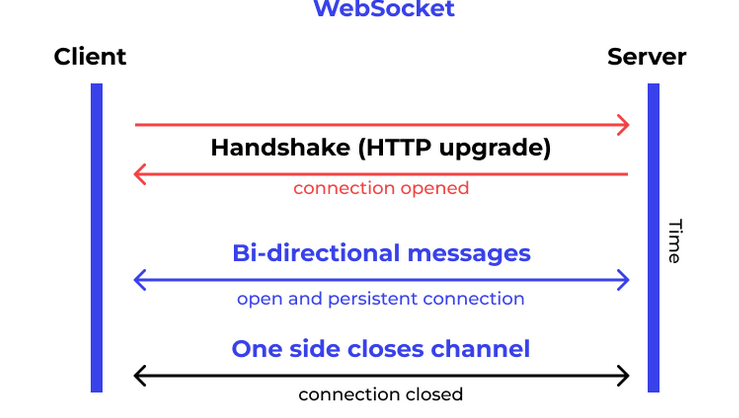
* Дефинисање модела специфичног за домен које укључује дефинисање ентитета, њихових својстава, веза и ограничења која се односе на проблем.
* Конфигурација решавача са одговарајућим алгоритмима, стратегијама претраге и условима за завршетак.
* Израчунавање резултата. OptaPlanner рачуна резултат за свако потенцијално решење. Резултат представља колико добро решење испуњава циљеве и ограничења. Циљ је максимизовати или минимизовати овај резултат, у зависности од проблема.
* Процес претраге. OptaPlanner користи различите технике претраге да истражи простор решења и побољша резултат. Итеративно врши мале промене на тренутном решењу, процењујући утицај на резултат. Ако промена побољшава резултат, примењује се. Процес претраге наставља се док се не задовоље одређени услови завршетка. Ови услови могу бити максималан број итерација, временско ограничење или конкретан праг за резултат.
* Фина подешавања. OptaPlanner омогућава фино подешавање конфигурације решавача и ограничења како би се побољшао квалитет и ефикасност решења.

# Клијент - сервер комуникација у реалном времену

У случајевима коришћења где је потребно да сервер обавести клијента у случају неког догађаја, класична http комуникација која се заснива на захтеву клијента и одговору сервера није одговарајућа. У тим случајевима прелази се на друге видове комуникације попут комуникације помоћу web socket-а.

## Web socket

Web socket протокол [3] омогућава двосмерну комуникацију између клијента, са непоузданим кодом, и удаљеним сервером који је прихватио комуникацију. Безбедносни модел који се користи је модел заснован на пореклу [7] који често користе веб претраживачи. Циљ ове технологије је да обезбеди механизам за апликације унутар web претраживача којима је потребна двосмерна комуникација са серверима, не ослањајући се на отварање више http конекција. Протокол се успоставља "унапређивањем" класичне http конекције. Web socket конекција траје све док је било који од учесника не прекине. Када једна страна прекине везу, друга страна неће моћи да комуницира јер се веза аутоматски прекида.

Слика 3.1. Успостављање и затварање web socket конекције [4]

Будући да серверска апликација мора имати имплементирану логику за примање, обраду и слање порука прослеђених путем web socket-a, битно је изабрати програмски језик који би омогућио конкурентан приступ овим захтевима. Један од језика који ово омогућује је Go [5] помоћу горутина и канала [6].

## Конкурентно програмирање у Go-у

Конкурентно програмирање у многим програмским језицима отежано је детаљима потребним за имплементацију исправног приступа дељеним ресурсима. Go подстиче другачији приступ у којем се дељени ресурси преносе кроз канале и, у ствари, никада активно не деле одвојене нити извршења. Само једна горутина има приступ ресурсу у било ком тренутку. Трке за ресурсима су превентоване овим дизајном.

Горутине носе такав назив јер постојећи термини попут нит, корутина, процес итд, преносе нетачне конотације. Горутина има једноставан модел: то је функција која се извршава истовремено са другим горутинама у истом адресном простору. Лагане су, коштају мало више од доделе простора на стеку. Горутине су мултиплексиране на више нити оперативног система, тако да ако се једна блокира, на пример док се чека на улаз или излаз, друге настављају да раде. Њихов дизајн крије многе сложености креирања нити и њиховог управљања.

Канал у Go програмском језику је ништа више него механизам за размену ресурса између различитих горутина. Горутина може да чита и да пише у канал. Операције читања и писања у канал су блокирајуће у смислу да део кода који је писао у канал неће наставити са извршавањем док нека друга горутина не прочита податак који је уписан у канал, аналогно томе, код који чита из канала неће наставити са извршавањем све док се у каналу из кога чита не нађе податак који може да прочита.

# Апликација за организацију и спровођење гимнастичких такмичења

Овде иде читава спецификација са дијаграмима, токови података итд.

# Имплементација

овде покажи како си испрограмирао ограничења у опти и читаво то моделовање

Такође како си направио веб сокет сервер иде гас

ако буде требало страна може се убацити аутх сервис и још понешто има свега мралеуууу

# Демонстрација (Примери коришћења)

* Овде покажеш оно што си проф покзивао на демоу, прављење такмичења, пријаве на њега, прављење распореда, уживо оцењивање
* Покажите битне елементе коришћења апликације.
* Овај одељак може бити попут упутства за коришћење система.
* Опишите један сценарио (или више) при коришћењу ваше апликације. Корак по корак прикажите како корисници ступају у интеракцију с вашом апликацијом. Убаците слике са изгледом екрана, који ће илустровати важне фазе у његовом коришћењу. Овај сценарио (или више њих) који је овде представљен би било пожељно да буде покривен и динамичким дијаграмима у Поглављу 4, и делимично или потпуно покривен листинзима у Поглављу 5.

# Закључак

* Рекапитулација главних тачака у раду:
  1. Решавани проблем и мотивација за његово решавање
  2. Груб опис решења
  3. Осврнути се на поглавље 2 (Преглед сличних система) и закључити шта је то што сте ви урадили боље или другачије од других.
* Опис могућих праваца даљег проширивања/унапређења/отклањање идентификованих недостатака решења

# ЛИТЕРАТУРА

1. OptaPlanner https://www.optaplanner.org/docs/optaplanner/latest/planner-introduction/planner-introduction.html
2. Недертиминистики проблеми и НП-комплетни проблеми [*Garey, M.R.*](https://en.wikipedia.org/wiki/Michael_Garey); [*Johnson, D.S.*](https://en.wikipedia.org/wiki/David_S._Johnson) (1979). [*Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*](https://en.wikipedia.org/wiki/Computers_and_Intractability:_A_Guide_to_the_Theory_of_NP-Completeness).
3. Web socket протокол <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc6455>
4. Web socket конекција <https://www.wallarm.com/what/a-simple-explanation-of-what-a-websocket-is>
5. Go <https://go.dev/doc/>
6. Конкурентност у Go-у [https://go.dev/doc/effective\_go#concurrency](https://go.dev/doc/effective_go" \l "concurrency)
7. Same-origin policy <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Security/Same-origin_policy>

# БИОГРАФИЈА

Ваша кратка биографија.