Универзитет у Београду

Електротехнички факултет



Конфигурабилни стохастички симулатор епидемија са паралелним извршавањем

Пројектни задатак

|  |  |
| --- | --- |
| Ментор: | Кандидат: |
| др Бранко Маровић | Стефан Милановић 2019/3098 |

Београд, Фебруар 2020.

Садржај

[Садржај 2](#_Toc31305680)

[1. Увод 3](#_Toc31305681)

[2. Дизајн и имплементација решења 4](#_Toc31305682)

[2.1. Инспекција података и утврђивање квалитета података 4](#_Toc31305683)

[2.2. Дизајн система 4](#_Toc31305684)

[2.3. Имплементација система 5](#_Toc31305685)

[3. Начин коришћења апликације 6](#_Toc31305686)

[3.1. Превођење и покретање симулатора 6](#_Toc31305687)

[3.2. Формати излазних фајлова 6](#_Toc31305688)

[4. Пример анализе података 8](#_Toc31305689)

[4.1. Имплементација система 8](#_Toc31305690)

[4.2. Имплементација система 8](#_Toc31305691)

[5. Тачке унапређења и проширења апликације 9](#_Toc31305692)

[5.1. Тачке унапређења апликације 9](#_Toc31305693)

[5.2. Тачке проширења апликације 9](#_Toc31305694)

[5.3. Које катедре и факултети су најпродуктивнији посматрајући засебно научну продукцију у часописима и на конференцијама? 9](#_Toc31305695)

[5.4. Које заједнице или научноистраживачке групе се могу уочити приликом анализе мреже? 10](#_Toc31305696)

[5.5. У којој мери аутори имају тенденцију да пишу публикације са истим коауторима? 10](#_Toc31305697)

[5.6. Који аутори представљају центре окупљања у оквиру својих катедри и факултета? 11](#_Toc31305698)

[5.7. Који аутори представљају језгро мреже? 11](#_Toc31305699)

[5.8. Да ли аутори са различитих факултета и катедри међусобно сарађују и у којој мери? 12](#_Toc31305700)

[5.9. Каква је сарадња међу ауторима са истог факултета? 12](#_Toc31305701)

[5.10. Ко су аутори који повезују различите групе у оквиру мреже? 12](#_Toc31305702)

[5.11. Колика је густина сваке од моделованих мрежа? Колика је густина мрежа уколико се из разматрања искључе аутори који нису сарађивали са другим ауторима? 12](#_Toc31305703)

[5.12. У којој мери су мреже повезане и централизоване? 12](#_Toc31305704)

[5.13. Које су просечне дистанце у оквиру моделованих мрежа? 13](#_Toc31305705)

[5.14. Каква је дистрибуција чворова по степену и да ли прати неку закономерност? 13](#_Toc31305706)

[5.15. Да ли мрежа коаутора исказује особине малог света? 14](#_Toc31305707)

[5.16. Да ли постоје разлике између факултета и катедри у смислу обима и учестаности публиковања у часописима и на конференцијама? 14](#_Toc31305708)

[5.17. Да ли постоји разлика у просечном броју аутора по радовима у часописима и на конференцијама? 15](#_Toc31305709)

[5.18. У којим часописима и на којим конференцијама се у просеку највише објављује? 15](#_Toc31305710)

[5.19. Да ли се издвајају и које групе (заједнице) часописа у оквиру мреже часописа? Да ли аутори имају тенденцију да објављују у часописима сличног профила? 15](#_Toc31305711)

[5.20. У којим годинама су аутори били најпродуктивнији по факултетима и катедрама? 16](#_Toc31305712)

[5.21. Који радови имају највеће библиометријске индикаторе? 16](#_Toc31305713)

[5.22. Који часописи представљају мостове у мрежи часописа? 17](#_Toc31305714)

1. Увод

Овај документ представља извештај израде пројектног задатка на предмету Рачунарство у биомедицини (13М111RBM) у школској 2019/2020. години. Циљ пројектног задатка је реимплементација стохастичог симулатора епидемија који је написао Давор Остојић у оквиру свог мастер рада. У оквиру ове имплементације симулатора додата је подршка за конфигурацију почетних параметара, покретање и извршавање већег броја симулација истовремено, и подршка за форматирано исписивање резултата извршавања свих симулација. Поред описа техничких аспеката пројекта као што су кратка објашњења имплементираних класа и формати излазних фајлова овај документ ће садржати малу дискусија о стохастичким моделима епидемија и дискусију примене ансамбала на епидемије (уз представљање примера анализе коришћењем имплементираног симулатора).

Друго поглавље овог документа садржи поменуту дискусију о стохастичким моделима епидемија, главне одлуке приликом дизајна система, и опис имплементације решења. Ово поглавље истиче стохастичке моделе који су подржани од стране симулатора и наводи алтернативне моделе који се могу користити за симулације епидемија, али који тренутно нису подржани од стране симулатора. У оквиру овог поглавља се такође наводе коришћене библиотеке и опис имплементације уз навођење реализованих класа.

У трећем поглављу биће описан начин коришћења апликације, што подразумева опис поступка превођења изворног кода и конфигурационог фајла који се користи за параметризовање свих симулација. Пошто не постоји експлицитна интеракција између корисника и апликације (интеракција се врши преко конфигурационог фајла), акценат овог поглавља јесте објашњавање формата конфигурационог фајла. Такође, у овом поглављу ће бити описани формати излазних фајлова зависно од типа симулације.

У четвртом поглављу приказана су два примера анализе података добијених покретањем симулатора са одговарајућим почетним параметрима. За сваки пример биће наведени циљ анализе, почетна конфигурација симулатора (преглед конфигурационог фајла пре покретања симулација), резултати симулација и дискусија анализе резултата.

У последњем поглављу овог документа наводе се могуће тачке унапређења и проширења апликације. Тачке унапређења апликације представљају функционалности које апликација већ поседује али се могу у одређеној мери дорадити, док су тачке проширења апликације корисне функционалности које не постоје у тренутној верзији апликације.

1. Дизајн и имплементација решења

Пре посматрања начина коришћења симулатора и начина анализе резултујућих датотека, неопходно је најпре објаснити Ово поглавље ће бити подељено у 4 потпоглавља. У првом делу овог поглавља биће направљена мала дискусија о стохастичким моделима епидемија. Након тога ће у оквиру другог потпоглавља бити изнете главне одлуке приликом дизајна система. У трећем потпоглављу биће истакнуте коришћене библиотеке и разлози за њихово коришћење. У последњем потпоглављу биће

Пречишћавање података урађено је ручно коришћењем *Excel* алата и уз помоћ написаних скрипти у језику С++.

* 1. Инспекција података и утврђивање квалитета података

Приликом инспекције уочени су некоректни и неуниформни подаци. Одређени подаци су били неодговарајућег типа, неки подаци су недостајали, а неки су били неконзистентни између два дата примарна скупа података. У даљем тексту овог поглавља биће описан поступак чишћења података и решавања ових проблема.

* 1. Дизајн система

Најпре је неопходно пречистити примарни скуп који садржи податке о посматраним ауторима са Универзитета у Београду. Ова табела је трансформисана наредним корацима:

1. **брисање колоне средње им**е – ова колона је небитна за идентификацију аутора у даљој анализи јер се може користити ниска која садржи презиме и име аутора. Ова комбинација података омогућава јединствену идентификацију свих посматраних актера
2. **промена скупа вредности колоне „Odsek“** – ажуриран је садржај ове колоне тако да је сада она попуњена идентификатором катедре који се састоји од скраћенице назива факултета и скраћенице назива катедре. Ћелије у оквиру ове колоне могу имати неку од вредности из наредног скупа: **FON\_SI, FON\_IT, FON\_IS, MATF\_RTI, ETF\_RTI**.
3. **промена скупа вредности колоне „Fakultet“** – ажуриран је садржај ове колоне тако да је сада она попуњена идентификатором факултета. Ћелије у оквиру ове колоне могу имати неку од вредности из наредног скупа: **MATF, FON, ETF**.
4. **стварање нове помоћне табеле –** креирана је нова табела у оквиру секундарног скупа података о ауторима која садржи агрегиране податке о свим ауторима из примарног скупа података. Ова промена омогућава лакше парсирање скупа података о научним радовима како би се креирале одговарајуће мреже.
5. **спајање колона са именима и презименима аутора радова --** две колоне из примарног скупа податка које су садржале имена и презимена свих аутора спојене су у једну колону са називом „**Ime i prezime“,** аналогно колони **„UB Zaposleni“** из табеле која садржи податке о научним радовима. Уједно је извршено и обезбеђивање **униформности података** тако што имена и презимена у оба скупа података сада почињу малим словом (у табели са подацима о научним радовима то првобитно није био случај).

Након чишћења скупа података који садржи информације о ауторима извршено је пречишћавање и примарног скупа података о научним радовима. У оквиру ове трансформације извршени су наредни кораци:

1. **усклађивање са скупом података о ауторима –** неопходно је извршити трансформацију колоне **„UB Zaposleni“.** Вредност колоне је првобитно имала форму *<презиме>-<име>-<средње име (уколико постоји)>.* Пошто нама није од интереса средње име аутора овај податак је обрисан из ћелија које су га садржала. Овим је обезбеђена униформност података о имену и презимену аутора у обе табеле.
2. **ажурирање типа колона –** извршена је промена типа вредности ћелија у колонама **„Godina“**, **„Broj citiranja“**, **„Cite factor“**, **„SJIR“** и **„SNIP“**. Првобитно је тип вредности ћелије била ниска осим када је податак имао вредност 0 (у том случају је податак био регистрован као број). Сада је тип вредности свих ћелија ових колона исти (број). Ова промена омогућава униформно коришћење ових података приликом анализе мреже.
3. **уклањање научних радова неодговарајућег типа –** у поставци пројекта експлицитно су наведени типови научних радова које треба искористити приликом анализе. Самим тим врсте табеле које садрже научне радове неодговарајућег типа су избрисане и на тај начин искључене из анализе.
4. **игнорисање конференцијске папире приликом креирања мреже часописа –** мрежа часописа не треба да садржи радове који не представљају часописе. Због овог услова приликом формирања мреже часописа извршено је игнорисање свих врста чији је тип рада био **„Conference Paper“.**
5. **форматирање назива радова –** ради одржавања конзистентности у свим називима радова уклоњени су наводници из оних назива радова који су их садржали (аналогно поступку из ставке (1)).
6. **уклањање колоне „Autori“** **из табеле**– ова колона садржи списак коаутора на одређеном научном раду али је она редундантна. За ауторе који су разматрани приликом анализе постоји одговарајућа врста у табели из које се могу дохватити неопходни подаци, док су ћелије из ове колоне садржале и ауторе које не треба разматрати. Самим тим ова колона садржи дупликате података и нерелевантне податке па је уклоњена.
7. **уклањање радова без назива часописа** – одређени радови нису садржали назив часописа којем припадају. Овакве ћелије су сврстане у непотпуне податке и самим тим су уклоњене из табеле.
   1. Имплементација система

Верификација је одрађена ручно упоређивањем примарног скупа података са секундарним скупом података. Понављањем инспекције и верификацијом успешности написаних скрипти за креирање .*gml* фајлова потврђује се да су подаци очишћени и да се сада налазе у адекватном формату за формирање тражених мрежа.

1. Начин коришћења апликације

У овом поглављу биће описане формиране мреже и биће објашњен поступак њихове квантитативне и квалитативне анализе.. Ово подразумева набрајање израчунатих фактора из теорије анализе социјалних мрежа као што су величина, густина, просечни степен чворова, итд.

* 1. Превођење и покретање симулатора

Приликом израде овог пројектног задатка посматрамо два типа мрежа – мрежу аутора и мрежу часописа. Мрежа аутора се може поделити на 3 подтипа мрежа: мреже аутора сваке од катедри, мреже аутора сваког од факултета и мрежа свих посматраних аутора. У наредној табели приказује се значење чворова и грана за два главна типа мрежа.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Мрежа | Чвор | Присутност гране | Тежина гране |
| мрежа аутора | Име ауторa | Грана постоји ако су аутори сарађивали на барем једном научном раду | Број научних радова на којима су аутори сарађивали |
| мрежа часописа | Назив часописа | Грана постоји уколико је барем један аутор објавио научни рад у оба посматрана часописа | Број јединствених аутора који су објавили научне радове у оба посматрана часописа |

* 1. Формати излазних фајлова

У овом потпоглављу представљени су израчунати фактори користећи софтверски алат *Gephi*. Резултати визуализације мрежа коришћењем овог алата се налазе у фолдеру *images.* Подаци добијени у оквиру ове секције документа користе се за одговарање истраживачких питања.

Идентификатори мрежама додељени су на наредни начин:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Идентификатор мреже (*Network* *ID*)** | **Величина мреже (у броју чворова)** | **Мрежа** |
| ALL | 118 | Мрежа аутора целог универзитета |
| ETF\_RTI | 40 | Мрежа аутора са РТИ катедре ЕТФ-а  (уједно и мрежа аутора са факултета ЕТФ) |
| FON | 40 | Мрежа аутора са факултета ФОН |
| FON\_IS | 17 | Мрежа аутора са ИС катедре ФОН-а |
| FON\_IT | 10 | Мрежа аутора са ИТ катедре ФОН-а |
| FON\_SI | 12 | Мрежа аутора са СИ катедре ФОН-а |
| MATF\_RTI | 39 | Мрежа аутора са РТИ катедре МАТФ-а  (уједно и мрежа аутора са факултета МАТФ) |
| JOURNALS | 276 | Мрежа часописа |

Фактори свих анализираних мрежа дати су у наредној табели:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Network ID*** | ***Average degree*** | ***Average weighted degree*** | ***Network diameter*** | ***Graph density*** | ***Modularity*** | ***Connected components*** | ***Average clustering coefficient*** | ***Average Path Length*** |
| ALL | 3.492 | 10.305 | 7 | 0.03 | 0.751 | 58 | 0.764 | 2.576 |
| ETF\_RTI | 6.2 | 12.3 | 3 | 0.159 | 0.227 | 19 | 0.877 | 1.537 |
| FON | 2.7 | 15.05 | 4 | 0.069 | 0.732 | 17 | 0.809 | 1.743 |
| FON\_IS | 2.444 | 5.333 | 4 | 0.144 | 0.159 | 9 | 0.736 | 1.733 |
| FON\_IT | 1.455 | 16.182 | 2 | 0.145 | 0 | 7 | 0.867 | 1.2 |
| FON\_SI | 3.385 | 24.923 | 2 | 0.282 | 0.499 | 4 | 0.945 | 1.12 |
| MATF\_RTI | 1.35 | 3 | 5 | 0.035 | 0.519 | 25 | 0.647 | 2.492 |
| JOURNALS | 28.174 | 32.804 | 4 | 0.102 | 0.529 | 2 | 0.853 | 2.242 |

1. Пример анализе података
   1. Имплементација система

Верификација је одрађена ручно упоређивањем примарног скупа података са секундарним скупом података. Понављањем инспекције и верификацијом успешности написаних скрипти за креирање .*gml* фајлова потврђује се да су подаци очишћени и да се сада налазе у адекватном формату за формирање тражених мрежа.

* 1. Имплементација система

Верификација је одрађена ручно упоређивањем примарног скупа података са секундарним скупом података. Понављањем инспекције и верификацијом успешности написаних скрипти за креирање .*gml* фајлова потврђује се да су подаци очишћени и да се сада налазе у адекватном формату за формирање тражених мрежа.

1. Тачке унапређења и проширења апликације

У овом поглављу биће таксативно наведени одговори на истраживачка питања из поставке пројектног задатка. Одређена питања су надограђена, а на крају поглавља налазе се додата питања са циљем усмеравања анализе и искоришћења свих доступних података.

* 1. Тачке унапређења апликације

Просечан број коаутора по сваком аутору добија се као просек сума тежина грана сваког од аутора које су подељене укупним бројем радова тог аутора. Ова вредност је за сваку од мрежа приказана у табели:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Network ID*** | ALL | ETF\_RTI | FON | FON\_IS | FON\_IT | FON\_SI | MATF\_RTI |
| ***Average coauthors*** | 0.71 | 0.806 | 0.997 | 0.725 | 0.505 | 1.772 | 0.331 |

На ниску вредност просека утиче велики број радова који је написан у сарадњи са коауторима ван Универзитета у Београду.

* 1. Тачке проширења апликације

Најпродуктивнији научници се налазе рангирањем укупног броја радова сваког аутора, укључујући и радове које су аутори сами писали или на којима су сарађивали са коауторима који се не разматрају приликом креирања мреже.

Табела десет најпродуктивнијих научника, као и њихов укупан број радова и идентификатор катедре и факултета којем припадају, приказана је у наставку:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Author*** | ***Department*** | ***Number of papers*** |
| Владан Девеџиж | FON\_SI | 137 |
| Јелена Јовановић | FON\_SI | 106 |
| Сања Вранеш | ETF\_RTI | 68 |
| Душан Старчевић | FON\_IT | 58 |
| Мило Томашевић | ETF\_RTI | 46 |
| Мирослав Миновић | FON\_IT | 46 |
| Милош Миловановић | FON\_IT | 39 |
| Предраг Јаничић | MATF\_RTI | 37 |
| Бошко Николић | ETF\_RTI | 34 |
| Зоран Јовановић | ETF\_RTI | 34 |

* 1. Које катедре и факултети су најпродуктивнији посматрајући засебно научну продукцију у часописима и на конференцијама?

У наставку је дата табела са бројем радова по катедрама који су објављени у часописима, односно на конференцијама.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Department*** | ***Number of journals*** | ***Number of conferences*** |
| ETF\_RTI | 156 | 150 |
| FON\_SI | 125 | 116 |
| MATF | 116 | 51 |
| FON\_IT | 80 | 42 |
| FON\_IS | 36 | 17 |

* 1. Које заједнице или научноистраживачке групе се могу уочити приликом анализе мреже?

Заједнице можемо уочити посматрањем слике *authors\_all.png* из фолдера *images* који је приложен уз овај извештај. У овој мрежи постоји 6 заједница:

1. Заједница аутора са Електротехничког факултета (комуна љубичасте боје)
2. Прва заједница аутора са СИ катедре Факултета Организационих Наука (комуна светло наранџасте боје)
3. Друга заједница аутора са СИ катедре Факултета Организационих Наука (комуна црвене боје)
4. Заједница аутора са ИТ катедре Факултета Организационих Наука (комуна наранџасте боје)
5. Заједница аутора са ИС катедре Факултета Организационих Наука (комуна плаве боје)
6. Заједница аутора са Математичког Факултета (комуна зелене боје)

Чворови који не припадају ниједној комуни су углавном сиве боје на графу и немају ниједну везу са другим чворовима у графу.

* 1. У којој мери аутори имају тенденцију да пишу публикације са истим коауторима?

*Average weighted degree* је просечна сума грана једног чвора. То је у суштини просечан број сарадњи који посматрани аутор остварује.

*Average degree* је просечан број грана једног чвора односно просечан број сарадника које посматрани аутор има.

На основу количника ова два податка добијамо информацију о томе колико у просеку аутор има сарадњи са неким другим аутором. У конкретном примеру би то било:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Network ID*** | ***Average degree*** | ***Average weighted degree*** | ***Average number of collaborations with the same coauthors*** |
| ALL | 3.49 | 10.31 | 2.95 |
| ETF\_RTI | 6.20 | 12.30 | 1.98 |
| FON | 2.70 | 15.05 | 5.57 |
| FON\_IS | 2.44 | 5.33 | 2.18 |
| FON\_IT | 1.46 | 16.18 | 11.12 |
| FON\_SI | 3.39 | 24.92 | 7.36 |
| MATF\_RTI | 1.35 | 3.00 | 2.22 |
| JOURNALS | 28.17 | 32.80 | 1.16 |

Може се уочити да највећу вредност има катедра FON\_IT (11.1216495). То значи да један аутор са те катедре у просеку има око једанаест сарадњи са истим аутором.

* 1. Који аутори представљају центре окупљања у оквиру својих катедри и факултета?

Аутори који представљају центре окупљања одређени су на основу централности по степену у мрежи свих аутора. Приказана су три аутора по катедри који представљају центре окупљања.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Author*** | ***Department*** | ***Degree*** |
| Жарко Станисављевић | ETF\_RTI | 17 |
| Бошко Николић | ETF\_RTI | 16 |
| Саша Стојановић | ETF\_RTI | 16 |
| Слађан Бабарогић | FON\_IS | 7 |
| Ненад Аничић | FON\_IS | 6 |
| Зоран Марјановић | FON\_IS | 6 |
| Јелена Јовановић | FON\_SI | 6 |
| Синиша Влајић | FON\_SI | 5 |
| Владан Девеџић | FON\_SI | 5 |
| Дејан Симић | FON\_IT | 5 |
| Душан Старчевић | FON\_IT | 4 |
| Мирослав Миновић | FON\_IT | 4 |
| Саша Малков | MATF\_RTI | 5 |
| Филип Марић | MATF\_RTI | 5 |
| Ненад Митић | MATF\_RTI | 5 |

* 1. Који аутори представљају језгро мреже?

Ова мрежа не представља *core-periphery* модел. Мрежа аутора се састоји из више одвојених сегмената који су добро повезани међусобно, али су са остатком мреже или повезани слабо (најчешће преко једног аутора), или нису повезани уопште.

Може се уочити облик који је сличан *core-periphery* моделу посматрајући комуне *FON\_IT*, *FON\_SI*, и *ETF\_RTI*. Међутим тај подграф не испуњава услов *core-periphery* модела да периферни чворови не буду међусобно повезани.

Посматрајући засебно мрежу аутора са ЕТФ-а може се уочити особина **гигантске компоненте мреже –** мрежа предствља *core-periphery* модел и језгро мреже је такво да обухвата велики број чворова, док се у периферију мреже убраја мали број чворова. Велики број аутора са ЕТФ-а уопште нема написане радове, па нису ни повезани са језгром мреже.

Посматрајући мреже аутора са МАТФ-а и ФОН-а може се уочити да оне не представљају *core-periphery* модел. У овим мрежама постоје комуне где су аутори релативно добро повезани међусобно али се језгра и периферије не могу јасно издвојити.

* 1. Да ли аутори са различитих факултета и катедри међусобно сарађују и у којој мери?

Аутори углавном не сарађују међусобно, тј. сарадња се најчешће одвија у оквиру истих катедри или факултета. Ово је видљиво на мрежи свих аутора на којој се може уочити да је број слабих веза које повезују ауторе из различитих комуна јако мали. То су:

1. Постоји сарадња између ЕТФ-а и ФОН-а и то преко тачно једног аутора из сваке комуне. Постоји веза између Јовановић Зорана са ЕТФ-а и Старчевић Душана са ФОН-а. Осим ње не постоји ниједна друга веза која спаја ЕТФ и ФОН.
2. Постоји сарадња између СИ и ИТ катедре ФОН-а преко тријаде аутора Симић Дејан (ИТ катедра), Савић Душан (СИ катедра), и Влајић Синиша (СИ катедра).
   1. Каква је сарадња међу ауторима са истог факултета?

Сарадња међу ауторима са истог факултета, за разлику од сарадње међу ауторима са различитих факултета, је велика. Свакој катедри одговара једна или више комуна унутар којих су аутори веома густо повезани.

* 1. Ко су аутори који повезују различите групе у оквиру мреже?

Одговор на ово питање налази се у оквиру потпоглавља **4.8**.

* 1. Колика је густина сваке од моделованих мрежа? Колика је густина мрежа уколико се из разматрања искључе аутори који нису сарађивали са другим ауторима?

Густина сваке од моделованих мрежа приказана је у наредној табели:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Network ID*** | ALL | ETF\_RTI | FON | FON\_IS | FON\_IT | FON\_SI | MATF\_RTI |
| ***Graph density*** | 0.03 | 0.159 | 0.069 | 0.144 | 0.145 | 0.282 | 0.035 |
| ***Graph density without nodes with 0 edges*** | 0.102 | 0.537 | 0.166 | 0.489 | 0.8 | 0.4 | 0.225 |

Аутори који немају сарадњу са другим ауторима са Универзитета у Београду у великој мери утичу на израчунату вредност густине мреже што се може видети у приказаној табели. Мрежа која представља ауторе се Електротехничког факултета је најгушћа што потврђује да закључак из поглавља 4.7 да је она гигантска компонента.

* 1. У којој мери су мреже повезане и централизоване?

Централизованости мрежа по степену чвора су дате у наредној табели:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Network ID*** | ALL | ETF | FON | MATF |
| ***Network centrality*** | 0.207 | 0.295 | 0.122 | 0.1 |

Може се закључити да мреже нису изразито централизоване зато што су чворови међусобно густо повезани.

* 1. Које су просечне дистанце у оквиру моделованих мрежа?

Просечне дистанце у оквиру моделованих мрежа приказане су у наредној табели:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Network ID*** | ALL | ETF\_RTI | FON | FON\_IS | FON\_IT | FON\_SI | MATF\_RTI | JOURNALS |
| ***Avg. Path Length*** | 2.576 | 1.537 | 1.743 | 1.733 | 1.2 | 1.12 | 2.492 | 2.242 |

* 1. Каква је дистрибуција чворова по степену и да ли прати неку закономерност?

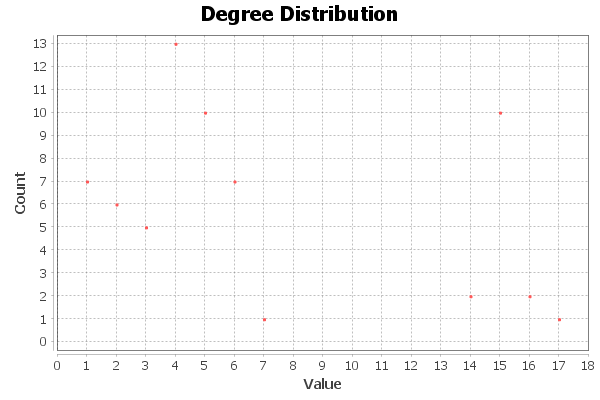
Постоји мали број чворова који имају велику централност по степену, а велики број чворова који има малу централност по степену. Просечан степен чворова у овом графу износи 3.492, док постоји већи број чворова са 14 или више веза са осталим ауторима из мреже. Највећи број чворова има мали број веза или није повезан уопште са остатком мреже (преко 50 чворова). Узимајући у обзир наведене факторе закључујемо да дистрибуција чворова личи на *power-law* дистрибуцију.

Дистрибуција чворова по степену може се видети на наредном графу:

A close up of a piece of paper

Description automatically generated

На наредној слици је приказа дистрибуција степена чворова мреже из које су изузети аутори који немају ниједну сарадњу. Ова дистрибуција не прати *power-law* расподелу.



* 1. Да ли мрежа коаутора исказује особине малог света?

Ова мрежа не исказује особине малог света. Иако мрежа има велики степен кластеризације (**0.764**) и малу вредност најкраћег растојања (**2.576**), дијаметар мреже је релативно велики (**7**). Чворови унутар комуна су изузетно добро повезани, али саме комуне нису.

* 1. Да ли постоје разлике између факултета и катедри у смислу обима и учестаности публиковања у часописима и на конференцијама?

Обим и учестаност публиковања у часописима налази се у наредној табели:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Department*** | ***Number of journals*** | ***Time range*** | ***Frequency*** |
| ETF\_RTI | 156 | 1989-2018 | 5.379 |
| MATF\_RTI | 116 | 1997-2018 | 5.524 |
| FON\_SI | 125 | 1989-2018 | 4.311 |
| FON\_IT | 80 | 2009-2018 | 8.888 |
| FON\_IS | 36 | 1983-2018 | 0.8 |

Обим и учестаност публиковања на конференцијама налази се у наредној табели:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Department*** | ***Number of conferences*** | ***Time range*** | ***Frequency*** |
| ETF\_RTI | 150 | 1989-2018 | 5.172 |
| MATF\_RTI | 51 | 1986-2017 | 1.645 |
| FON\_SI | 116 | 1999-2015 | 7.25 |
| FON\_IT | 42 | 2009-2018 | 4.666 |
| FON\_IS | 17 | 1985-2018 | 0.515 |

Катедра FON\_IS као катедра која публикује своје радове у највећем временском периоду има убедљиво најмању учестаност публиковања. Такође је број радова те катедре значајно мањи у односу на остале.

Катедра ETF\_RTI иако такође има веома велики временски период током којег публикује она има сразмерно много радова те је учестаност у часописима друга по реду а на конференцијама прва.

Катедра MATF\_RTI је почела са публиковањем радова на конференцијама доста рано, али је фреквенција објављивања доста мала у односу на остале катедре.

Катедра FON\_IT као катедра је најкасније почела са објавом радова и у часописима и на конференцијама, али је зато у том временском периоду имала убедљиво највећу учестаност публиковања у часописима.

* 1. Да ли постоји разлика у просечном броју аутора по радовима у часописима и на конференцијама?

Просечан број аутора по радовима у часописима и на конференцијама за све анализиране мреже дат је у наредној табели:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Network ID*** | ***Average coauthors on article in journals*** | ***Average coauthors on articles in conferences*** |
| ALL | 1.415 | 1.429 |
| ETF\_RTI | 1.444 | 1.382 |
| FON | 1.446 | 1.511 |
| FON\_IS | 1.528 | 1.5 |
| FON\_IT | 1.456 | 1.674 |
| FON\_SI | 1.408 | 1.427 |
| MATF\_RTI | 1.296 | 1.25 |

На основу података из ове табеле можемо закључити да постоји јако мала разлика између просечног броја аутора по радовима у часописима и на конференцијама.

* 1. У којим часописима и на којим конференцијама се у просеку највише објављује?

Када се посматрају часописи, највише научних радова објављено је у часопису *Computer Science and Information Systems.* У овом часопису објављено је **19 научних радова**.

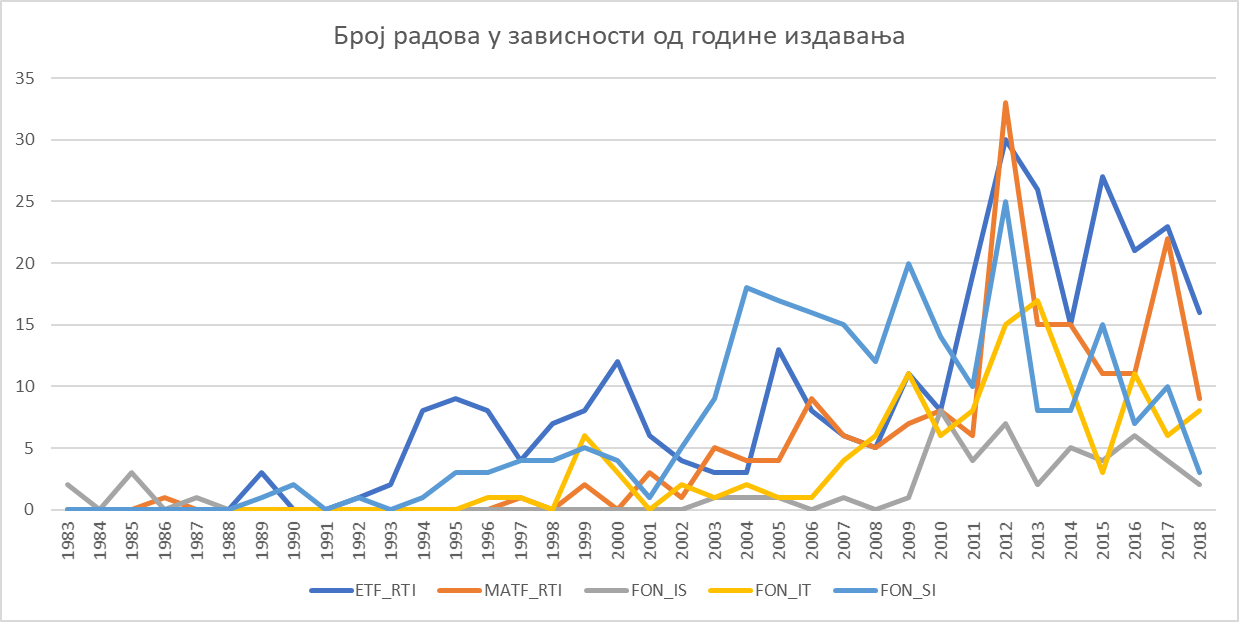
Када се посматрају конференције, највише научних радова објављено је на конференцији *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics).* На овој конференцији објављено је **70 научних радова**.

* 1. Да ли се издвајају и које групе (заједнице) часописа у оквиру мреже часописа? Да ли аутори имају тенденцију да објављују у часописима сличног профила?

Заједнице часописа се издвајају у оквиру мреже часописа. Ово се може уочити посматрањем слике *journals.png* из фолдера *images* који је приложен уз овај извештај. У овој мрежи постоји 6 заједница од којих се једна заједница састоји претежно од часописа о природним наука (комуна црвене боје), док се остали часописи не могу класификовати на основу имена и сврставају се у комуне зависно од густине подграфова у мрежи.

Аутори имају тенденцију да објављују у часописима сличног профила. Ово је закључено на основу високог просечног коефицијента кластеризације мреже часописа (**0.853**). Овај податак нам говори да у свим комунама ове мреже постоји велики број интра-кластер веза, што означава да аутори углавном објављују научне радове у часописима сличног профила.

* 1. У којим годинама су аутори били најпродуктивнији по факултетима и катедрама?

На наредној слици је проказан график зависности броја радова од године издавања за сваку од катедри. Може се приметити да су све катедре 2012. године имале веома велики број радова, а чак три од њих тада имају максимум издатих радова.

У табели је за сваку катедру излистана година када је она публиковала највише радова и број тих радова.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ETF\_RTI | MATF\_RTI | FON\_IS | FON\_IT | FON\_SI |
| ***Maximum*** | 30 | 33 | 8 | 17 | 25 |
| ***Year*** | 2012 | 2012 | 2010 | 2013 | 2012 |

* 1. Који радови имају највеће библиометријске индикаторе?

Посматрају се четири библиометријска индикатора: Број цитирања, *Cite factor, SJIR,* и *SNIP.*

У наредној табели приказана су прва три научна рада по броју цитирања:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Title*** | **Broj citiranja** |
| *Understanding Ontological Engineering* | 161 |
| *Solving the simple plant location problem by genetic algorithm* | 99 |
| *Distributed shared memory: concepts and systems* | 87 |

У наредној табели приказана су прва три научна рада по вредности *Cite factor-*а:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Title*** | ***Cite factor*** |
| *Interconnection networks in petascale computer systems: A survey* | 11.53 |
| *Green accounting for greener energy* | 10.54 |
| *A survey of heterogeneous computing: concepts and systems* | 9.03 |

У наредној табели приказана су прва три научна рада по вредности *SJIR* фактора:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Title*** | ***SJIR*** |
| *Real-time visualization of brain electrical activity* | 4.625 |
| *Learning analytics to unveil learning strategies in a flipped classroom* | 3.347 |
| *Green accounting for greener energy* | 3.036 |

У наредној табели приказана су прва три научна рада по вредности *SNIP* фактора:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Title*** | ***SNIP*** |
| *Interconnection networks in petascale computer systems: A survey* | 5783 |
| *An AppGallery for dataflow computing* | 4.435 |
| *A survey of heterogeneous computing: concepts and systems* | 4.066 |

* 1. Који часописи представљају мостове у мрежи часописа?

Мостови у мрежи часописа су они чворови који имају велику релациону централност. Налажењем мостова у овој мрежи уочавамо часописе који повезују највећи број аутора који иначе објављују у различитим групама часописа.

На наредној слици приказан је граф мреже часописа на којем су истакнути чворови са великом релационом централношћу.

A close up of a map

Description automatically generatedСа овог графа можемо уочити пар чворова који се јасно истичу у односу на остале чворове.

Часопис *Computer Science and Information Systems* је убедљиво највећи мост у овој мрежи и са оригиналног графа можемо уочити да он повезује чворове из свих комуна ове мреже.

Поред овог часописа, часопис *Yugoslav Journal of Operations Research* захвата велики број чворова из пет од шест комуна мреже, док из једне комуне захвата само један чвор. Овај чвор представља други највећи мост у мрежи.

Часописи који се поред ова два наведена истичу по релационој централности али у доста мањој мери су *International Journal of Engineering Education, Journal of Universal Computer Science, Advances in Computers, International Journal of Computers and Applications,* и *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Ови часописи су мостови који захватају чворове из три до пет комуна ове мреже.