

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ



Бојан Барџић

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ТЕКСТ ЕДИТОРА ЗА
ПИСАЊЕ КОДА

мастер рад

Београд, 2024.

Ментор:

др Весна МАРИНКОВИЋ, доцент
Универзитет у Београду, Математички факултет

Чланови комисије:

др Милан БАНКОВИЋ, доцент
Универзитет у Београду, Математички факултет

др Иван ЧУКИЋ, доцент
Универзитет у Београду, Математички факултет

Датум одбране: 15. јануар 2016.

Мами, пати и геги

Наслов мастер рада: Имплементација текст едитора за писање кода

Резиме: Фијуче ветар у шибљу, леди пасаже и куће иза њих и гунђа у оца-цима. Ницо, чежњиво гледаш фотелју, а Ђура и Мика хоће позицију себи. Људи, јазавац Џеф трчи по шуми глођући неко сухо жбуње. Љубави, Олга, хајде поћи у Фуци и чут ћеш њежну музику срца. Боја ваше хаљине, госпо-ђице Џафић, тражи да за њу кулучим. Хаџи Ђера је заћутао и бацио чежњив поглед на шољу с кафом. Џабе се зец по Хомолу шуња, чувар Јожеф лако ће и ту да га нађе. Очачар Филип шаље осмехе туђој жени, а његова кућа без деце. Бутић Ђуро из Фоче има пун џак идеја о слагању ваших жељица. Џајић одскочи у аут и избеже Ђон халфа Пецеља и његов шамар. Пламте оцаци фабрика а чађаве гује се из њих дижу и шаљу ноћ. Ајшо, лепото и чежњо, за љубав срца мога, дођи у Хаџиће на кафу. Хучи шума, а иза жутог цбуна и пања ђак у цвећу деље сеји фрулу. Гоци и Јаћиму из Бање Ковиљаче, флаша цина и жеђ падаху у исту уру. Џаба што Феђа чупа за косу Миљу, она јури Живу, али њега хоће и Даца. Док је Фехим у ципу журно љубио Загу Чађевић, Циле се ушуњао у ауто. Фијуче кошава над оцацима а Иља у гуњу журећи уђе у суху и топлу избу. Боже, центлмени осећају физичко гађење од прљавих шољица! Дочепаће њега јака шефица, вођена љутом срц-бом злих жена. Пази, гецо, брже однеси шефу тај ђавољи чек: њим плаћа цех. Фине цукце озлеђује бич: одгој их пажњом, стрпљивошћу. Замишљао би кафецију влажних прстића, црнег од чађи. Ђаче, уштеду плаћај жаљењем због циновских цифара. Цикљаће жалфија између тог бусења и пешчаних двораца. Зашто гђа Хаџић лечи живце: њена љубав пред фијаском? Јеж хоће пецкањем да вређа љубичастог цина из флаше. Џеј, љубичаст зец, лаже: гађаће одмах поквашен фењер. Плашљив зец хоће јефтину дињу: грожђе искамчи џабе. Џак је пун жица: чућеш тад свађу због ломљења харфе. Чуј, цукац Флоп без даха с гађењем жваће стршљена. Ох, задњи шраф на ципу слаб: муж гђе Цвијић љут кочи. Шеф џабе звиждуће: млађи хрт јаче кљуца њеног пса. Одбациће кавгација плаштом чађ у жељезни фењер. Дебљи кро-јач: згужвах смеђ филц у тањушни цепић. Џо, згужваћеш тихо смеђ филц најдебље крпењаче. Штеф, бацих сломљен дечји зврк у цеп гђе Жунђић. Де-бљој згужвах смеђ филц — њен шкрт цепчић.

Кључне речи: анализа, геометрија, алгебра, логика, рачунарство, астрономија

Садржај

1	Увод	1
1.1	Текст едитори	1
1.2	Структуре података у текст едиторима	1
2	Разрада	8
3	Закључак	11
	Библиографија	14

Глава 1

Увод

1.1 Текст едитори

Текст едитор је програм за измену текстуалних датотека. Најчешћи типови датотека који се измењују коришћењем ових програма су једноставне текстуалне датотеке, датотеке које садрже изворни код, код језика за означавање као и конфигурационе датотеке. Неки од најпознатијих оваквих програма су *Visual Studio Code* [1], *Notepad* [4], *Notepad++* [3], *VIM* [5] и *Emacs* [2].

Постоји више врста текст едитора. Имамо едиторе једноставног текста, где информација о датотеци представља само текст. Док такође постоје и едитори богатог текста, где информација о датотеци поред текста садржи и неке додатне информације везано за изглед текста (фонт, величина фонта, боја текста, маргине). Ми ћемо се у овом раду бавити искључиво едиторима једноставног текста.

1.2 Структуре података у текст едиторима

Пошто текст у датотеци можемо посматрати као линеарни низ карактера, тако и сваку измену над тим текстом можемо посматрати као додавање текста у неки део низа или брисање подниза текста. Када бисмо сав текст једне датотеке које смо отворили чували као један низ карактера, видели бисмо да су горе наведене операције јако временски скупе ($O(n)$, где је n дужина текста) и да њихово стално извршавање над неким великим текстом би имало за последицу изузетну неефикасност текст едитора. Да би се овај проблем

превазишао измишљене су разне структуре података које ове операције врше ефикасније. Најпознатије овакве структуре су бафер са размацима (енг. *gap buffer*), уже (енг. *rope*) и табела делова (енг. *piece table*).

Бафер са размацима

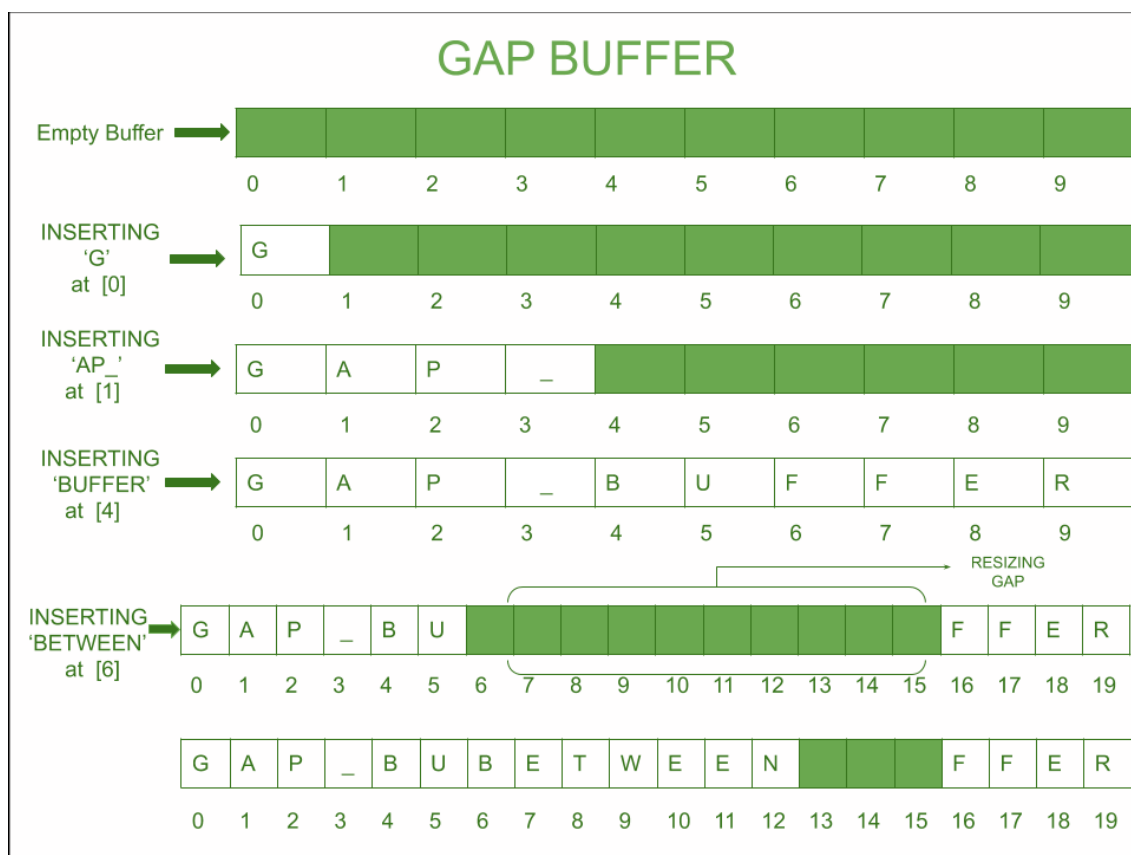
Бафер са размацима (енг. *gap buffer*) је једноставна структура података која се заснива на једноставној идеји да постоји један линеаран низ чија је средина „празна”, док се са леве и десне стране налази текст. Како ми вршимо измене над неким делом текста тако се средина „помера” превлачењем последњег елемента леве стране на почетак десне или обрнуто. Када се бафер попуни (размак није довољно велики за нову операцију), тада се алоцира нови бафер већих димензија, најчешће дупло већи, и у њега се копира текст из старог бафера.

Што се тиче ефикасности ове структуре, у односу на класичан низ, бафер са размацима је доста ефикаснији јер немамо нову реалокацију низа при свакој измени. Ефикасност уметања и брисања зависи највише од тога колики је размак између индекса на коме желимо да извршимо измену текста и леве или десне границе размака. Ако је размак већ на потребној позицији, временска сложеност је $O(1)$. Међутим, ако је размак на једном крају а ми желимо да мењамо други крај текста сложеност ће бити $O(n)$. У просечном случају временска сложеност је константна, јер најчешће пишемо карактере један за другим. Једина операција која је преостала је алоцирање новог низа, која је линеарне сложености.

Ова структура је једноставна за имплементацију и често се користи за једноставне текстуалне уносе. Познати текст едитор *Emacs* [2] користи ову структуру у својој имплементацији. На слици 1.1 приказана је илустрација рада бафера.

Уже

Уже (енг. *rope*) је бинарно стабло где сви чворови који нису листови садрже број карактера у левом подстаблу тог чвора. У листовима се налазе ниске

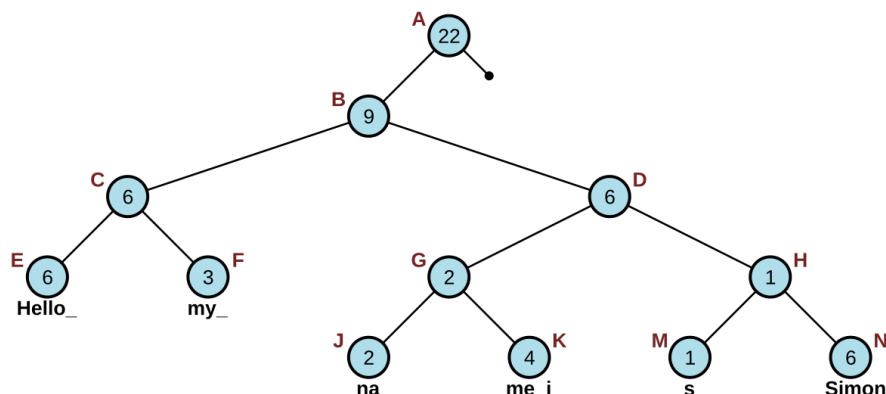


Слика 1.1: Илустрација бафера са размаком

које садрже делове текста. Када се прође кроз од првог листа са лева на десно, добијамо целокупан текст.

Предност ове структуре у односу на обичну ниску је што операције као што су уметање, брисање и претрага текста не захтевају $O(n)$ време, где је n дужина текста. Такође, не морамо да чувамо текст у непрекидном делу меморије, већ се чворови могу налазити на одвојеним местима.

Мане ужета јесу што је то комплексна структура која је склонија баговима, као и што заузима више меморије него обична ниска (због родитељских чворова који повезују листове).



Слика 1.2: Претрага помоћу ужета

Претрага

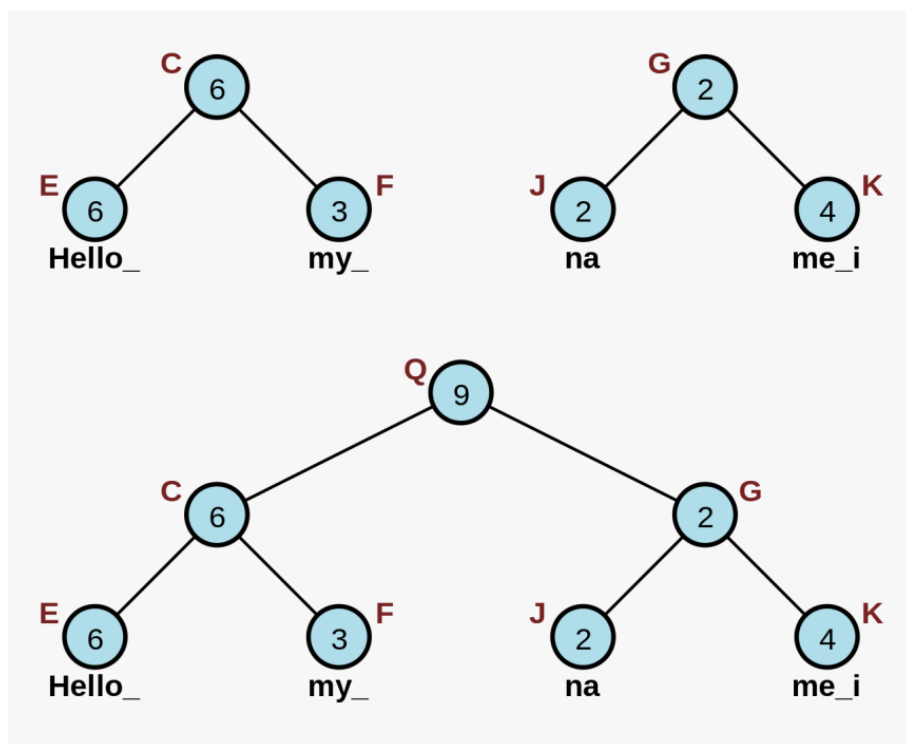
Претрага карактера на i -том индексу се врши тако што пролазимо рекурзивно кроз стабло почевши од корена. Ако је индекс мањи од вредности у чвору, настављамо претрагу у левом подстаблу. У супротном од i одузимамо вредност у тренутном чвору и настављамо претрагу у десном подстаблу. Када наиђемо на лист враћамо i -ти карактер из ниске која се налази у чвору. Сложеност операције је $O(\log n)$.

Конкатенација

Конкатенација два ужета, r_1 и r_2 , се врши тако што направимо нови родитељски чвор чије ће лево дете бити корен од r_1 , а десно корен од r_2 . Вредност новог чвора ће бити сума дужина ниски у свим листовима r_1 . Да бисмо израчунали вредност новог корена морамо да прођемо кроз све листове десног подстабла r_1 , тако да је сложеност ове операције $O(\log n)$.

Дељење

Дељење ниске s по индексу i на две ниске, s_1 и s_2 , где s_1 садржи карактере од почетка s до i -тог индекса (укључујући и карактер на i -том индексу), а s_2 садржи карактере десно од i -тог индекса па до краја ниске, се врши на следећи начин.

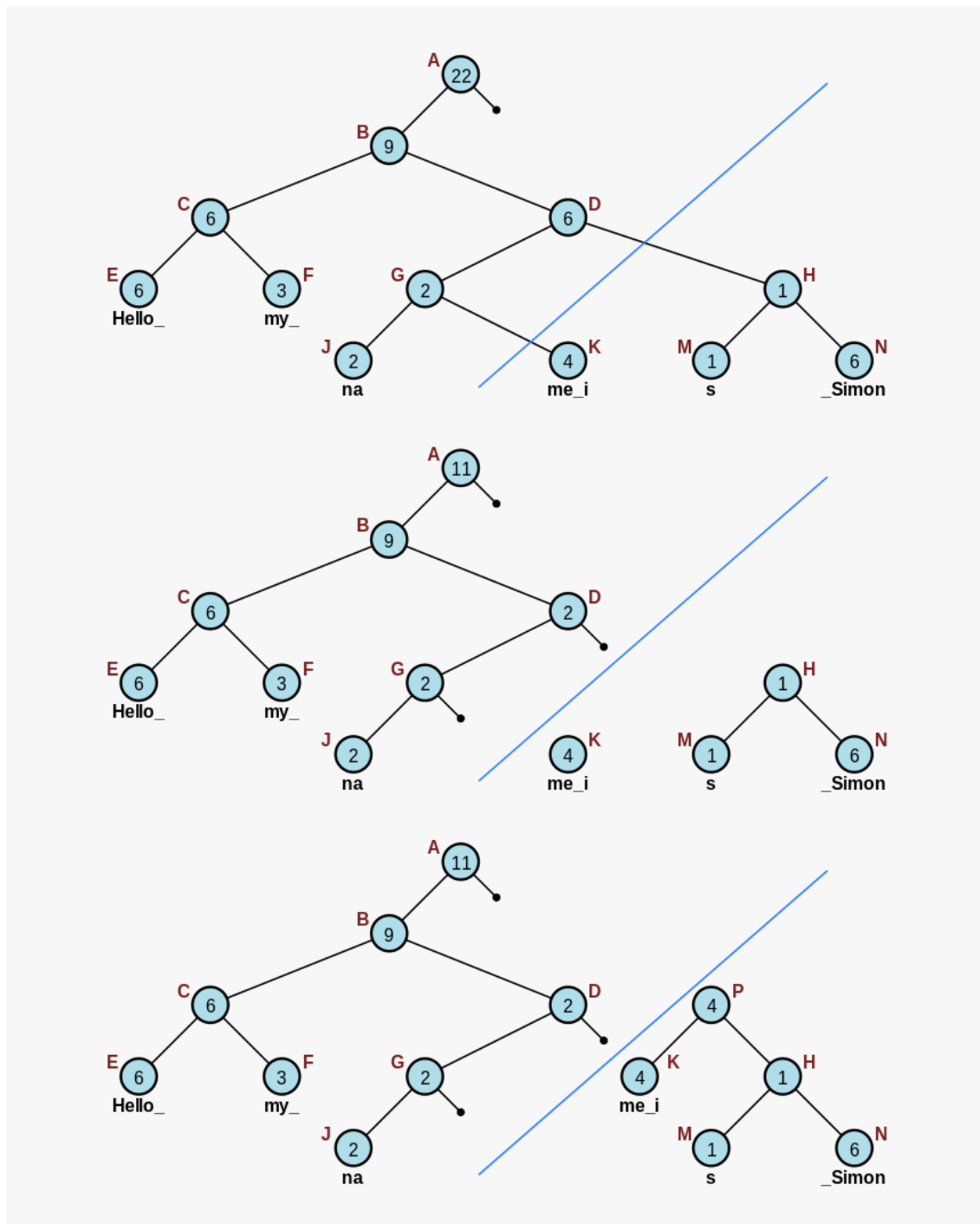


Слика 1.3: Конкатенација два ужета

Налазимо i -ти карактер, ако је то последњи карактер ниске у листу онда не радимо ништа. У супротном делимо лист на два нова листа, где је i -ти карактер последњи карактер ниске левог листа. Лист где је i -ти карактер последњи у нисци ћемо означити са d . Сада листове делимо у две групе l_1 и l_2 . У l_1 се налазе листови лево од d као и сам d , док се у l_2 налазе листови десно од d . Листове из l_2 одвајамо од главног ужета и затим их конкатенирамо заједно. Алгоритам се завршава тако што балансирамо два новодобијена ужета.

Уметање

Ако желимо да уметнемо неку ниску s у уже r на индексу i , довољно је да искористимо претходно дефинисане операције дељења и конкатенације. Прво поделимо уже r по индексу i и добијамо два ужета r_1 и r_2 , затим на r_1 конкатенирамо ниску s и добијемо ново уже r_3 . И на крају конкатенирамо ужад r_3 и r_2 . Ова операција се састоји од три операције сложености $O(\log n)$, тако да је њена сложеност $O(\log n)$.



Слика 1.4: Дељење ужета

Брисање

Уколико желимо да обришемо поднису која почиње на i -том карактеру, а завршава се на $(i + l)$ -том карактеру, онда то можемо урадити у три корака. Прво извршимо дељење по индексу i на r_1 и r_2 , затим десну r_2 поделимо по l -том индексу на r_3 и r_4 . Последњи корак је конкатенирање r_1 и r_4 . Из истих разлога као код уметања, сложеност операције је $O(\log n)$.

Глава 2

Разрада

Фијуче ветар у шибљу, леди пасаже и куће иза њих и гунђа у оџацима. Ниџо, чежњиво гледаш фотелју, а Ђура и Мика хоће позицију себи. Људи, јазавац Џеф трчи по шуми глођући неко сухо жбуње. Љубави, Олга, хајде пођи у Фуџи и чут ћеш њежну музику срца. Боја ваше хаљине, госпођице Џафић, тражи да за њу кулучим. Хаџи Ђера је заћутао и бацио чежњив поглед на шољу с кафом. Џабе се зец по Хомољу шуња, чувар Јожеф лако ће и ту да га нађе. Оџачар Филип шаље осмехе туђој жени, а његова кућа без деце. Бутић Ђуро из Фоче има пун џак идеја о слагању ваших жељица. Џајић одскочи у аут и избеже Ђон халфа Пецелја и његов шамар. Пламте оџаци фабрика а чађаве гује се из њих дижу и шаљу ноћ. Ајшо, лепото и чежњо, за љубав срца мога, дођи у Хаџиће на кафу. Хучи шума, а иза жутог џбуна и пања ђак у цвећу деље сеји фрулу. Гоџи и Јаћиму из Бање Ковиљаче, флаша џина и жеђ падаху у исту уру. Џаба што Феђа чупа за косу Миљу, она јури Живу, али њега хоће и Даџа. Док је Фехим у џипу журно љубио Загу Чађевић, Џиле се ушуњао у ауто. Фијуче кошава над оџацима а Иља у гуњу журећи уђе у суху и топлу избу. Боже, џентлмени осећају физичко гађење од прљавих шољица! Дочепаће њега јака шефица, вођена љутом срџбом злих жена. Пази, геџо, брже однеси шефу тај ђавољи чек: њим плаћа цех. Фине џукце озлеђује бич: одгој их пажњом, стрпљивошћу. Замишљао би кафеџију влажних прстића, прњег од чађи. Ђаче, уштеду плаћај жаљењем због џиновских џифара. Џикљаће жалфија између тог бусења и пешчаних двораџа. Зашто гђа Хаџић лечи живце: њена љубав пред фијаском? Јеж хоће пецкањем да вређа љубичастог џина из флаше. Џеј, љубичаст зец, лаже: гађаће одмах поквашен фењер. Плашљив зец хоће јефтину дињу: грожђе

искамчи цабе. Цак је пун жица: чућеш тад свађу због ломљења харфе. Чуј, цукац Флоп без даха с гађењем жваће стршљена. Ох, задњи шраф на ципу слаб: муж гђе Цвијић љут кочи. Шеф цабе звиждуће: млађи хрт јаче кљуца њеног пса. Одбациће кавгација плаштом чађ у жељезни фењер. Дебљи кројач: згужвах смеђ филц у тањушни цепић. Цо, згужваћеш тихо смеђ филц најдебље крпењаче. Штеф, бацих сломљен дечји зврк у цеп гђе Жуњић. Дебљој згужвах смеђ филц — њен шкрт цепчић.

Фијуче ветар у шибљу, леди пасаже и куће иза њих и гунђа у оцацима. Ницо, чежњиво гледаш фотелју, а Ђура и Мика хоће позицију себи. Људи, јазавац Цеф трчи по шуми глођући неко сухо жбуње. Љубави, Олга, хајде пођи у Фуци и чут ћеш њежну музику срца. Боја ваше хаљине, госпоћице Цафић, тражи да за њу кулчим. Хаџи Ђера је заћутао и бацио чежњив поглед на шољу с кафом. Цабе се зец по Хомољу шуња, чувар Јожеф лако ће и ту да га нађе. Очачар Филип шаље осмехе туђој жени, а његова кућа без деце. Бутић Ђуро из Фоче има пун цак идеја о слагању ваших жељица. Цајић одскочи у аут и избеже Ђон халфа Пецеља и његов шамар. Пламте оцаци фабрика а чађаве гује се из њих дижу и шаљу ноћ. Ајшо, лепото и чежњо, за љубав срца мога, дођи у Хаџиће на кафу. Хучи шума, а иза жутог цбуна и пања ђак у цвећу деље сеји фрулу. Гоци и Јаћиму из Бање Ковиљаче, флаша цина и жеђ падаху у исту уру. Цаба што Феђа чупа за косу Миљу, она јури Живу, али њега хоће и Даца. Док је Фехим у ципу журно љубио Загу Чађевић, Циле се ушуњао у ауто. Фијуче кошава над оцацима а Иља у гуњу журећи уђе у суху и топлу избу. Боже, центлмени осећају физичко гађење од прљавих шољица! Дочепаче њега јака шефица, вођена љутом срцбom злих жена. Пази, гецо, брже однеси шефу тај ђавољи чек: њим плаћа цех. Фине цукце озлеђује бич: одгој их пажњом, стрпљивошћу. Замишљао би кафецију влажних прстића, црњег од чађи. Ђаче, уштеду плаћај жаљењем због циновских цифара. Цикљаће жалфија између тог бусења и пешчаних двораца. Зашто гђа Хаџић лечи живце: њена љубав пред фијаском? Јеж хоће пецкањем да вређа љубичастог цина из флаше. Цеј, љубичаст зец, лаже: гађаће одмах поквашен фењер. Плашљив зец хоће јефтину дињу: грожђе искамчи цабе. Цак је пун жица: чућеш тад свађу због ломљења харфе. Чуј, цукац Флоп без даха с гађењем жваће стршљена. Ох, задњи шраф на ципу слаб: муж гђе Цвијић љут кочи. Шеф цабе звиждуће: млађи хрт јаче кљуца њеног пса. Одбациће кавгација плаштом чађ у жељезни фењер.

Дебљи кројач: згужвах смеђ филц у тањушни цепић. Цо, згужваћеш тихо смеђ филц најдебље крпењаче. Штеф, бацих сломљен дечји зврк у цеп гђе Жуњић. Дебљој згужвах смеђ филц — њен шкрт цепчић.

Глава 3

Закључак

Фијуче ветар у шибљу, леди пасаже и куће иза њих и гунђа у оџацима. Ниџо, чежњиво гледаш фотелју, а Ђура и Мика хоће позицију себи. Људи, јазавац Џеф трчи по шуми глођући неко сухо жбуње. Љубави, Олга, хајде пођи у Фуџи и чут ћеш њежну музику срца. Боја ваше хаљине, госпођице Џафић, тражи да за њу кулучим. Хаџи Ђера је заћутао и бацио чежњив поглед на шољу с кафом. Џабе се зец по Хомољу шуња, чувар Јожеф лако ће и ту да га нађе. Оџачар Филип шаље осмехе туђој жени, а његова кућа без деце. Бутић Ђуро из Фоче има пун џак идеја о слагању ваших жељица. Џајић одскочи у аут и избеже Ђон халфа Пецелја и његов шамар. Пламте оџаци фабрика а чађаве гује се из њих дижу и шаљу ноћ. Ајшо, лепото и чежњо, за љубав срца мога, дођи у Хаџиће на кафу. Хучи шума, а иза жутог џбуна и пања ђак у цвећу деље сеји фрулу. Гоџи и Јаћиму из Бање Ковиљаче, флаша џина и жеђ падаху у исту уру. Џаба што Феђа чупа за косу Миљу, она јури Живу, али њега хоће и Даџа. Док је Фехим у џипу журно љубио Загу Чађевић, Џиле се ушуњао у ауто. Фијуче кошава над оџацима а Иља у гуњу журећи уђе у суху и топлу избу. Боже, џентлмени осећају физичко гађење од прљавих шољица! Дочепане њега јака шефица, вођена љутом срџбом злих жена. Пази, геџо, брже однеси шефу тај ђавољи чек: њим плаћа цех. Фине џукце озлеђује бич: одгој их пажњом, стрпљивошћу. Замишљао би кафеџију влажних прстића, прњег од чађи. Ђаче, уштеду плаћај жаљењем због џиновских џифара. Џикљаће жалфија између тог бусења и пешчаних двораџа. Зашто гђа Хаџић лечи живце: њена љубав пред фијаском? Јеж хоће пецкањем да вређа љубичастог џина из флаше. Џеј, љубичаст зец, лаже: гађане одмах поквашен фењер. Плашљив зец хоће јефтину дињу: грожђе

искамчи цабе. Цак је пун жица: чућеш тад свађу због ломљења харфе. Чуј, цукац Флоп без даха с гађењем жваће стршљена. Ох, задњи шраф на ципу слаб: муж гђе Цвијић љут кочи. Шеф цабе звиждуће: млађи хрт јаче кљуца њеног пса. Одбациће кавгација плаштом чађ у жељезни фењер. Дебљи кројач: згужвах смеђ филц у тањушни цепић. Цо, згужваћеш тихо смеђ филц најдебље крпењаче. Штеф, бацих сломљен дечји зврк у цеп гђе Жуњић. Дебљој згужвах смеђ филц — њен шкрт цепчић.

Фијуче ветар у шибљу, леди пасаже и куће иза њих и гунђа у оцацима. Ницо, чежњиво гледаш фотелју, а Ђура и Мика хоће позицију себи. Људи, јазавац Цеф трчи по шуми глођући неко сухо жбуње. Љубави, Олга, хајде пођи у Фуци и чут ћеш њежну музику срца. Боја ваше хаљине, госпоћице Цафић, тражи да за њу кулчим. Хаџи Ђера је заћутао и бацио чежњив поглед на шољу с кафом. Цабе се зец по Хомољу шуња, чувар Јожеф лако ће и ту да га нађе. Ојачар Филип шаље осмехе туђој жени, а његова кућа без деце. Бутић Ђуро из Фоче има пун цак идеја о слагању ваших жељица. Цајић одскочи у аут и избеже Ђон халфа Пецеља и његов шамар. Пламте ојаци фабрика а чађаве гује се из њих дижу и шаљу ноћ. Ајшо, лепото и чежњо, за љубав срца мога, дођи у Хаџиће на кафу. Хучи шума, а иза жутог цбуна и пања ђак у цвећу деље сеји фрулу. Гоци и Јаћиму из Бање Ковиљаче, флаша цина и жеђ падаху у исту уру. Цаба што Феђа чупа за косу Миљу, она јури Живу, али њега хоће и Даца. Док је Фехим у ципу журно љубио Загу Чађевић, Циле се ушуњао у ауто. Фијуче кошава над оцацима а Иља у гуњу журећи уђе у суху и топлу избу. Боже, центлмени осећају физичко гађење од прљавих шољица! Дочепаче њега јака шефица, вођена љутом срцбom злих жена. Пази, гецо, брже однеси шефу тај ђавољи чек: њим плаћа цех. Фине цукце озлеђује бич: одгој их пажњом, стрпљивошћу. Замишљао би кафецију влажних прстића, црњег од чађи. Ђаче, уштеду плаћај жаљењем због циновских цифара. Цикљаће жалфија између тог бусења и пешчаних двораца. Зашто гђа Хаџић лечи живце: њена љубав пред фијаском? Јеж хоће пецкањем да вређа љубичастог цина из флаше. Цеј, љубичаст зец, лаже: гађаће одмах поквашен фењер. Плашљив зец хоће јефтину дињу: грожђе искамчи цабе. Цак је пун жица: чућеш тад свађу због ломљења харфе. Чуј, цукац Флоп без даха с гађењем жваће стршљена. Ох, задњи шраф на ципу слаб: муж гђе Цвијић љут кочи. Шеф цабе звиждуће: млађи хрт јаче кљуца њеног пса. Одбациће кавгација плаштом чађ у жељезни фењер.

Дебљи кројач: згужвах смеђ филц у тањушни цепић. Цо, згужваћеш тихо смеђ филц најдебље крпењаче. Штеф, бацих сломљен дечји зврк у цеп гђе Жуњић. Дебљој згужвах смеђ филц — њен шкрт цепчић.

Библиографија

- [1] Visual Studio Code. <https://code.visualstudio.com/>.
- [2] Open Source Community. Emacs. <https://www.gnu.org/software/emacs/>.
- [3] Open Source Community. Notepad++. <https://notepad-plus-plus.org/>.
- [4] Microsoft. Windows Notepad. https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Notepad.
- [5] Bram Moolenaar. VIM. <https://www.vim.org/>.

Биографија аутора

Вук Стефановић Караџић (*Тршић, 26. октобар/6. новембар 1787. — Беч, 7. фебруар 1864.*) био је српски филолог, реформатор српског језика, сакупљач народних умотворина и писац првог речника српског језика. Вук је најзначајнија личност српске књижевности прве половине XIX века. Стекао је и неколико почасних доктората. Учествовао је у Првом српском устанку као писар и чиновник у Неготинској крајини, а након слома устанка преселио се у Беч, 1813. године. Ту је упознао Јернеја Копитара, цензора словенских књига, на чији је подстицај кренуо у прикупљање српских народних песама, реформу ћирилице и борбу за увођење народног језика у српску књижевност. Вуковим реформама у српски језик је уведен фонетски правопис, а српски језик је потиснуо славеносрпски језик који је у то време био језик образованих људи. Тако се као најважније године Вукове реформе истичу 1818., 1836., 1839., 1847. и 1852.