

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ BAKALAURO STUDIJŲ PROGRAMA

Kodo skirstymo į paketus šablonų tyrimas

Analysis of code packaging patterns

Bakalauro baigiamasis darbas

Atliko: Martyna Ubartaitė

Darbo vadovas: Gediminas Rimša

Darbo recenzentas: doc. dr. Vardauskas Pavardauskas

Vilnius – 2024

Santrauka

Glaustai aprašomas darbo turinys: pristatoma nagrinėta problema ir padarytos išvados. Santraukos apimtis ne didesnė nei 0,5 puslapio. Santraukų gale nurodomi darbo raktiniai žodžiai. Automatiškai naudojamos lietuviškos kabutės: „tekstas“.

Raktiniai žodžiai: raktinis žodis 1, raktinis žodis 2, raktinis žodis 3, raktinis žodis 4, raktinis žodis 5

Summary

Santrauka anglų kalba. Santraukos apimtis ne didesnė nei 0,5 puslapio. Automatiškai naudojamos angliškos kabutės: “tekstas”.

Keywords: keyword 1, keyword 2, keyword 3, keyword 4, keyword 5

Turinys

ĮVADAS	5
ĮVADAS	6
0.1. Problema ir jos aktualumas	6
0.2. Darbo tikslas	6
0.3. Keliami uždaviniai	6
0.4. Numatomas darbo atlikimo procesas	7
0.5. Laukiami rezultatai	7
0.6. todo:	7
1. KOMPIUTERINĖS SISTEMOS VERTINIMAS	8
1.1. Teisingai įgyvendinta kompiuterinė sistema	8
1.2. Kodo skirstymo paketais metodų vertinimas	8
2. MEDŽIAGOS DARBO TEMA DĖSTYMO SKYRIAI	10
2.1. Poskyris	10
2.2. Faktorialo algoritmas	10
2.2.1. Punktas	10
2.2.1.1. Papunktis	10
2.2.2. Punktas	10
3. SKYRIUS	11
3.1. Poskyris	11
3.2. Poskyris	11
REZULTATAI	12
IŠVADOS	13
ŠALTINIAI	14
SANTRUMPOS	15
PRIEDAI	16
1 priedas. Neuroninio tinklo struktūra	16
2 priedas. Eksperimentinio palyginimo rezultatai	17

Įvadas

Įvade nurodomas darbo tikslas ir uždaviniai, kuriais bus įgyvendinamas tikslas, aprašomas temos aktualumas, apibrėžiamas tiriamasis objektas akcentuojant neapibrėžtumą, kuris bus išspręstas darbe, aptiriamos teorinės darbo prielaidos bei metodika, apibūdinami su tema susiję literatūros ar kitokie šaltiniai, temos analizės tvarka, darbo atlikimo aplinkybės, pateikiama žinių apie naudojamus instrumentus (programas ir kt., jei darbe yra eksperimentinė dalis). Darbo įvadas neturi būti dėstyimo santrauka. Įvado apimtis 2–4 puslapiai.

Įvadas

0.1. Problema ir jos aktualumas

Teisingai įgyvendintas kompiuterinės sistemos dizainas yra vienas iš kritinių sėkmingo verslo elementų. Tam, jog verslas išlaikytų stabilų augimą yra būtina sukurti sistemą, kuri sumažintų atotrūkį tarp organizacijos tikslų ir jų įgyvendinimo galimybių. Mąstant apie programinio kodo dizainą, kodo paketų kūrimas, klasių priskyrimas jiems ir paketų hierarchijos sudarymas paprastai nėra pagrindinis prioritetas, tačiau tai parodo praleistą galimybę padaryti sistemos dizainą labiau patikimu[Sho19], suprantamu [Eli10] ir lengviau palaikomu. Modernios sistemos yra didžiulės, programinis kodas yra padalintas į daugybę failų, kurie išskaidyti per skirtingo gylio direktorijas, todėl apgalvotai išskirstytas programinis kodas daro daug didesnę įtaką kodo kokybei, nei gali atrodyti iš pirmo žvilgsnio. Sistemos paketų studijavimas ir analizė norint įvertinti programinės įrangos kokybę tampa vis svarbesne tema, dėl pastoviai augančio failų ir paketų skaičiaus[Eli10].

Norint išsiaiškinti, kaip efektyviausiai gali būti skaidomas programinis kodas, tam jog jo struktūra darytų teigiama įtaką sistemos kokybei, reikalinga atlikti skirstymo į paketus šablonų analizę – išsiaiškinti galimus šablonus ir būdus, kaip skirstyti programinį kodą į paketus, turėti aiškius šablonų apibrėžimus su jų privalumais bei trūkumais.

0.2. Darbo tikslas

Šio darbo tikslas – identifikuoti šablonus kodo skirstymui į paketus. Remiantis moksliniais straipsniais apie sistemos kokybę bei palaikomumą aprašyti kriterijus, kurie būtų naudojami šablonus įvertinti, nustatant jų įtaką sistemos palaikomumui.

0.3. Keliami uždaviniai

- Išskirti gerai įgyvendinto kodo požymius
- Aprašyti skirstymo į paketus šablonus, remiantis pavyzdžiais teorinėje medžiagoje bei egzistuojančiose atviro kodo sistemose
- Įvertinti kiek realių sistemų struktūra nutolusi nuo teorinių šablonų apibrėžimų
- Pasiūlyti kriterijus, įvertinančius kodo suskirstymo šablono įtaką sistemos kokybei, remiantis rastais gerai įgyvendintos sistemos požymiais
- Pasirinkti kelias sistemas ir pertvarkyti jų failų struktūrą pagal aprašytus šablonus, įvertinant kiek sudėtinga pasiekti kiekvieno šablono struktūrą
- Naudojant pertvarkytas sistemas, įvertinti kiekvieną kodo skirstymo šabloną pagal pasiūlytus kriterijus
- Pateikti rekomendacijas, kokius šablonus kodo skirstymui tinkamiausia naudoti

todo: apubidinti šaltinius todo: aprašyti kas yra šablonai todo: paminėti praktine dalį

0.4. Numatomas darbo atlikimo procesas

- Remiantis teorine medžiaga aprašomi gerai įgyvendinto kodo požymiai, užtikrinantys sistemos stabilumą ir palaikomumą.
- Aprašomi kriterijai, kuriuos naudojant galima įvertinti kodo suskirstymo įtaką sistemos kodo kokybei, pavyzdžiui:
 - Komponentų skaičius, priklausomas nuo pasirinkto komponento[Mah03]
 - Tiesioginės ir netiesioginės priklausomybės (matomumas)[Ala07]
- Galimų kodo skirstymo šablonų išskyrimas pasitelkiant teorinę informaciją [Sho11] ir egzistuojančių sistemų architektūrą.
- Atviro kodo projektų pasirinkimas. Pasirenkami skirtingo tipo projektai, užtikrinant objektyvesnę šablonų analizę skirtingose srityse. Galimi tipai:
 - Taikomoji programinė įranga, teikianti paslaugas įrangos naudotojams. Pavyzdžiui, internetinė programėlė priminimams ir darbams užsirašyti
 - Techninė programinė įranga, naudojama taikomosios programinės įrangos duomenų saugojimui, siuntimui, paieškai. Pavyzdžiui, duomenų bazės, pranešimų eilės, talpyklos (angl. cache)
 - Programinės įrangos įrankiai, skirti naudoti kitose sistemose supaprastinant programinį kodą, naudojant jau įgyvendintas funkcijas. Pavyzdžiui, Java programavimo kalbos Spring karkasas internetinių programėlių kūrimui
- Pasirinktų projektų paketų struktūros pertvarkymas pagal pasirinktus skirstymo šablonus
- Pertvarkytų projektų įvertinimas, naudojant išskirtus kriterijus, nustatant, kokią įtaką skirtingi skirstymo šablonai turi sistemos kokybei

0.5. Laukiami rezultatai

- Įdentifikuoti kodo skirstymo šablonai, remiantis teorine informacija ir praktikoje sutinkamais pavyzdžiais
- Sukurti kriterijai, įvertinantys sistemos paketų struktūros indėlį sistemos kokybei
- Pasirinkti projektai pertvarkyti pagal kodo skirstymo šablonus
- Įvertinus šablonus sukurtais kriterijais, pateiktos rekomendacijos kodo skirstymo šablonų naudojimui

0.6. todo:

aprašyti sekančius chapterius.

1. Kompiuterinės sistemos vertinimas

1.1. Teisingai įgyvendinta kompiuterinė sistema

Norint išsiaiškinti, kokią įtaką sistemos kokybei daro skirtingos paketų skirstymo metodologijos ir kaip objektyviai tą įtaką pamatuoti, pirmiausia reikėtų apsibrėžti kokiais požymiais pasižymi teisingai įgyvendinta kompiuterinė sistema. Martin Kleppmann savo knygoje *Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems* išskiria šiuos pagrindinius kriterijus:

- Patikimumas, reiškiantis, kad net ir klaidų (įrangos, programinių ar žmogiškųjų) atveju, sistema veikia stabiliai ir patikimai, paslepiant tam tikras klaidas nuo vartotojo[Kle17].
- Prižiūrimumas, reiškiantis jog skirtingų abstrakcijų pagalba sumažintas sistemos kompleksiskumas. Dėl to nesunku keisti esamą sistemos funkcionalumą bei pritaikyti naujiems verslo naudojimo atvejams. Tai supaprastina darbą inžinierių ir operacijų komandoms dirbančioms su šia sistema, taip pat leidžia prie sistemos prisidėti naujiems žmonėms, o ne tik jos ekspertams. Tai ypač aktualu atviro kodo sistemoms[Kle17].
- Plečiamumas, reiškiantis jog sistema turi strategijas, kaip išlaikyti gerą našumą užklausų srautui didėjant ir sistemai augant, tai atliekant su pagrįstais kompiuteriniais resursais ir priežiūros kaina[Kle17].

Yra daug skirtingų elementų, sudarančių sistemą, kuri tenkintų aukščiau paminėtus kriterijus, pavyzdžiui, pasirinktos technologijos, aukšto lygio architektūra, dokumentacija, sistemos testavimo procesai, jų kiekis ir pan. Vienas iš svarbių elementų, prisidedančių prie gerai įgyvendintos sistemos dizaino yra programinio kodo dizainas, jo skaitomumas, patikimumas. Konvencijos, kaip vadinti kodo paketus, kokias klases jiems priskirti ir kokios paketų hierarchijos laikytis sudaro svarbią programinio kodo dizaino dalį. Todėl programinės įrangos kurimo metu, laikas skirtas rasti sistemai tinkamą paketų skirstymo šabloną ir to šablono laikymasis atsiperka, padarant programinį kodą geriau suprantamu, taip prisidedant prie bendro sistemos dizaino patikimumo ir lengvesnio palaikomo.

Straipsnyje *Investigating The Effect of Software Packaging on Modular Structure Stability*, jo autoriai akcentuoja, kad gerai įgyvendintos, objektiškai orientuotos sistemos turėtų vystytis be didelių pakeitimu jų architektūroje. To siekiama todėl, nes architektūriniai pakeitimai paveikia didelę sistemos dalį ir todėl jų įgyvendinimo ir priežiūros kaštai yra ženkliai didesni[Sho19]. Paketų struktūra, kuri užtikrina atsietą ((angl. *decoupled*)) komunikavimą tarp paketų, enkapsuliuoja paketų vidinius elementus, neleidžiant pakeitimais išplisti už paketų ribų yra pagrindas tvirtai sistemos architektūrai, gebančiai efektyviai plėstis, ženkliai nesikeičiant ir sutaupant programos priežiūros kaštus.

1.2. Kodo skirstymo paketais metodų vertinimas

Ankstesniame skyriuje buvo nagrinėjama gerai įgyvendintos paketų struktūros įtaka geram kompiuterinės sistemos dizainui, tačiau lieka neatsakytas klausimas – kaip įvertinti metodą kodui į

paketus grupuoti, kaip objektyviai užtikrinti jog šis sprendimas yra butent toks kokio reikia ir kokia būtent jo įtaka kompiuterinei sistemai? Tvarkingas, aiškiai suprantamas kodas yra subjektyvi tema, priklausanti nuo komandos, naudojamos programavimo kalbos ar programinių įrankių bei programinės sistemos dalykinės srities. Kodo grupavimo į paketus metodai, taip, kaip ir bendros tvarkingo kodo praktikos, gali būti labai subjektyvūs ir patogus tik metodą formavusiam asmeniui. Tam, kad pagrįstai įvertinti skirtingus kodo skirstymo šablonus, pasiekiant kuo objektyvesnį, plačiau priimtina rezultatą, reikėtų aprašyti kriterijus, ko tikimasi iš paketų struktūros.

Robert C. Martin savo knygoje *Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices* aprašo šesis principus padedančius teisingai grupuoti klases į paketus. Rodiklis, kiek kiekvienas paketas sistemoje laikosi nurodytų principų, tam tikrame paketų skirstymo šablone, gali būti kriterijus, įvertinti to šablono kokybei ir įtakai bendram sistemos dizainui.

Pirmi trys principai yra apie paketo elementų sąryšį, jie padeda paskirstyti klases paketais [Mar02]. Kiti trys principai reglamentuoja paketų sąjungą, jie padeda nustatyti, kaip paketai turėtų būti tarpusavyje susiję.

Paketų stabilumo metrikos:

- *Klasių skaičius* – klasių skaičiaus metrika paketui nurodo, skaičių klasių (konkrečių ir abstrakčių) pakete. Ši metrika matuoja paketo dydį.
- *Aferentinės jungtys* (angl. *Afferent Couplings*) – aferentinių jungčių metrika nurodo skaičių kitų paketų, kurie priklauso nuo klasių esančių pasirinktame pakete. Ši metrika matuoja ateinančias priklausomybes.
- *Eferentinės jungtys* (angl. *Efferent Couplings*) – eferentinių jungčių metrika nurodo skaičių kitų paketų, nuo kurių priklauso klasės pasirinktame pakete. Ši metrika matuoja išeinančias priklausomybes.
- *Nestabilumas* – nestabilumo metrika nurodo santyki tarp eferentinių jungčių ir visų jungčių (Aferentinės + Eferentinės) pakete. Ši metrika matuoja paketo atsparumui pokyčiams. Reikšmės režiai – nuo nulio iki vieno, kur vienas nurodo visiškai stabilų paketą, o vienetą visiškai nestabilų.
- *Atstumas* – Atstumo metrika apibrėžiamas kaip statmenas pakuotės atstumas nuo idealizuotos linijos ($A + I = 1$), kur A yra abstrakčių klasių procentas nuo bendro paketo klasių skaičiaus. Ši metrika yra paketo abstraktumo ir stabilumo pusiausvyros rodiklis. Paketas tiesiai pagrindinėje sekoje yra optimaliai subalansuotas, atsižvelgiant į jos abstraktumą ir stabilumą. Šios metrikos diapazonas yra nuo nulio iki vieneto, o nulis nurodo paketą, kuris sutampa su pagrindine seka, o vienas – paketą, kuris yra kuo toliau nuo pagrindinės sekos. todo: pataisyti
- *Žiedinės priklausomybės* – žiedinių priklausomybių metrika skaičių atveju, kur pasirinkto paketo išeinančios priklausomybės taip pat yra paketo ateinančios priklausomybės (tiesiogiai arba netiesiogiai)

2. Medžiagos darbo tema dėstymo skyriai

Medžiagos darbo tema dėstymo skyriuose išsamiai pateikiamos nagrinėjamos temos detalės: pradiniai duomenys, jų analizės ir apdorojimo metodai, sprendimų įgyvendinimas, gautų rezultatų apibendrinimas.

Medžiaga turi būti dėstoma aiškiai, pateikiant argumentus. Tekste dėstomas trečiuoju asmeniu, t.y. rašoma ne „aš manau“, bet „autorius mano“, „atoriaus nuomone“. Reikėtų vengti informacijos nesuteikiančių frazių, pvz., „...kaip jau buvo minėta...“, „...kaip visiems žinoma...“ ir pan., vengti grožinės literatūros ar publicistinio stiliaus, gausių metaforų ar panašių meninės išraiškos priemonių.

Skyriai gali turėti poskyrius ir smulkesnes sudėtines dalis, kaip punktus ir papunkčius.

2.1. Poskyris

Citavimo pavyzdžiai: cituojamas vienas šaltinis [**PvzStraipsnLt**]; cituojami keli šaltiniai [**PvzStraipsnEn**; **PvzStraipsnLta**; **PvzKonfLt**; **PvzKonfEn**; **PvzKnygLt**; **PvzKnygEn**; **PvzElPubLt**; **PvzElPubEn**; **PvzBakLt**; **PvzMagistrLt**; **PvzPhdEn**].

Anglų kalbos terminų pateikimo pavyzdžiai: priklausomybių injekcija (angl. *dependency injection*, dažnai trumpinama kaip *DI*), saitų redaktorius (angl. *linker*).

Išnašų¹ pavyzdžiai².

2.2. Faktorialo algoritmas

1 algoritmas parodo, kaip suskaičiuoti skaičiaus faktorialą.

1 algoritmas. Skaičiaus faktorialas

```
1:  $N \leftarrow$  skaičius, kurio faktorialą skaičiuojame  
2:  $F \leftarrow 1$   
3: for  $i := 2$  to  $N$  do  
4:    $F \leftarrow F \cdot i$   
5: end for
```

2.2.1. Punktas

2.2.1.1. Papunktis

2.2.2. Punktas

¹Pirma išnaša.

²Antra išnaša.

3. Skyrius

3.1. Poskyris

3.2. Poskyris

Rezultatai

Rezultatų skyriuje išdėstomi pagrindiniai darbo rezultatai: kažkas išanalizuota, kažkas sukurta, kažkas įdiegta. Tarpinių žingsnių išdavos skirtos užtikrinti galutinio rezultato kokybę neturi būti pateikiami šiame skyriuje. Kalbant informatikos terminais, šiame skyriuje pateikiama darbo išvestis, kuri gali būti įvestimi kituose panašios tematikos darbuose. Rezultatai pateikiami sunumeruotų (gali būti hierarchiniai) sąrašų pavidalu. Darbo rezultatai turi atitikti darbo tikslą.

Išvados

1. Išvadų skyriuje daromi nagrinėtų problemų sprendimo metodų palyginimai, siūlomos rekomendacijos, akcentuojamos naujovės.
2. Išvados pateikiamos sunumeruoto (gali būti hierarchinis) sąrašo pavidalu.
3. Darbo išvados turi atitikti darbo tikslą.

Šaltiniai

- [Eli10] M. Elish. Exploring the Relationships between Design Metrics and Package Understandability: A Case Study. 2010 [žiūrėta 2024-03-04]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/221219583_Exploring_the_Relationships_between_Design_Metrics_and_Package_Understandability_A_Case_Study.
- [Kle17] M. Kleppmann. *Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems*. O'Reilly Media, 2017.
- [Mar02] R. C. Martin. *Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices*. Pearson, 2002.
- [Sho19] M. A. Shouki A. Ebad. Investigating The Effect of Software Packaging on Modular Structure Stability. 2019 [žiūrėta 2024-03-04]. Prieiga per internetą: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/75578419/pdf-libre.pdf?1638471828=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DInvestigating_the_Effect_of_Software_Pac.pdf&Expires=1709553794&Signature=BWU2DSSXDNUjfvT1lUWYspcqN1bW1Fgg~doSlc6JoeK7XXJ5bGLPB1B1yBD0tnojJ0yNuWZzQP9fpTjd~yff0hlxnM4GyB2gNMuGZyXsDBXWQuD66kZpwWdluJ63GWjvs28T2ArRpaekqk9JAc-Icun18nyonYJ~W4pIViibjHA4k9yN5r1FZRSWFeUSHpRmflEpJ1opD2Nh889TquLxsA2DhPP3L5_&Key-Pair-Id=APKAJL0HF5GGSLRBV4ZA.

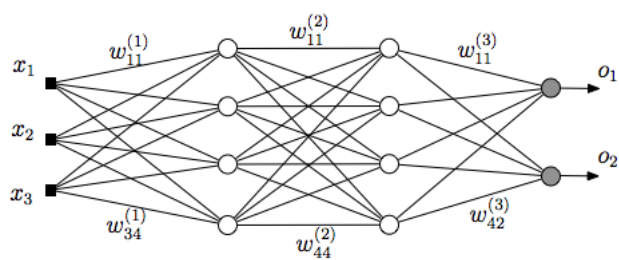
Santrumpos

Sąvokų apibrėžimai ir santrumpų sąrašas sudaromas tada, kai darbo tekste vartojami specialūs paaiškinimo reikalaujantys terminai ir rečiau sutinkamos santrumpos.

Priedai

Priedas nr. 1

Neuroninio tinklo struktūra



1 pav. Paveikslėlio pavyzdys

Priedas nr. 2

Eksperimentinio palyginimo rezultatai

1 lentelė. Lentelės pavyzdys

Algoritmas	\bar{x}	σ^2
Algoritmas A	1.6335	0.5584
Algoritmas B	1.7395	0.5647