

Izveštaj primene alata za verifikaciju u okviru samostalnog praktičnog projekta na kursu Verifikacija Softvera Matematički fakultet

Nikola Mićić, 1086/2022
nikolamicic065@gmail.com
Mentor: Ivan Ristović

Decembar 2022.

Sažetak

Ovaj rad će sadržati detaljan opis analize projekta sa spiskom naredbi i alata koji su korišćene i zaključcima koji su napravljeni.

Projekat nad kojim će biti primenjeni alati se nalazi na github adresi:
<https://github.com/eminfedar/widgetci>

Autor ovog projekta je Emin Fedar (github username: eminfedar).

Primena alata će biti izvršena na master grani, nad komitom čiji je hash code sledeći: 05588c036cd4c6d6eddd5b595d027968ac484140

Sadržaj

1	Spisak primenjenih alata	2
1.1	Clang-tidy i Clazy	2
1.2	Cppcheck	3
1.3	GCov	4
1.4	QML Profiler	5

1 Spisak primenjenih alata

Spisak alata za verifikaciju koji su primenjeni nad projektom su:

1. Clang-tidy i Clazy

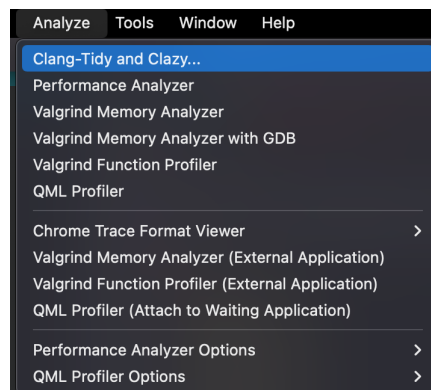
1.1 Clang-tidy i Clazy

Clang-tidy pruža dijagnostiku i ispravke za tipične programske greške, kao što su kršenje stila ili zloupotreba interfejsa.

Clazy pomaže Clang-u da razume Qt semantiku. Prikazuje upozorenja kompajlera vezana za Qt, u rasponu od nepotrebne alokacije memorije do zloupotrebe API-ja i pruža akcije refaktorisanja za rešavanje nekih problema.

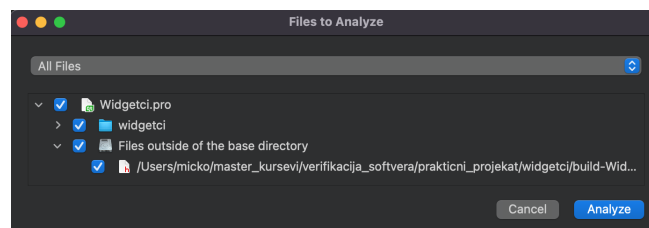
Clang-tidy i Clazy su alati koji su pokrenuti preko QtCreator-a. Alat je pokrenut preko Debug moda i sastoji se iz narednih koraka koji se mogu videti na slikama ispod.

Prvi korak je biranje alata Clang-Tidy i Clazy u okviru padajućeg menija Analyze.



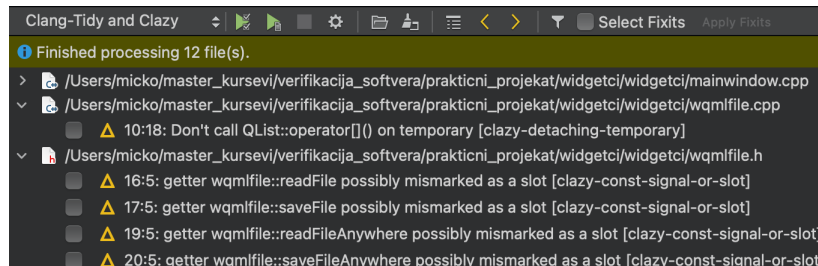
Slika 1: Prvi korak

Drugi korak se sastoji iz biranja fajlova koji će biti analizirani. U ovom slučaju sam birao sve fajlove uključujući glavni folder *code* u okviru kojeg se nalaze podfolderi *headers* i *src*. Nakon toga kliknuti dugme *Analyze*.



Slika 2: Drugi korak

Deo rezultata ovih alata je predstavljen na slici 3 ispod. Može se videti upozorenje da postoji neinicijalizovano polje na kraju poziva konstruktora, sa objašnjenjima. Ceo izlaz pozvanih alata se može naći u okviru repozitorijuma za analizu datog projekta, u okviru foldera Clang-tidy i Clazy.



Slika 3: Deo rezultata pozvanih alata

1.2 Cppcheck

Cppcheck je alat za statičku analizu za C/C++ kod. Pruža jedinstvenu analizu koda za otkrivanje grešaka i fokusira se na otkrivanje nedefinisanog ponašanja i opasnih konstrukcija kodiranja. Cilj je imati vrlo malo lažnih pozitivnih rezultata. Cppcheck je dizajniran da može da analizira vaš C/C++ kod čak i ako ima nestandardnu sintaksu (uobičajeno u ugrađenim projektima).

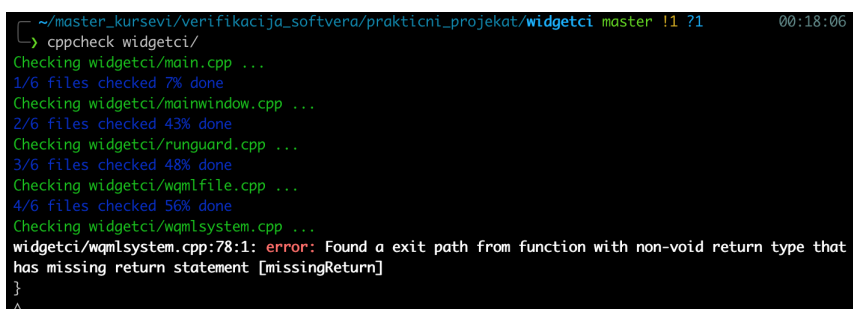
Cppcheck je alat koji sam pokretao preko terminala. Za instalaciju alata na macOS-u sam koristio komandu *brew install cppcheck*.

Alat proverava sve .cpp fajlove na prosleđenoj putanji i vraća uočene greške i upozorenja.

Pozivanje komande i deo rezultata je izgledao kao na slici ispod.

Greška koja je otkrivena na slici 4 je pronađena u fajlu widgetci/wqmlsystem.cpp na liniji 78 i predstavlja pronađenu funkciju koja je non-void tipa, a ipak ne sadrži povratnu vrednost.

Celokupan izlaz pozivanja alata se može naći u okviru repozitorijuma za analizu datog projekta, u okviru foldera Cppcheck.



Slika 4: Način pokretanja i rezultati alata cppcheck

1.3 GCov

GCov je alat za analizu pokrivenosti izvornog koda i alat za profilisanje izraz-po-izraz. Gcov generiše tačne brojeve koliko puta je svaki izraz u programu izvršen. Gcov dolazi kao standardni uslužni program sa GNU Compiler Collection (GCC) paketom.

Primena alata GCov je urađena iz sledećih koraka. Prvo su u *Widgetci.pro* fajlu dodata dva flega:

```
QMAKE_CXXFLAGS += -coverage
```

```
QMAKE_LFLAGS += -coverage
```

Izgradnja projekta sa novim flagovima je generisala naredne fajlove, među kojima su i dodatno generisani fajlovi koji imaju ekstenziju '.gcno' i '.gcda'. Svi fajlovi se mogu videti na slici 5

```
~/m/v/p/widgetci/build-Widgetci-Desktop_Qt_5_15_2_clang_64bit-Debug master !1 ?1 00:29:56
└─> ls
Makefile      moc_mainwindow.gcda  moc_wqmlsystem.gcda  qrc_qtresource.gcno  wqmlfile.gcno
Widgetci.app  moc_mainwindow.gcn  moc_wqmlsystem.gcn  qrc_qtresource.o     wqmlfile.o
main.gcda     moc_mainwindow.o    moc_wqmlsystem.o     report                wqmlsystem.gcda
main.gcn      moc_predefs.h       moc_wwidget.cpp      report.info           wqmlsystem.gcn
main.o        moc_wqmlfile.cpp    moc_wwidget.gcda     runguard.gcda        wqmlsystem.o
mainwindow.gcda  moc_wqmlfile.gcda  moc_wwidget.gcn      runguard.gcn         wwidget.gcda
mainwindow.gcn  moc_wqmlfile.gcn    moc_wwidget.o        runguard.o           wwidget.gcn
mainwindow.o    moc_wqmlfile.o      qrc_qtresource.cpp   ui_mainwindow.h      wwidget.o
moc_mainwindow.cpp  moc_wqmlsystem.cpp  qrc_qtresource.gcda  wqmlfile.gcda
```

Slika 5: Generisani fajlovi

Zatim je pokrenuta naredba koja kreira traženi izveštaj u datoteci *report.info*, a rezultat naredbe možemo videti na sledećoj slici 6

```
~/m/v/p/widgetci/build-Widgetci-Desktop_Qt_5_15_2_clang_64bit-Debug master !1 ?1
└─> lcov --capture --directory . --output-file report.info
Capturing coverage data from .
Found LLVM gcov version 12.0.0, which emulates gcov version 4.2.0
Scanning . for .gcda files ...
Found 11 data files in .
Processing moc_wqmlfile.gcda
Processing qrc_qtresource.gcda
Processing wqmlsystem.gcda
Processing wqmlfile.gcda
Processing moc_mainwindow.gcda
Processing moc_wqmlsystem.gcda
Processing wwidget.gcda
Processing main.gcda
Processing mainwindow.gcda
Processing moc_wwidget.gcda
Processing runguard.gcda
Finished .info-file creation
```

Slika 6: rezultat poziva lcov naredbe

Komandom **genhtml -o report report.info** dobijamo html izveštaj preko podataka iz *report.info* datoteke, a kompletni izlazi prethodne dve komande se mogu naći u okviru repozitorijuma za analizu datog projekta, u okviru foldera GCov.

U folderu report unutar build foldera se nalazi ceo izveštaj, a html verziju izveštaja možemo videti otvaranjem index.html fajla i ona izgleda kao na slici 7 ispod.

Detaljniji prikaz pokrivenosti koda nad fajlovima u okviru projekta možemo videti klikom na neki od ponuđenih putanja. Klikom na folder i

LCOV - code coverage report				
Current view: top level		Hit	Total	Coverage
Test: report.info		Lines: 1036	1721	60.2 %
Date: 2023-01-05 00:05:59		Functions: 583	868	67.2 %
Directory	Line Coverage	Functions		
/Applications/Code.app/Contents/Developer/Toolchains/XcodeDefault.xctoolchain/usr/include/c++/v1	100.0 % 33 / 33	92.5 %	49 / 53	
/Users/micko/Qt/5.15.2/clang_64/lib/QtGui.framework/Headers	81.5 % 22 / 27	72.2 %	13 / 18	
/Users/micko/Qt/5.15.2/clang_64/lib/QtGui.framework/Headers	64.8 % 31 / 48	71.4 %	35 / 49	
/Users/micko/Qt/5.15.2/clang_64/lib/QtWidgets.framework/Headers	83.3 % 25 / 30	83.3 %	15 / 18	
/Users/micko/master_kursevi/verifikacija_softvera/prakticni_projekat/widgetci/build-Widgetci-Desktop_Qt_5_15_2_Clang_64bit-Debug	52.0 % 133 / 256	76.9 %	20 / 26	
/Users/micko/master_kursevi/verifikacija_softvera/prakticni_projekat/widgetci/widgetci	81.1 % 336 / 657	35.4 %	40 / 113	
Headers	68.1 % 456 / 670	69.5 %	411 / 591	

Generated by: LCOV version 1.16

Slika 7: html verzija izveštaja pokrivenosti koda

podfolder *widgetci*, otvara se analiza pokrivenosti koda izlistanih fajlova koji se mogu videti na slici 8 ispod.

LCOV - code coverage report				
Current view: top level - /Users/micko/master_kursevi/verifikacija_softvera/prakticni_projekat/widgetci/widgetci		Hit	Total	Coverage
Test: report.info		Lines: 336	657	51.1 %
Date: 2023-01-05 00:05:59		Functions: 40	113	35.4 %
Filename	Line Coverage	Functions		
main.cpp	73.9 % 17 / 23	100.0 %	1 / 1	
mainwindow.cpp	98.0 % 137 / 139	95.0 %	16 / 16	
mainwindow.h	100.0 % 1 / 1	100.0 %	1 / 1	
runguard.cpp	90.2 % 46 / 51	100.0 %	8 / 8	
wnafile.cpp	49.2 % 29 / 59	50.0 %	3 / 6	
wnafile.h	50.0 % 1 / 2	25.0 %	1 / 4	
wnasystem.cpp	21.2 % 14 / 66	9.1 %	3 / 33	
wnasystem.h	0.0 % 0 / 1	0.0 %	0 / 1	
wnadset.cpp	50.3 % 90 / 179	30.4 %	7 / 23	
wnadset.h	100.0 % 1 / 1	100.0 %	1 / 1	

Generated by: LCOV version 1.16

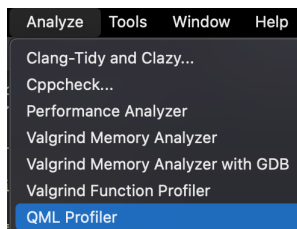
Slika 8: detaljniji prikaz izveštaja pokrivenosti koda

1.4 QML Profiler

QML Profiler je alat koji omogućava da se dobiju neophodne dijagnostičke informacije, omogućujući da se analizira kod aplikacije kako bi se otkrili problemi sa performansama. Primer problema sa performansama predstavljaju previše JavaScript-a u određenim frejmovima, C++ funkcija koje traju predugo ili troše previše memorije. QML Profiler predstavlja deo i Qt Creator-a i Qt Design Studio-a.

Kroz korake će biti predstavljen način rada ovog alata i rezultati prikazani.

Pokretanje alata preko Qt Creator-a se vrši preko padajućeg menija Analyze i biranje alata QML Profiler, kao na slici 9 ispod.



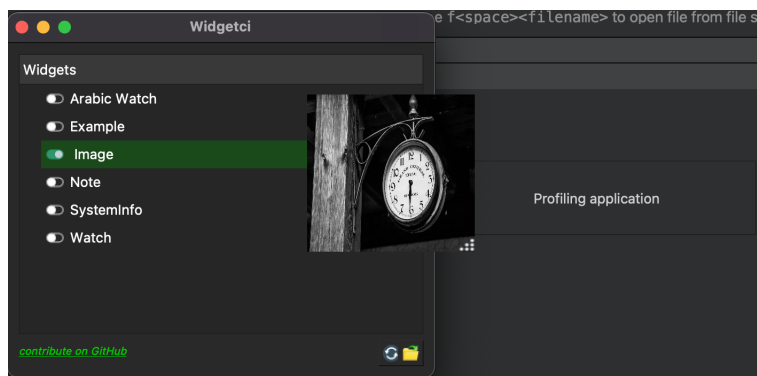
Slika 9: Biranje alata QML Profiler-a

Zatim se na zeleno dugme pokreće alat, kao što se može videti na slici 10 ispod.



Slika 10: Pokretanje QML Profiler-a

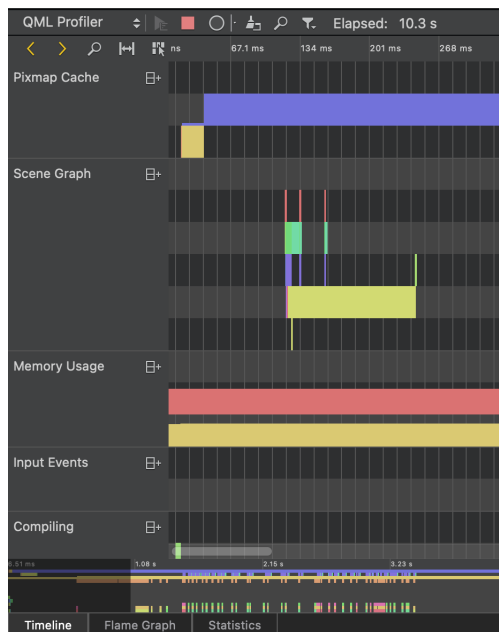
Analiza QML Profiler-a je odrađena pri pokretanju widget-a aplikacije koja predstavlja prikazivanje slike sata koja može da se povećava i smanjuje pomeranjem donje desne ivice kao što se može videti na slici 11 ispod.



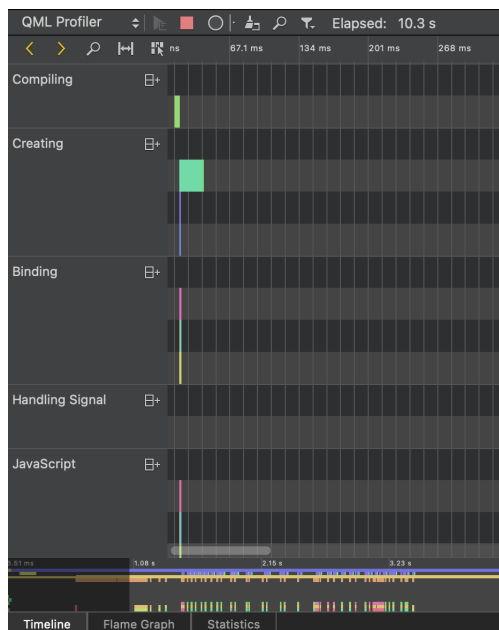
Slika 11: Interakcija sa aplikacijom tokom analiziranja QML Profiler-om

Rezultati QML Profiler-a predstavljaju analizu nakon 10 sekundi prikazivanja sata i povećavanja i smanjivanja njegovih dimenzija pomeranjem donje desne ivice.

Timeline QML Profiler-a izdelfjen po sekcijama u prvoj sekundi izvršavanja izgleda kao na slikama 12,13 (duže od jedne sekunde nije moglo biti prikazano na screenshot-u)



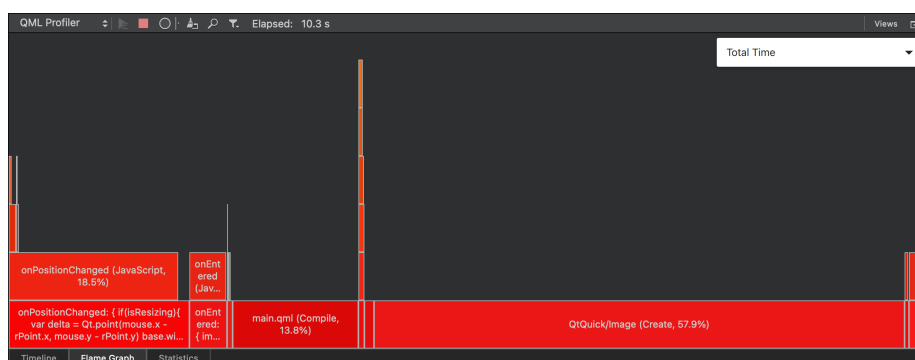
Slika 12: Prvi deo Timeline-a QML Profiler-a



Slika 13: Drugi deo Timeline-a QML Profiler-a

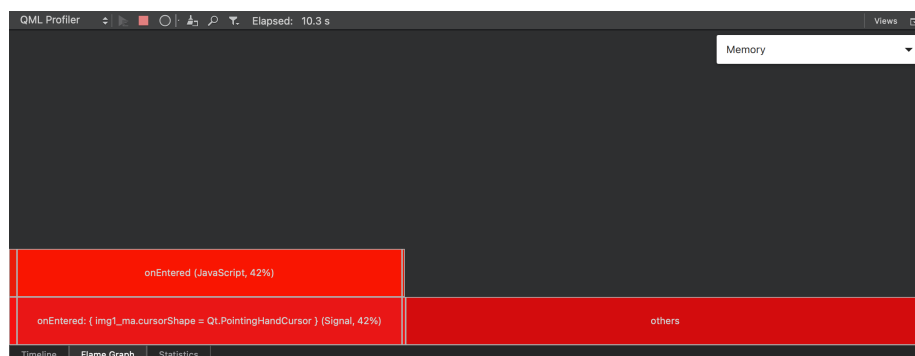
Rezultat analize prikazan kroz Flame Graph, za sekciju Total Time izgleda ovako [14](#).

Rezultat analize prikazan kroz Flame Graph, za sekciju memorijskog



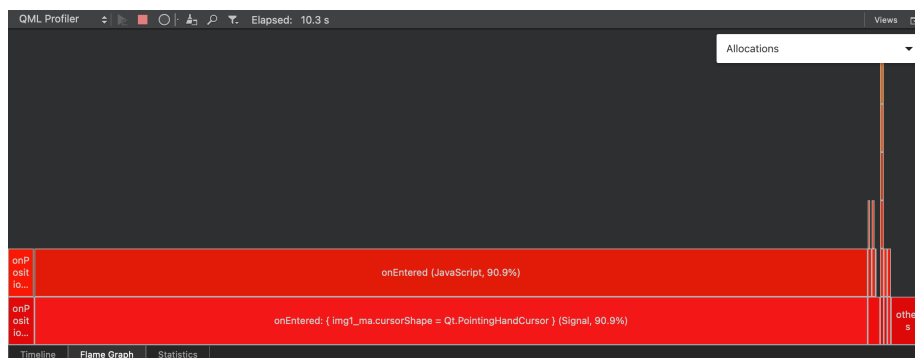
Slika 14: Flame Graph - Total Time

utroška izgleda ovako 15.



Slika 15: Flame Graph - Memory

Rezultat analize prikazan kroz Flame Graph, za sekciju alokacija memorije izgleda ovako 16.



Slika 16: Flame Graph - Allocations

Na kraju se može videti statistički prikaz analize nad svim komponent-

tama ove aplikacije 17.

QML Profiler										Elapsed: 10.3 s		Views
Location	Type	Time in Percent	Total Time	Self Time in Percent	Self Time	Calls	Mean Time	Details				
<program>		100 %	36.9 ms	0.00 %	0 ns	1	36.9 ms	Main program				
main.qml:...	Creating	58.12 %	21.4 ms	58.00 %	21.4 ms	2	10.7 ms	QtQuick/Image				
main.qml:...	Handling Signal	19.73 %	7.28 ms	1.26 %	464 µs	72	101 µs	onPositionChanged: { if(isResizing){ var delta = Qt...				
main.qml:...	JavaScript	18.47 %	6.81 ms	17.37 %	6.41 ms	72	94.6 µs	onPositionChanged				
main.qml:0	Compiling	13.77 %	5.08 ms	13.77 %	5.08 ms	1	5.08 ms	main.qml				
main.qml:41	Handling Signal	4.07 %	1.5 ms	0.06 %	22.9 µs	3	501 µs	onEntered: { img1_ma.cursorShape = Qt.PointingH...				
main.qml:41	JavaScript	4.01 %	1.48 ms	4.01 %	1.48 ms	3	493 µs	onEntered				
main.qml:...	Handling Signal	1.56 %	574 µs	0.07 %	24.6 µs	1	574 µs	onReleased: { isResizing = false wFile.saveFile(widg...				
main.qml:...	JavaScript	1.49 %	549 µs	1.49 %	549 µs	1	549 µs	onReleased				
main.qml:...	Binding	1.42 %	526 µs	0.50 %	184 µs	52	10.1 µs	x: base.width - 16				
main.qml:...	Creating	1.10 %	407 µs	1.08 %	400 µs	2	204 µs	QtQuick/Image				
main.qml:...	JavaScript	0.93 %	342 µs	0.31 %	115 µs	52	6.57 µs	expression for x				
main.qml:...	Binding	0.61 %	227 µs	0.00 %	1.32 µs	1	227 µs	width: parseInt(size[0])				
main.qml:13	Creating	0.61 %	225 µs	0.18 %	65.5 µs	2	113 µs	QtQuick/Item				
main.qml:...	JavaScript	0.61 %	225 µs	0.16 %	57.5 µs	1	225 µs	expression for width				
main.qml:...	Handling Signal	0.46 %	168 µs	0.06 %	23.5 µs	1	168 µs	onPressed: { rPoint = Qt.point(mouse.x, mouse.y) is...				
main.qml:...	Binding	0.45 %	168 µs	0.01 %	4.68 µs	1	168 µs	property var size: wFile.readFile(widgetName, "ima...				
Caller	Type	Total Time	Calls	Caller Description		Callee	Type	Total Time	Calls	Callee Description		
Timeline		Flame Graph		Statistics								

Slika 17: Statistics

Na osnovu ovih dijagrama možemo videti performanse aplikacije tokom izvršavanja i zahvaljujući njima odrediti koji delovi koda troše najviše vremena i memorije i na osnovu toga ih optimizovati.

U okviru rezultata ovog alata nad analiziranim projektom nisam primetio problem sa performansama tokom izvršavanja aplikacije.