

ParanoYa

Lóránt Boráros, Filip Budáč, Martin Cehelský, Silvia Holecová

Október 2019

1 Analýza

- **Súčasný stav aplikácie**

Aplikácia s názvom ParanoYa, slúži na štatistické testovanie pseudonáhodných postupností. V aplikácii sú implementované rôzne sady testov ako napríklad NIST, FIPS, Diehard. Pomocou aplikácie je tiež možné vyhodnocovať jednotlivé testované postupnosti a to na základe dvoch metodík. Výstup aplikácie sa spracúva pomocou Microsoft Excel dokumentu, pomocou ktorého je možné vyhodnotiť dosiahnuté výsledky. Aplikácia bola vytvorená pomocou frameworku Qt a jednotlivé sady testov sú implementované v jazyku C.

- **Metodiky použité pri vyhodnocovaní testov** porovnanie s odporucanymi/ interval odporucanych (pouzivnie pre ucely kryptografie na predmete) diehard test sa nedaju pouzit 10 MB

- **Použité sady testov**

Testovanie je process vykonávania jedného alebo viacerých testovacích prípadov na základe stanovených podmienok, počas ktorého porovnáваме aktuálne a očakávané správanie. V aplikácii sú implementované rôzne sady testov, medzi ktorými sú NIST, FIPS a Diehard.

1. **NIST**

NIST je štatistický balík testov, ktorý slúži na testovanie náhodnosti lubovoľne dlhých binárnych postupností vytvorených pomocou generátora náhodných alebo pseudonáhodných postupností. Tento balík pozostáva z 15 nasledujúcich testov:

- (a) **The Frequency (Monobit) Test**

Cieľom tohto testu je zistiť, či pomer núl a jednotiek v danej postupnosti zodpovedá očakávanému pomeru pre náhodnú postupnosť. Počet jednotiek a núl v postupnosti by mal byť približne rovnaký, čo tiež skúma daný test.

- (b) **Frequency Test within a Block**

Tento test posudzuje pomer núl a jednotiek v M-bitových blokoch. Cieľom testu je určiť, či je ich frekvencia M-bitový blok približne $M/2$.

(c) **The Runs Test**

V tomto teste ide o celkový počet núl a jednotiek runov v celej postupnosti, kde run predstavuje nepretržitú sekvenciu rovnakých bitov. Run o dĺžke k znamená, že pozostáva z k identických bitov a je ohraničený pred a za s bitom, ktorý má opačnú hodnotu. Cieľom tohto testu je zistiť, či počet runov jednotiek a núl rôznej dĺžky je taký ako sa očakáva pre náhodné postupnosti. Tento test sa používa najmä na posúdenie či je menlivosť medzi takýmito substringmi je príliš pomalá alebo príliš rýchla.

(d) **Tests for the Longest-Run-of-Ones in a Block**

Tento test sa zameriava na najdlhší run jednotiek v rámci M-bitových blokov. Jeho cieľom je zistiť, či dĺžka najdlhšieho runu jednotiek v testovanej postupnosti je konzistentná s dĺžkou najdlhšieho runu jednotiek, ktorá je očakávaná v náhodných postupnostiach. Nepravidelnosť v očakávanej dĺžke najdlhšieho runu jednotiek znamená, že existuje nepravidelnosť v očakávanej dĺžke najdlhšieho runu núl. Dlhé runy núl sa nevyhodnocujú separátne z dôvodu obáv zo štatistickej nezávislosti medzi testami.

(e) **The Binary Matrix Rank Test**

Test je zameraný na nesúvislé poradie podmatíc v celej postupnosti. Účel tohto testu je skontrolovať lineárnu závislosť u pevnej dĺžky podreťazcov pôvodnej postupnosti.

(f) **The Discrete Fourier Transform (Spectral) Test**

Ťažiskom tohto testu sú výšky vrcholov vo Fourierovej transformácii. Cieľom tohto testu je odhaliť periodické funkcie (napríklad opakujúce sa vzory, ktoré sa nachádzajú blízko seba) v testovanej postupnosti, ktoré by naznačovali odchýlku od predpokladu náhodnosti.

(g) **The Non-overlapping Template Matching Test**

Náhodná číselná sekvencia je rozdelená do nezávislých podreťazcov s dĺžkou M a počet výskytov šablóny B , ktorá predstavuje m-bitový run jednotiek v každom z podreťazcov. IfP-hodnota chi-kvadrátovej štatistiky je menšia ako úroveň signifikantnosti, test dospeje k záveru, že testovaná sekvencia sa javí ako náhodná. V opačnom prípade sa pri teste dospelo k záveru, že opakovaný test sa zdá byť náhodný. Priepustnosť je definovaná pomerom sekvencií, ktoré prešli testom.

(h) **The Overlapping Template Matching Test**

Tento test zisťuje počet výskytov vo vopred špecifikovaných cieľových reťazcoch. Test používa m-bitové okno na hľadanie špecifického m-bitového vzoru. Pokiaľ vzor nie je nájdený, okno sa posúva o jednu bitovú pozíciu. Ak sa hľadaný vzor nájde, okno sa posúva

len jeden bit pred obnovením hľadania.

(i) **Maurer's "Universal Statistical" Test**

Účelom tohto testu je odhaliť, či postupnosť môže byť výrazne komprimovaná bez straty informácií alebo nie. Príliš komprimovaná postupnosť sa považuje za nenáhodnú.

(j) **The Linear Complexity Test**

Cieľom tohto testu je určiť, či je sekvencia dostatočne zložitá na to, aby sa považovala za náhodnú.

(k) **The Serial Test**

Účelom tohto testu je zistiť, či je počet výskytov prekrývajúcich sa vzorov m-bitov približne rovnaký, ako by sa očakávalo v prípade náhodnej sekvencie.

(l) **The Approximate Entropy Test**

Test sa zameriava na frekvenciu všetkých možných prekrývaní m-bitových vzorov v celej sekvencii. Účelom tohto testu je porovnať frekvenciu prekrývajúcich sa blokov dvoch po sebe nasledujúcich alebo susediacich dĺžok (m a m+1) s očakávaným výsledkom pre náhodnú postupnosť.

(m) **The Cumulative Sums (Cusums) Test**

Tento test sa zameriava na maximálnu odchýlku (od nuly) náhodnej prechadzky(walk????) definovanej kumulatívnym súčtom upravených (-1, +1) číslíc v postupnosti. Cieľom testu je určiť, či kumulatívny súčet čiastkových sekvencií vyskytujúcich sa v testovanej sekvencii je príliš veľký alebo príliš malý relatívny k očakávanému správaniu tejto kumulatívnej sumy pre náhodné sekvencie. Táto kumulatívna suma, môže byť považovaná za náhodnu walk. Pre náhodnú sekvenciu by mala byť odchýlka náhodnej walk blízko nuly. Pre určité typy náhodných sekvencií budú odchýlky tejto náhodnej walk väčšie od nuly.

(n) **The Random Excursions Test**

Test je zameraný na počet cyklov, ktoré majú presne K výskytov v kumulatívnom súčte náhodných krokov. Kumulatívny súčet môžeme zistiť ak sú čiastkové súčty (0, 1) sekvencie upravené na (-1, +1). Náhodná odchýlka náhodných krokov pozostáva zo sekvencie n krokov jednotkovej dĺžky. Cieľom testu je zistiť, či počet výskytov stavu s náhodnými krokmi prekračuje to, čo sa očakáva od náhodnej sekvencie.

(o) **The Random Excursions Variant Test**

Tento test skúma koľkokrát sa konkrétny stav vyskytne v kumulatívnom súčte náhodných krokov. Cieľom je odhaliť odchýlky od očakávaného počtu výskytov rôznych stavov v náhodných krokoch.

Tieto testy sa zaoberajú rôznymi typmi náhodností, ktoré by mohli vzniknúť v postupnosti. Niektoré z testov by bolo možné rozložiť na

rôzne subtesty. Poradie spustenia jednotlivých testov je ľubovoľné, ale odporúča sa, aby bol Frequency test spustený ako prvý, pretože pokiaľ tento test zlyhá, pravdepodobnosť zlyhania ďalších testov je veľmi vysoká.

2. **FIPS** nist sp-822, fips 140-2 Test Federal Information Processing Standard predstavuje americký vládny bezpečnostný štandard, ktorý sa používa na schválenie použitých kryptografických modulov. FIPS poskytuje rôzne druhy zabezpečenia a to na základe definovanej úrovne bezpečnosti. Takéto úrovne poznáme štyri:
 - (a) **Úroveň 1** - najnižšia bezpečnostná úroveň, ktorá nevyžaduje špecifické mechanizmy fyzickej bezpečnosti, ale vyžaduje použitie aspoň jedného schváleného bezpečnostného algoritmu alebo funkcie
 - (b) **Úroveň 2** - táto úroveň vyžaduje riadenie prístupu na základe rolí, vyžaduje tiež fyzické zabezpečenie
 - (c) **Úroveň 3** - v tejto úrovni je poskytnutá autentifikácia založená na identite a fyzické zabezpečenie, mala by obsahovať mechanizmus na detekciu útoku a pokiaľ dôjde k hacknutiu systému, systém by mal byť schopný vymazať kritické bezpečnostné parametre
 - (d) **Úroveň 4** - ide o najvyššiu úroveň zabezpečenia, okrem vyššie spomenutých náležitostí na systém sa v nej sprísňujú požiadavky fyzického zabezpečenia, je výhodná najmä pre prácu vo fyzicky nechránenom prostredí

Validácia FIPS zahŕňa intenzívne testovanie na zistenie konkrétnych nedostatkov a slabín. Na to, aby systém spĺňal validáciu na základe FIPS, je potrebné, aby obsahoval kryptografické algoritmy a hashovacie funkcie. K trom najznámejším príkladom patrí AES, Triple DES a HMAC SHA-1

3. Diehard

Diehard tests sú štatistické testy, ktoré slúžia na zhodnotenie miery kvality generátora náhodných čísel. Diehardová batéria testov pozostáva z rôznych, nezávislých štatistických testov. Výsledky týchto testov sa označujú ako p-hodnoty. Medzi Diehardové testy patria:

(a) **The Birthday spacings test**

V tomto teste sa najprv vyberá m narodenín v roku s n dňami, následne sa uvádza zoznam medzier medzi narodeninami. A nakoniec sa posudzuje asymptoticky Poissonove rozdelenie hodnoty j . Hodnota j predstavuje počet hodnôt, ktoré sa nachádzajú v uvedenom zozname medzier a pokiaľ sa v tomto zozname nachádza viackrát, tak j je asymptoticky Poissonovo rozdelené s priemerom $m^2/(4n)$. n musí byť dostatočne veľké, na porovnanie výsledkov s Poissonovým rozdelením.

(b) **Overlapping permutations**

Tento test sleduje postupnosť jedného milióna 32-bitových náhodných celých čísel. Každá sada piatich po sebe idúcich celých čísel môže byť v jednom zo 120 stavov pre $5!$ možných usporiadaní piatich čísel.

(c) **Ranks of matrices**

Tento test sa vykonáva výberom určitého počtu bitov z určitého počtu náhodných čísel, aby sa vytvorila matica nad $[0,1]$ a následne sa určí poradie matice. Počet radov by mal sledovať určité rozdelenie.

(d) **Monkey test**

Tiež nazývaný ako test bitových tokov. Tento test má svoj názov z nekonečnej "monkey theorem". Najlepšie sa dosiahne spracovaním sekvencií určitého počtu bitov ako slov a spočítaním prekrývajúcich sa slov v pare. Počet slov, ktoré sa neobjavia, by mal nasledovať po známej distribúcii.

(e) **Count the 1s**

The test is done through counting the 1 bits in each of either successive or chosen bytes and converting the counts to "letters", and counting the occurrences of five-letter "words".

(f) **Parking lot test**

Randomly place unit circles in a 100×100 square. If the circle overlaps an existing one, try again. After 12,000 tries, the number of successfully "packed" circles should follow a certain normal distribution.

(g) **Minimum distance test**

Randomly place 8000 points in a $10,000 \times 10,000$ square and then find the minimum distance between the pairs. The square of this distance should be exponentially distributed with a certain mean.

(h) **Random spheres test**

Randomly choose 4000 points in a cube of edge 1000. Center a sphere on each point, whose radius is the minimum distance to another point. The smallest sphere's volume should be exponentially distributed with certain mean.

(i) **The squeeze test**

Multiply 231 by float random integers on $[0,1)$ until you reach 1. Repeat this 100,000 times. The number of floats needed to reach 1 should follow a certain distribution.

(j) **Overlapping sums test**

Generate a long sequence of random floats on $[0,1)$. Add sequence of 100 consecutive floats. The sums should be normally distributed with characteristic mean and sigma.

(k) **Runs test**

Generate a long sequence of random floats on $[0,1)$. Count ascending and descending runs. The counts should follow a certain distribution.

(l) **The craps test**

Play 200,000 games of craps, counting the wins and the number of throws per game. Each count should follow a certain distribution.

1.1 Spôsob riešenia

Základ aplikácie, teda sady testov, sú reprezentované ako knižnice v programovacom jazyku C. Používateľské rozhranie je vo frameworku Qt a výstup aplikácie sa v súčasnosti realizuje zapísaním do súboru typu *.xls*, ktorý používateľ môže čítať v tabuľkových editoroch. Návrh riešenia spočíva vo viacerých krokoch:

1. Aktualizácia projektu pre súčasné vývojové prostredia

Pre vytvorenie používateľského rozhrania sme sa rozhodli použiť jazyk Python. Pomocou knižnice CTypes sme zabezpečili prepojenie s knižnicami v jazyku C. Z knižníc sme vytvorili Shared Object File ".so". Tento Shared Object nám umožní dynamicky prepájať knižnicu s rôznymi programmi.

1.2 Funkcionálne požiadavky

- **Štatistické testovanie pseudonáhodných postupností** - používateľ si bude schopný štatisticky otestovať rôzne pseudonáhodné postupnosti pomocou implementovaných sád testov
- **Nastavovanie jednotlivých testov** - používateľovi bude umožnené nastavovať a upravovať jednotlivé testy, podľa jeho kritérií
- **Vyhodnocovanie testovaných postupností** - po testovaní vybraných postupností, si bude môcť používateľ prezrieť vyhodnotenie testov na základe zvolenej metodiky

2 Existujúce programy

1. **Ent** je konzolová aplikácia, ktorá slúži na vyhodnocovanie pseudonáhodných postupností pre štatistické vzorkovacie aplikácie, šifrovacie a kompresné algoritmy. Ent vykonáva nasledujúce testy:

- Entropia
- Chi-square Test
- Arithmetic mean
- Monte Carlo Value of Pi
- Serial Correlational Coefficient

Ent poskytuje viacerých možností na modifikovanie spracovania údajov ako aj formát výstupu:

- **-b**

Vstupné dáta s spracované ako bity namiesto bajtov.

- **-c**

Na štandardný výstup vytlačí tabuľku vyskytnutých znakov, ktoré sú zobrazené s ich desatinnými bajtovými hodnotami spolu s prislúchajúcim znakom zo sady ISO 8859-1 Latin-1.

- **-f**

Veľké písmená sú zmenené na malé pred vykonaním testov.

- **-t**

Výstup je vo forme tzv. *terse mode*, v ktorom výstupy sú oddelené čiarkou(CSV formát).

- **-u**

Výpis informácií

2. **Dieharder** je vylepšená verzia programu *Diehard battery of tests* s vyčisteným zdrojovým kódom, implementované v jazyku C. Najdôležitejšie vylepšenia sú jeho rýchlosť a vďaka architektúry rozšíriteľnosť sady testov. Je open source projektom, program je voľne dostupný a stiahnuteľný na jeho web-stránke. Dieharder umožňuje otestovanie generátorov priamo, vstupom môže byť aj neobmedzený tok náhodných čísel.
3. **Practically random** je knižnica implementované v programovacom jazyku C++ a slúži na testovanie generátorov náhodných postupností-*RNG*
4. **TestU01** je knižnica implementované v programovacom jazyku ANSI C. Obsahuje funkcie na empirické štatistické testovanie generátorov náhodných postupností. Aplikácia

| #===== | | |
|---|---|------------------|
| # dieharder version 3.29.4beta Copyright 2003 Robert G. Brown # | | |
| #===== | | |
| Installed dieharder tests: | | |
| Test Number | Test Name | Test Reliability |
| ----- | | |
| -d 0 | Diehard Birthdays Test | Good |
| -d 1 | Diehard OPERMS Test | Suspect |
| -d 2 | Diehard 32x32 Binary Rank Test | Good |
| -d 3 | Diehard 6x8 Binary Rank Test | Good |
| -d 4 | Diehard Bitstream Test | Good |
| -d 5 | Diehard OPSO | Good |
| -d 6 | Diehard QQSO Test | Good |
| -d 7 | Diehard DNA Test | Good |
| -d 8 | Diehard Count the 1s (stream) Test | Good |
| -d 9 | Diehard Count the 1s Test (byte) | Good |
| -d 10 | Diehard Parking Lot Test | Good |
| -d 11 | Diehard Minimum Distance (2d Circle) Test | Good |
| -d 12 | Diehard 3d Sphere (Minimum Distance) Test | Good |
| -d 13 | Diehard Squeeze Test | Good |
| -d 14 | Diehard Sums Test | Do Not Use |
| -d 15 | Diehard Runs Test | Good |
| -d 16 | Diehard Craps Test | Good |
| -d 17 | Marsaglia and Tsang GCD Test | Good |
| -d 100 | STS Monobit Test | Good |
| -d 101 | STS Runs Test | Good |
| -d 102 | STS Serial Test (Generalized) | Good |
| -d 200 | RGB Bit Distribution Test | Good |
| -d 201 | RGB Generalized Minimum Distance Test | Good |
| -d 202 | RGB Permutations Test | Good |
| -d 203 | RGB Lagged Sum Test | Good |
| -d 204 | RGB Kolmogorov-Smirnov Test Test | Good |

Figure 1: Sada testov Dieharder

3 GUI-Grafické rozhranie

3.1 Vývojové prostredie Figma

3.1.1 TODO

3.2 Uvítacie okno

| | |
|---|---|
| Purpose: | Po spustení aplikácie užívateľ je uvítaný týmto oknom. |
| Navigation and User Interaction: | Po inicializácii aplikácia bude pripravený na používanie, program automaticky presmeruje na nasledujúce okno. |

3.3 Hlavné menu

| | |
|---|---|
| Purpose: | Z tohto okna sú dostupné všetky funkcionality programu: <ul style="list-style-type: none">• Nastavenie testov• Pridanie postupností• Generovanie postupností• Spustenie testov |
| Navigation and User Interaction: | Užívateľ tlačítkom zvolí akciu, ktorú chce vykonať. Aplikácia naviguje na príslušné okno. |

3.4 Nový test

| | |
|---|--|
| Purpose: | Aplikácia umožní užívateľovi zostrojiť novú sadu testov a uložiť ich, alebo načítať a použiť už existujúce sady testov |
| Navigation and User Interaction: | Užívateľ s tlačítkom Add môže pridať testy, ktorých vyberá zo zoznamu všetkých testov. Nastavenie parametrov jednotlivých testov sa robí vo vzláštnom okne. S tlačítkom Save je možné uložiť zostrojenú sadu testov. S tlačítkom Load je možné načítať vopred vytvorených sád testov. |

3.5 Postupnosti

| | |
|---|--|
| Purpose: | Aplikácia umožní užívateľovi pridať postupnosti na ich štatistické testovanie. |
| Navigation and User Interaction: | Užívateľ s tlačítkom Add môže pridať ľubovoľný počet súborov, ktoré sú uložené v súbore. S tlačítkom Delete je možné vybrané súbory odstrániť zo zoznamu. |

4 Implementácia

4.1 UML Diagramy

4.1.1 Use Case Diagram



Figure 2: paranoYa - Use case diagram

4.1.2 Sequence Diagrams

Používateľ interaguje s grafickým rozhraním aplikácie. V záložke *Tasks* v navigačnej lište aplikácie, zvolí *Run*. Spustí sa testovanie pseudonáhodných postupností. Spusteniu predchádza nahranie postupnosti, zvolenie metodiky.

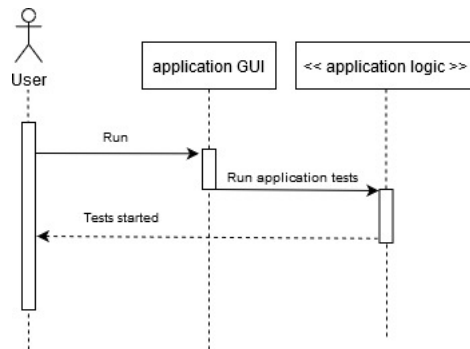


Figure 3: paranoYa - Sequence diagram (Run)

Používateľ interaguje s grafickým rozhraním aplikácie. V záložke *Tasks* v navigačnej lište aplikácie, zvolí *Continue*. Testovanie pseudonáhodných postupností pokračuje. Pokračovaniu testovania predchádza spustenie *Run* a pozastavenie testovania *Pause*.

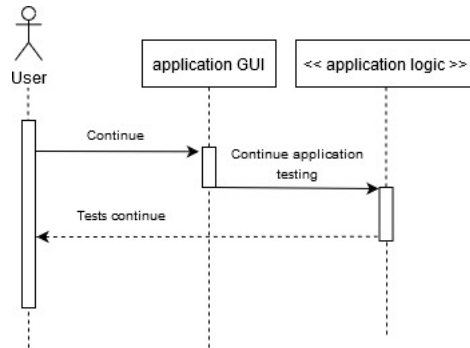


Figure 4: paranoYa - Sequence diagram (Continue)

Používateľ interaguje s grafickým rozhraním aplikácie. V záložke *Tasks* v navigačnej lište aplikácie, zvolí *Pause*. Preruší sa testovanie pseudonáhodných postupností. Prerúšeniu predchádza spustenie testovania *Run*.

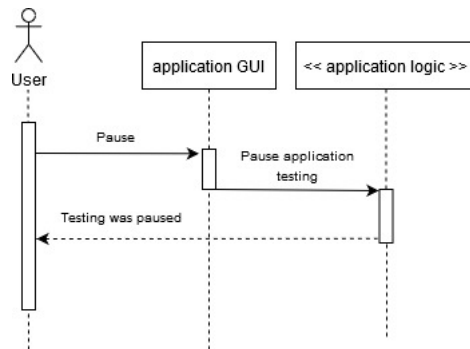


Figure 5: paranoYa - Sequence diagram (Pause)

Používateľ interaguje s grafickým rozhraním aplikácie. V záložke *Tasks* v navigačnej lište aplikácie, zvolí *Cancel*. Zastaví sa testovanie pseudonáhodných postupností. Zastaveniu predchádza spustenie testovania *Run*.

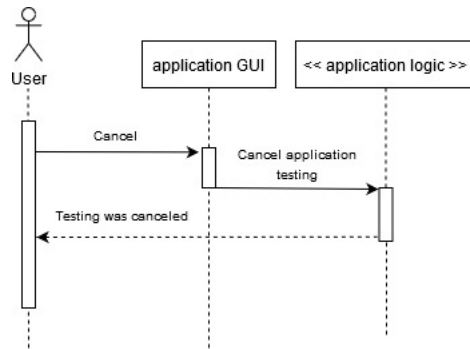


Figure 6: paranoYa - Sequence diagram (Cancel)

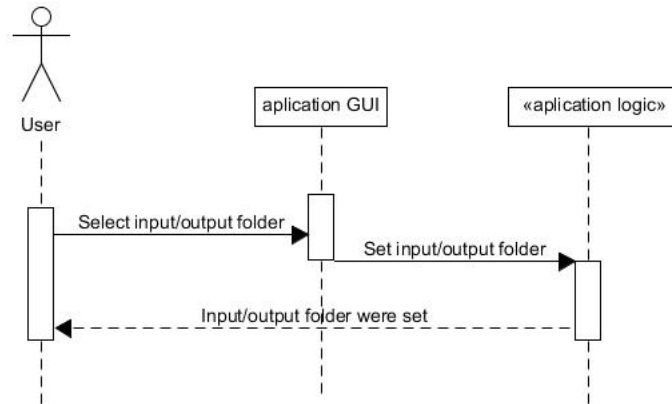


Figure 7: paranoYa - Sequence diagram (Set input/output folder)

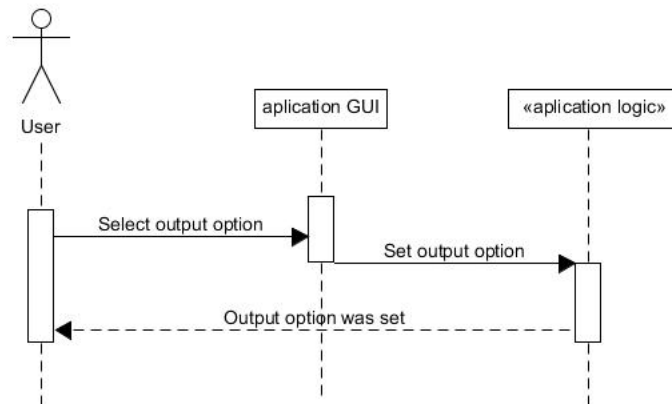


Figure 8: paranoYa - Sequence diagram (Select output option)

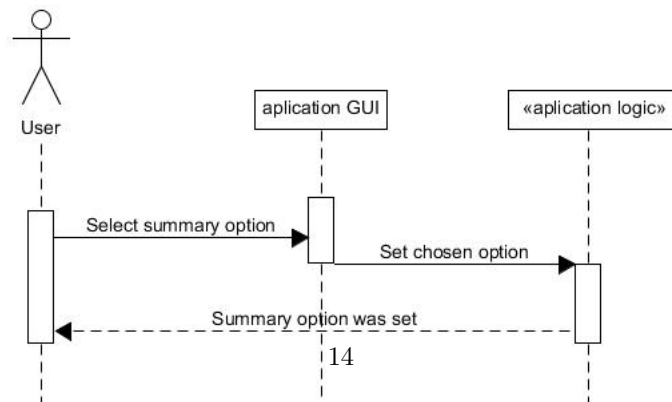


Figure 9: paranoYa - Sequence diagram (Select summary option)

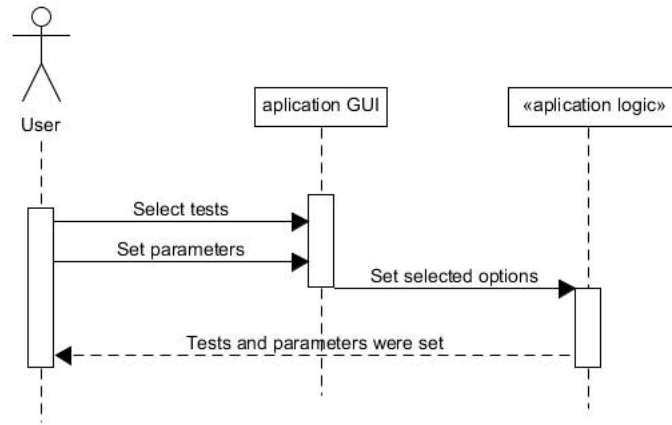


Figure 10: paranoYa - Sequence diagram (Set parameters for selected tests)

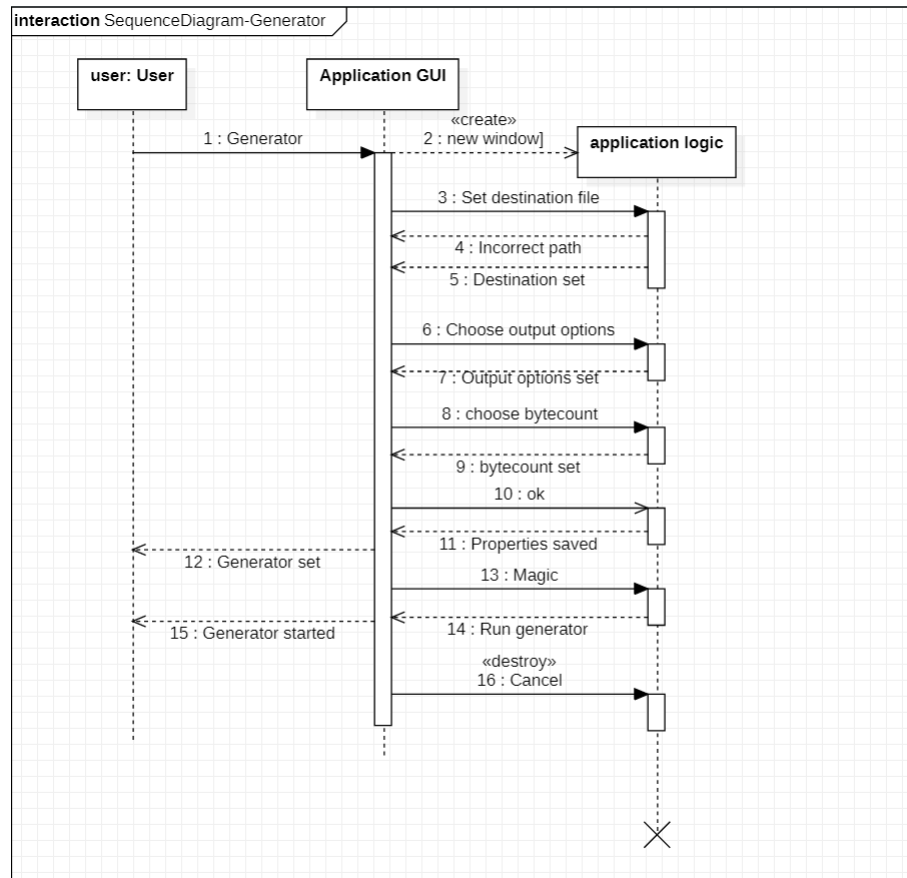


Figure 11: paranoYa - Sequence diagram (Generator)

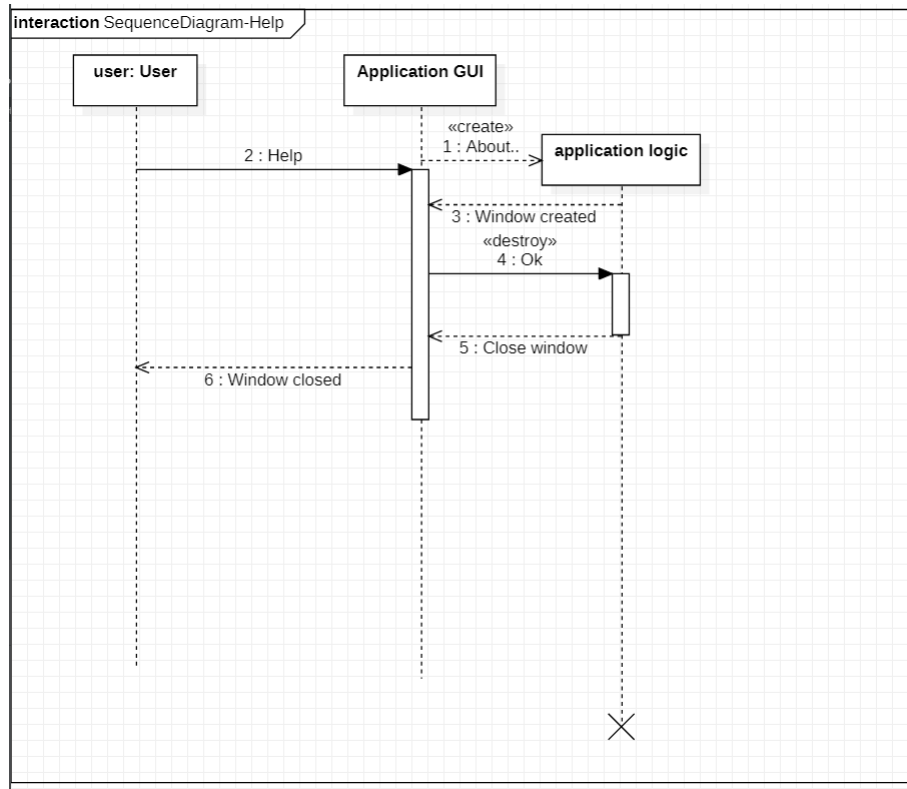


Figure 12: paranoYa - Sequence diagram (Help)

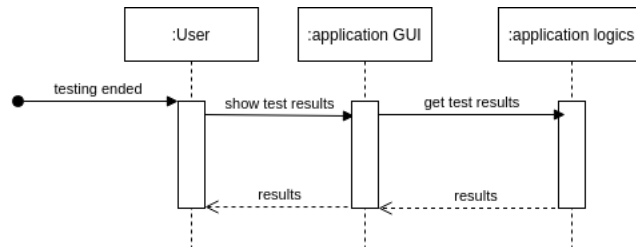


Figure 13: paranoYa - Sequence diagram (Show test results)

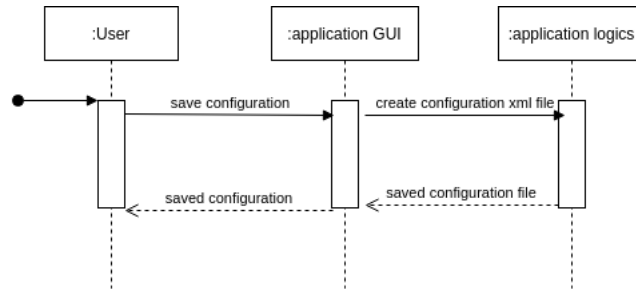


Figure 14: paranoYa - Sequence diagram (Save configuration)

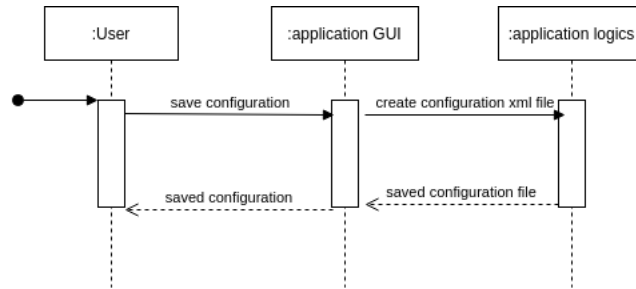


Figure 15: paranoYa - Sequence diagram (Load sequence)

4.1.3 Activity Diagrams

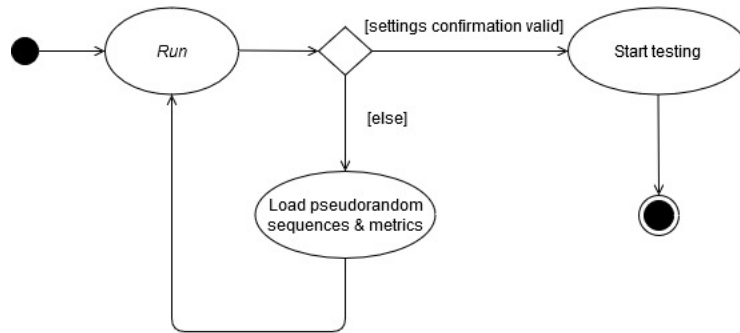


Figure 16: paranoYa - Activity diagram (Run)

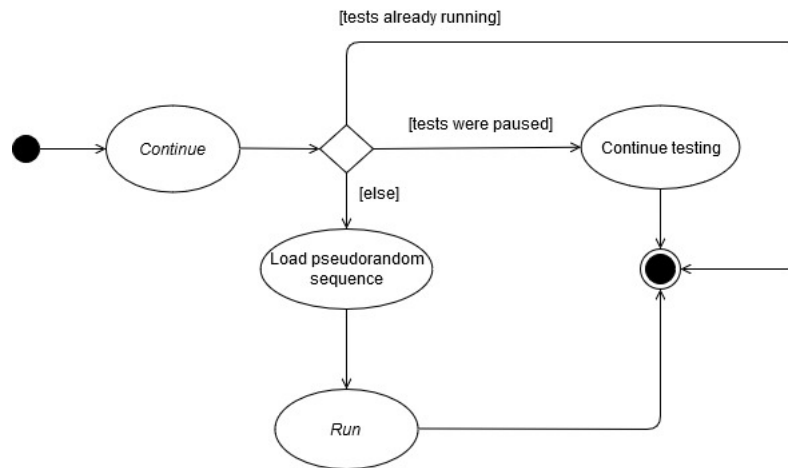


Figure 17: paranoYa - Activity diagram (Continue)

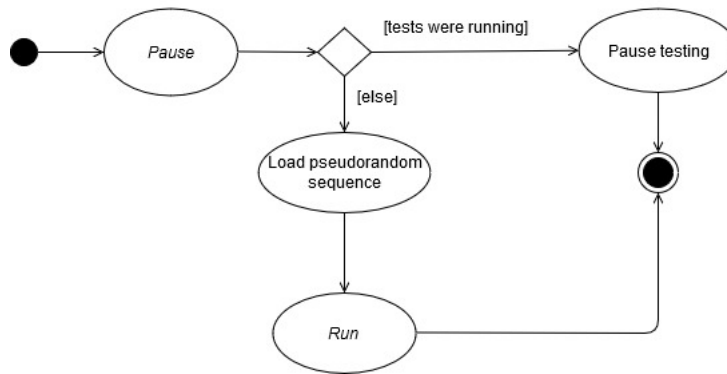


Figure 18: paranoYa - Activity diagram (Pause)

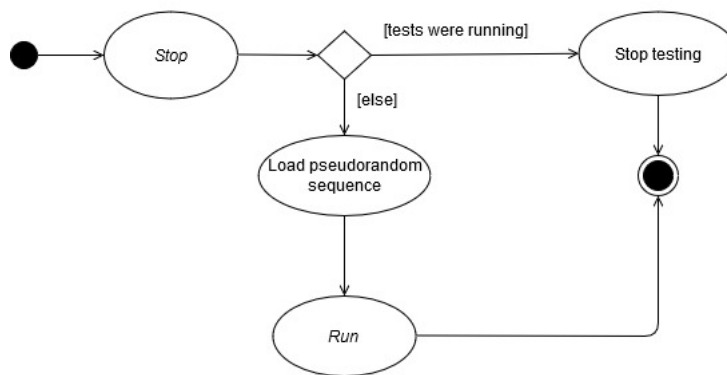


Figure 19: paranoYa - Activity diagram (Stop)

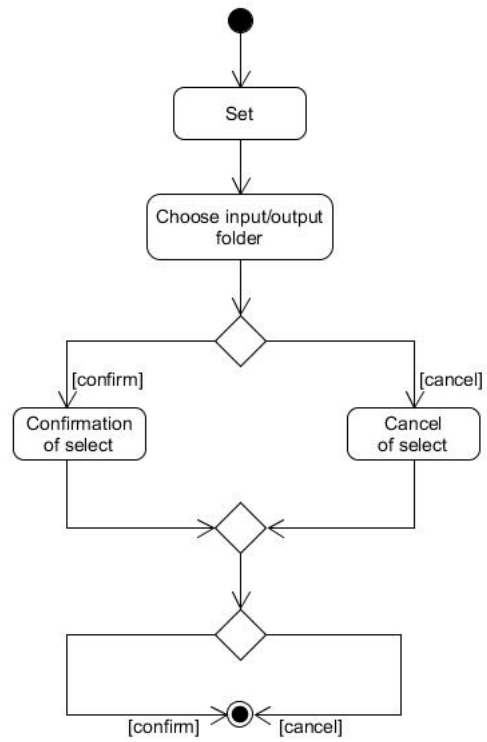


Figure 20: paranoYa - Activity diagram (Set input/output folder)

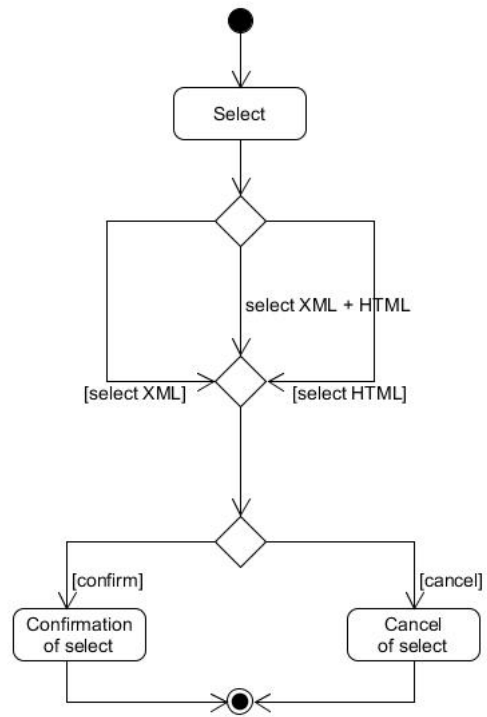


Figure 21: paranoYa - Activity diagram (Select output option)

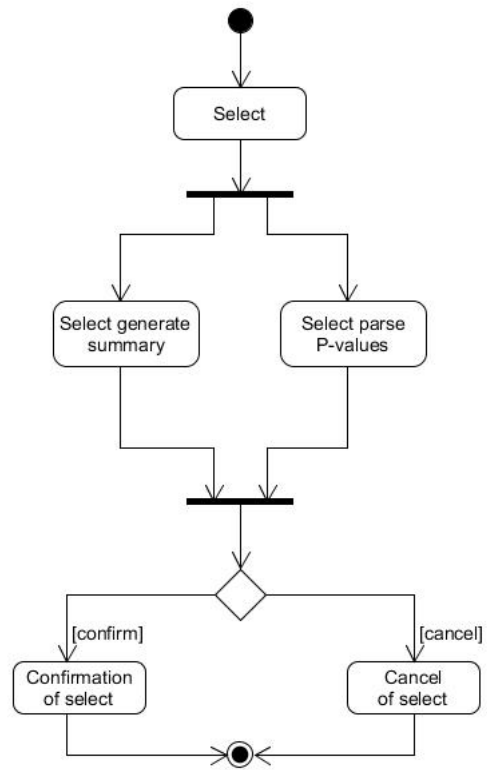


Figure 22: paranoYa - Activity diagram (Select summary option)

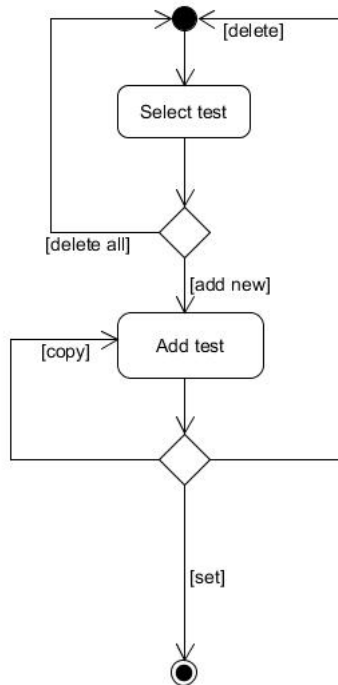


Figure 23: paranoYa - Activity diagram (Set parameters for selected tests)

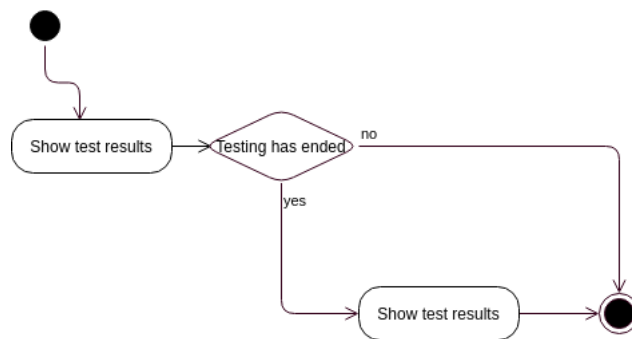


Figure 24: paranoYa - Activity diagram (Show test results)

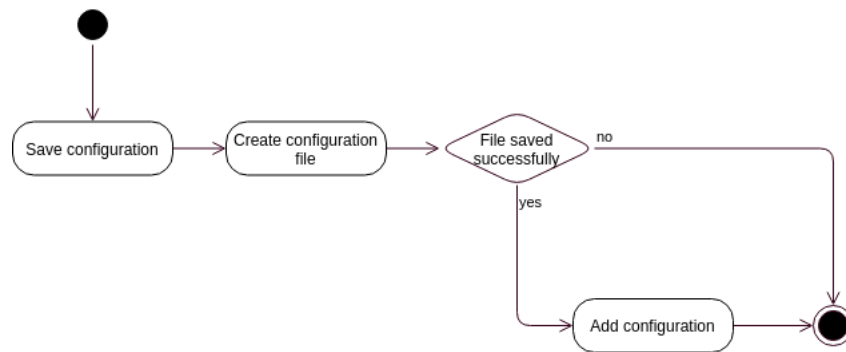


Figure 25: paranoYa - Activity diagram (Save configuration)

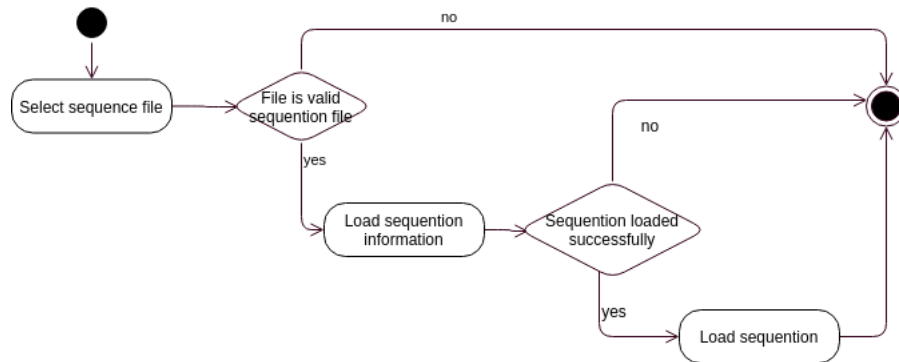


Figure 26: paranoYa - Activity diagram (Load sequence)

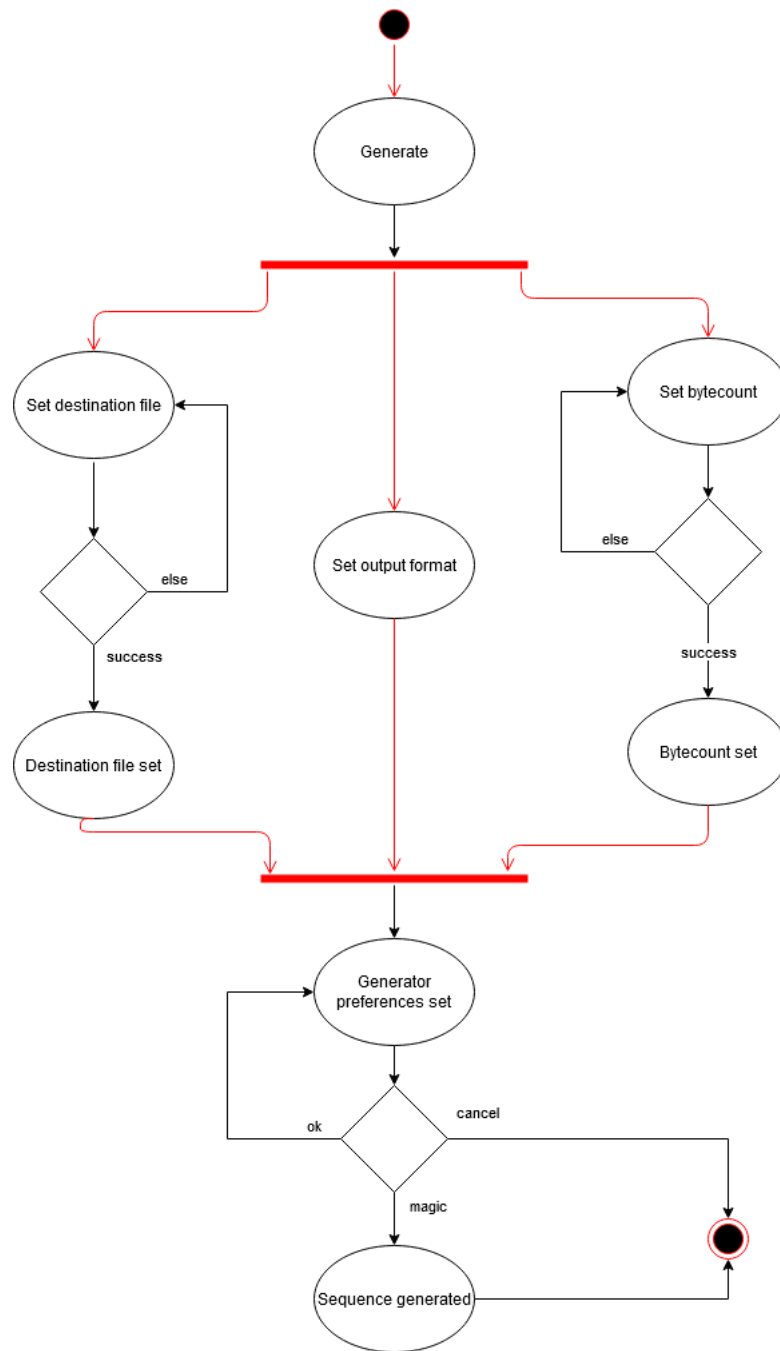


Figure 27: paranoYa - Activity diagram (Generate sequence)

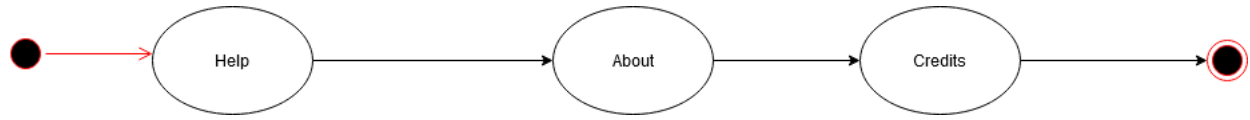


Figure 28: paranoYa - Activity diagram (Help)

4.2 Acceptance tests

| | | | |
|------------------|---|---|-------------------|
| ID | 1 | Name | Show test results |
| Interface | Client / application GUI / application logics | | |
| Input | Successfully ended testing | | |
| Output | Test results are displayed to user in application GUI | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | Testing ended | Application GUI shows an option to display test results | |
| 2 | Users selects to show test results | Test results are displayed to user | |

| | | | |
|------------------|---|--|--------------------|
| ID | 2 | Name | Save configuration |
| Interface | Client / application GUI / application logics | | |
| Input | - | | |
| Output | Configuration is saved in a XML file | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User makes a change in a configuration | Application saves change for configuration | |
| 2 | Users selects to save configuration | Configuration is saved in a XML file | |

| | | | |
|------------------|---|--|---------------|
| ID | 3 | Name | Load sequence |
| Interface | Client / application GUI / application logics | | |
| Input | - | | |
| Output | Sequence is loaded into application | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User selects to load sequence | A file input is displayed to user | |
| 2 | Users selects valid configuration file | A sequence is loaded into application from the chosen file | |

| | | | |
|------------------|--|--------------------------|-----|
| ID | 4 | Name | Run |
| Interface | Client / application GUI / application logic | | |
| Input | Click event | | |
| Output | Tests started | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User enters tab Settings | Tab window is opened | |
| 2 | User selects option Run | Tests start running | |

| | | | |
|------------------|--|--------------------------|----------|
| ID | 5 | Name | Continue |
| Interface | Client / application GUI / application logic | | |
| Input | Click event | | |
| Output | Tests continue | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User enters tab Settings | Tab window is opened | |
| 2 | User selects option Continue | Stopped tests will run | |

| | | | |
|------------------|--|------------------------------|-------|
| ID | 6 | Name | Pause |
| Interface | Client / application GUI / application logic | | |
| Input | Click event | | |
| Output | Tests were paused | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User enters tab Settings | Tab window is opened | |
| 2 | User selects option Pause | Running tests will be paused | |

| | | | |
|------------------|--|--------------------------|--------|
| ID | 7 | Name | Cancel |
| Interface | Client / application GUI / application logic | | |
| Input | Click event | | |
| Output | Tests stopped | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User enters tab Settings | Tab window is opened | |
| 2 | User selects option Cancel | Running tests will stop | |

| | | | |
|------------------|--|---------------------------------------|--------|
| ID | 8 | Name | Cancel |
| Interface | Client / application GUI / application logic | | |
| Input | Click event | | |
| Output | Set input/output folder | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User chooses input/output folder | Input/output folder is chosen | |
| 2 | User selects option Cancel | Chosen folders are canceled | |
| 3 | User selects option OK | Chosen folders are set | |
| 4 | User selects option Cancel | Selected options are canceled | |
| 5 | User selects option OK | Selected options are successfully set | |

| | | | |
|------------------|--|---------------------------------------|--------|
| ID | 9 | Name | Cancel |
| Interface | Client / application GUI / application logic | | |
| Input | Click event | | |
| Output | Selected output option | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User selects one output option | Output option is selected | |
| 2 | User selects option Cancel | Selected options are canceled | |
| 3 | User selects option OK | Selected options are successfully set | |

| | | | |
|------------------|--|---------------------------------------|--------|
| ID | 10 | Name | Cancel |
| Interface | Client / application GUI / application logic | | |
| Input | Click event | | |
| Output | Selected summary option | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User selects one summary option | Summary option is selected | |
| 2 | User selects option Cancel | Selected options are canceled | |
| 3 | User selects option OK | Selected options are successfully set | |

| | | | |
|------------------|--|------------------------------------|--------|
| ID | 11 | Name | Cancel |
| Interface | Client / application GUI / application logic | | |
| Input | Click event | | |
| Output | Set parameters for selected tests | | |
| Step | Action | Expected reaction | |
| 1 | User selects test | Selected test is shown | |
| 2 | User selects option Add new | Advanced options are shown | |
| 3 | User set parameters for chosen test | Parameters are set | |
| 4 | User selects option Copy | Test is copied with set parameters | |
| 5 | User selects option Delete | Current test is deleted | |
| 6 | User selects option Delete All | All tests are deleted | |