Technická dokumentácia projektu

Textový editor obohatený o grafické prvky

(TrollEdit)

Tímový projekt

Vypracoval:	tím č.10 – Innovators
Téma projektu:	textový editor obohatený o grafické prvky (TrollEdit)
Vytvorený:	02.10. 2011
Stav:	predbežný
Vedúci projektu:	Ing. Peter Drahoš
Vedúci tímu:	Bc. Lukáš Turský
Členovia tímu:	Bc. Marek Brath Bc. Adrián Feješ Bc. Maroš Jendrej Bc. Jozef Krajčovič Bc. Ľuboš Staráček
Kontakt:	tp-team-10@googlegroups.com

Obsah

Zoznam obrázkov

Zoznam tabuliek

1 Úvod

Súčasné textové editory zdrojových kódov len minimálne využívajú možnosti grafickej reprezentácie, čo je veľká škoda vzhľadom na to, že práve obohatenie editorov o grafické prvky by mohlo v mnohých veciach uľahčiť prácu s takýmto editorom. Sprehľadnil by sa zdrojový kód, zjednodušila a zefektívnila nie len jeho tvorba, ale aj údržba a prezentácia, a vnieslo by to možnosť nového pohľadu na integráciu dokumentácie s programom.

Práve to by malo byť výsledkom tohto projektu, ktorého cieľom bude pokračovať vo vývoji multiplatformového editora „TrollEdit“ (ktorý bol riešení v roku 2009/10 tímom s názvom UFOPAK) pre editovanie najmä zdrojových kódov, ktorý bude využívať grafické prvky na zjednodušenie a zefektívnenie práce programátora. Našim zameraním bude rozšírenie stávajúcej funkcionality do podoby vhodnej pre reálne nasadenie editora do praxe.

Tento dokument obsahuje zhrnutie všetkých riešení nášho tímu na tomto projekte od analýzy až po implementáciu.

2 Analýza

V rámci tejto časti sme sa zamerali na analýzu existujúceho riešenia nie len z pohľadu toho, čo všetko už editor dokáže, prípadne nedokáže, ale boli analyzované aj kľúčové funkcionality, ktoré by sme radi do editora zakomponovali.

2.1 Existujúce riešenia editorov

V súčasnosti na trhu existuje mnoho editorov od jednoduchších až po zložitejšie, s rôznymi funkcionalitami a metódami ktoré uľahčujú prácu používateľa. Pri vytváraní projektu sa môžeme inšpirovať súčasnými ako sú eTextEditor (e), SciTE alebo Notepad++.

2.1.1 eTextEditor (e)

Textový editor pre Microsoft Windows s výkonnými funkciami pre úpravu textu. Vznikol ako alternatíva pre TextMate, pretože práve tento editor bol oslavovaný mnohými programátormi. Umožňuje rýchlu a jednoduchú manipuláciu s textom, automatizuje všetku manuálnu prácu, čím vám napomáha lepšiemu sústredeniu sa na písanie. Medzi jeho pozoruhodné vlastnosti patrí osobný systém pre správu revízií, rozvetvené, viacstupňové, grafické undo, možnosť prevádzkovať TextMate zväzkov pomocou Cygwin. Významný prvok propagácie a marketingu „e“ je jeho schopnosť púšťať mnoho TextMate zväzkov priamo z repozitára MacroMates CVS.

„E“ podporuje viacnásobný výber textu. Ak je podržaný kláves Ctrl, potom dvojklik/viacnásobný výber slov, je vtedy možné editovať všetky tieto slová naraz. Vlastnosť nájsť a premiestniť, dáva okamžitú vizuálnu spätnú väzbu, zvýraznenie požiadaviek, ktoré sú písané. Táto vlastnosť je užitočná najmä pri používaní regulárnych výrazov. Keďže väčšina zväzkových príkazov sa spolieha na Unixové príkazy, ktoré nie sú k dispozícii pre Windows, e používa sadu nástrojov Cygwin. Menšou nevýhodou je trošku pomalé otváranie súborov.

2.1.2 SciTE

Editor založený na Scintille. V SciTE nenájdete žiadneho správcu súborov, Project Manager či integrovaného FTP klienta, je to teda čistý editor. SciTE môže držať viac súborov v pamäti naraz, pričom len jeden súbor bude viditeľný. SciTE zvýrazňuje syntax a podporuje množstvo jazykov (HTML, PHP, SQL, CSS, Java, . . .). Má otvorený zdrojový kód. Obdĺžnikové bloky textov je možné vybrať podržaním klávesy Alt, zatiaľ čo je myš ťahaná ponad text. Používajú

sa rôzne funkcie ako skratky, nápoveda, editačné možnosti, vyhľadávanie, pohyb kurzora, kompilácia, dopĺňanie textu, makrá, komentáre, zobrazenie výstupu.

Tu uvádzame krátky prehľad základných a často používaných vlastností:

Skratky: Napíšete slovo, stlačíte klávesu Ctrl+B a rozvinie sa skratka, napr. if môže byt namapované, ako if (|) {\n\t|\n}. Ich využitie je efektívne z hľadiska času, ak označíme kus kódu, stlačíme klávesy Ctrl+Shift+R, napíšeme if a kód sa obalí kompletnou konštrukciou if.

Nápoveda: Kláves F1 zobrazí nápovedu k funkcii, na ktorej je kurzor. Aj tu je možnosť namapovat si pre ľubovoľný jazyk to, čo vám najviac vyhovuje.

Editačné možnosti: Základné editačné možnosti sú samozrejmosťou. Duplikácia riadka pomocou Ctrl+D či jeho prehodenie s predchádzajúcim riadkom Ctrl+T.

Vyhľadávanie: Ctrl+F3 vyhľadá slovo pod kurzorom alebo označený text. Ctrl+Shift+F vyhľadáva vo viac súboroch štandardnými nástrojmi grep alebo findstr. Je možné doplniť si aj vlastnú funkciu na vyhľadávanie, teda môžete napríklad vyhľadávať len v reťazcoch a text nájdený inde sa odignoruje.

Pohyb kurzora: Klávesová skratka Ctrl+E presunie kurzor k odpovedajúcej zátvorke. Šikovná je aj funkcia pre prechod medzi časťami slov, na rozdiel od Ctrl+šípky zohľadňuje aj podtržník a zmeny veľkosti písmen v slove či odseku (bloky textu oddelené prázdnym riadkom).

Kompilácia: Skontrolovanie syntaxe a prenesenie na riadok, kde sa daná chyba nachádza.

Dopĺňanie textu: Ctrl+Space doplní slovo z pevného zoznamu a Ctrl+Enter potom zo slov obsiahnutých v zozname.

Makrá: Funkčnosti je možné rozširovať makrami písanými v jazyku Lua.

Komentáre: Ctrl+Q prehodí zakomentovanosť označených riadkov, Ctrl+Shift+Q zakomentuje označený text.

Zobrazenie výstupu: Výstup externých programov sa zobrazuje v samostatnom okne priamo v rámci editora. Okno sa dá zapnúť či vypnúť pomocou klávesy F8.

2.1.3 Notepad++

Voľne dostupný editor zdrojového kódu [4], ktorý aj podporou viacerých jazykov nahrádza Notepad. Beží v prostredí MS Windows pod licenciou GPL. Avšak môže byt viacplatformovým využitím softvéru, napr. WINE. Je založený na komponente Scintilla a napísaný v jazyku C++ a využíva čisté Win32 API a STL, ktoré zabezpečuje vyššiu rýchlosť a menšiu veľkosť programu.

Podporuje zvýraznenie syntaxe pre 44 jazykov, skriptovacie a značkovacie jazyky. Užívatelia môžu tiež definovať svoj vlastný jazyk pomocou zabudovaného zásuvného panelu. Pre väčšinu podporovaných jazykov môže užívateľ urobiť svoj vlastný zoznam API (alebo stiahnuť API súbory zo sekcie). Akonáhle je API súbor pripravený, zadajte Ctrl+Space na začatie tejto akcie.

Podporuje multi-dokument, čo umožňuje úpravu viacerých dokumentov naraz. Poskytuje dva pohľady v rovnakom čase. To znamená, že môžete zobraziť dva rôzne dokumenty súčasne. Môžete vizualizovať (editovať) v dvoch náhľadoch jeden dokument a v dvoch rôznych pozíciách. Úprava dokumentu v jednom zobrazení sa bude vykonávať v inom náhľade.

Hľadanie a nahrádzanie reťazca v dokumente pomocou regulárnych výrazov. Úplná podpora drag-and-drop. Môžete otvoriť dokument pomocou tejto funkcie, presunúť tak dokument z pozície. Užívateľ si môže nastaviť pozíciu pohľadov dynamicky (len v režime dvoch zobrazení: oddeľovač môže byt nastavený horizontálne alebo vertikálne). Ak máte upraviť či vymazať súbor, ktorý sa otvoril v Notepad++, ste upozornení na aktualizáciu dokumentu (reload súbor alebo odstránenie súboru). Možnosť funkcie priblíženia a oddialenia, ktorá je zložkou Scintilly.

Podporuje viacjazyčné prostredie. Takže je možné používať napríklad aj čínštinu, hebrejčinu, kórejčinu či arabčinu. Poskytuje funkciu záložky, kde si užívateľ môže kliknúť na rozpätie alebo pomocou Ctrl+F2 prepínať návestia. Pre dosiahnutie záložiek stačí stlačiť F2 (ďalšie záložky), alebo Shift+F2 (predchádzajúca záložka). Vymazanie všetkých záložiek sa koná pomocou Menu, kde kliknete na Hľadať -> Odstrániť všetky záložky. Ak vsuvka zostane pri jednom zo symbolov {}()[], symbol vedľa vsuvky a jeho opak budú zvýraznené, rovnako ako smernice za účelom ľahšieho nájdenia bloku.

Tab. 1 Porovnanie funkcionalít

	TextEditor (e)	**SciTE**	**Notepad++**
Spell checking	plugin	nie	plugin
Viacnásobné undo/redo	áno	áno	áno
Selekcie blokov	áno	áno	áno
Zvýraznenie syntaxe	áno	áno	áno
Automatické dopĺňanie	áno	áno	áno
Integrácia kompilátora	áno	áno	áno
Spoločné editovanie na viacerých počítačoch	áno	nie	plugin

2.2 Analýza predchádzajúceho riešenia nástroja TrollEdit

Vzhľadom na to, že pokračujeme na projekte, ktorý bol vyvíjaný v rámci minuloročného tímového projektu bolo nutné vykonať podrobnú analýzu predchádzajúceho riešenia. Výsledkom je porovnanie medzi reálnym stavom editora a technickou dokumentáciou minulého tímu. Správa o stave bola rozdelená podľa jednotlivých funkčných častí.

2.2.1 Inicializácia editora, otvorenie súborov

Implementované:

- pri načítaní súboru určenie správnej gramatiky a jej kontrola
- pri otvorení súboru automatická analýza a zobrazenie do blokov
    - komentáre sú prepojené v blokoch avšak umiestnené sú mimo riadku, na ktorý sa odvolávajú, bolo by vhodné ich umiestniť vedľa textu
- história naposledy otvorených súborov
- obsahuje modul pre syntaktickú analýzu
- novšia LuaJit verzia – rýchle spracovanie menších súborov

Chýba:

- veľké súbory stále dosť pomalé na prácu
- pri otvorení napr. Analyzer.cpp nevyrobí správne bloky častí súboru, všetko brané ako samostatný riadok

2.2.2 Práca s editorom

Implementované:

- zvýrazňovanie syntaxe až na úrovni blokov, teda je možné určiť grafické vlastnosti pre všeobecné prvky naprieč viacerým jazykom a gramatikám

- popis zvýrazňovania jednotlivých blokov, ktoré majú byť zvýraznené, je obsiahnutý v konfiguračnom súbore

- všetko v rámci editačného okna editora je možné presúvať
- existuje možnosť *„Edit plain text“* pre úpravu textu, vtedy je zobrazené v samostatnom okne všetko ako čistý text
- v súbore text_item.cpp implementovaný pohyb medzi blokmi po stlačení kláves
- samostatné zoomovanie každého otvoreného súboru nehľadiac na tie ostatné
- presúvanie blokov v editore
- vyhľadávanie v texte zobrazí bloky, v ktorých sa text nachádza

Chýba:

- klávesové skratky veľmi chýbajú
  - nejaké už sú implementované (v Menu -> File sa dajú vidieť)
  - priamo na začiatku v súbore main_window.cpp sa priraďujú skratky k akciám
- chýba možnosť Undo, Redo, Copy, Paste
  - len cez kontextovú ponuku cez pravé tlačítko je možná
- selekcia textu aj v rámci viacerých blokov
- malé možnosti vyhľadávania
  - chýba možnosť pri veľkých súboroch krokovania nájdených výskytov vyhľadávania
  - vyhľadáva len v aktuálnom súbore
  - lupa nie je klikateľné tlačítko
- naraz otvorená len jedna pracovná plocha (workspace)
  - triedu BlockGroup je v budúcnosti možné využiť na paralelné zobrazenie viacerých hierarchií (BlockGroup) na jednej scéne (DocScene) – viacero pracovných plôch
- konfiguračný súbor sa načíta len raz, pri spustení editora (sprevádza ho)
- základná štruktúra menu pre prácu s textom a options je zakomentovaná a neimplementovaná

2.2.3 Programovanie v editore

- analýza zdrojového kódu je časovo náročnejšia a preto sa spúšťa iba v čase prechodu písania na ďalší riadok.
- funguje automatické odsadzovanie pri analýze
  - medzery a tabulátory sa nezobrazujú a realizujú sa len ako prázdny priestor pred príslušným blokom
  - prebytočné zbavenie sa medzier
- znak konca riadku je nahradený nastavením príznaku v bloku

2.2.4 Komentáre

Implementované:

- posúvanie komentárov – plávajúce komentáre

- funguje zobrazenie jednoriadkových aj blokových komentárov ako samostatný blok
- šípka ku blokovému komentáru začína vždy na začiatku riadku
- šípka ku jednoriadkovému komentáru začína od konca daného riadku
- funguje CTRL + Ľavé tlačítko myší = vytvorí na danom mieste nový ale len bežný blok (podobný ako ten pre komentár), pričom ho prepojí šípkou z miestom kde sa nachádzal kurzor

Chýba:

- textové komentáre ako samostatné bloky, nie je možné napísať tvrdú medzeru
- šípka by mohla byť aj zmysluplnejšie ukazujúca na daný blokový komentár
- textové komentáre len ako bežné bloky, nie je možnosť rovno písať dokumentáciu ako bolo spomínané cez dokumentačné bloky
- chýba možnosť vytvárania dokumentačných blokov, ale funkčne je implementovaná

2.2.5 Bloky

Implementované:

- možnosť presúvať bloky, alebo časti blokov
- pomocná čiara pri presune

Chýba:

- plávajúce bloky sa nedajú zmazať priamo, jedine postupným vymazaním ich obsahu
- chýba možnosť samostatne vytvárať bloky a prepájacie šípky
- šípka odkazuje len na jeden blok
- vždy možné presúvať len jeden blok naraz, chýba výber viacerých blokov
- chýba skrývanie blokov, nezobrazuje možnosť na skrytie blokov

- pri inicializácii sa nedeteguje prekrývanie viacerých blokov na jednom mieste
- pri vkladaní bloku rozostupovanie ostatných blokov

2.2.6 Práca so súbormi, prílohami

Implementované:

- pridanie súboru ako prílohy v podobe bloku,
    - treba mať označený nejaký blok, aby bolo možné určiť časť súboru od ktorej sa priraďuje
- prílohy vkladá ako odkaz
- obrázky vie rovno zobraziť
- možnosť úpravy rozmerov obrázka
- ukladanie ako pôvodný súbor s komentármi, súbor bez komentárov, alebo ako PDF tlačiť (len printscreen v rámci ohraničenia pri tlači)

- žiadne pokročilé prvky popisujúce obsah dokumentačných blokov ako bolo spomínané

2.2.7 Syntaktický analyzátor

Implementované:

- analýza realizovaná v jazyku LUA za pomoci knižnice LPeg
  - možnosť rozširovania o ďalšie gramatiky (načítavajú sa z priečinka grammars)
  - výstupom je LUA tabuľka obsahujúca ďalšie tabuľky a tento systém tabuliek zodpovedá syntaktickému stromu
- vytváranie AST na strane jazyka LUA a jeho prenos do C++

2.2.8 Gramatika

Implementované:

- základná gramatika default_grammar.lua
  - rozloženie ľubovoľného textu na slová a riadky
  - popísané povinné konštanty, ktoré musia gramatiky obsahovať
  - funkcie na testovanie gramatík
- gramatika pre C, LUA a XML

2.2.9 Literate programming

Implementované:

- možnosť vkladať ku kódu okrem klasických komentárov aj obrázky

Chýba:

- neukladajú sa pridané obrázky a iné formátovacie zmeny v dokumente
- ukladanie dokumentácie do RTF formátu

2.3 Analýza použitých technológií

Pri implementácií budeme používať nástroje a technológie, ktoré používal predchádzajúci tím UFOPAK počas vývoja editora. Nosnými technológiami sú Qt SDK, Lua a využitie RTF, ktoré v skratke predstavíme ako aj dôvod, prečo sme sa rozhodli pokračovať v ich používaní.

2.3.1 Qt

Qt je implementačný nástroj založený na jazyku C++. Je to technológia, pomocou ktorej je možné vyvíjať aplikácie pre rôzne platformy. Qt umožňuje vytvárať a jednoducho nasadzovať aplikácie pre počítače, mobilné telefóny, ale aj vnorené systémy (MP3prehrávače), bežiace pod operačnými systémami Windows, Linux, MAC OS, Symbian. Multiplatformovosť je

práve jedna z rozhodujúcich výhod, kvôli ktorým je editor implementovaný pomocou tohto nástroja. Qt je v súčasnosti dostupné pod komerčnou ale aj GNU GPL v3.0 licenciou.

Nástroj Qt ponúka okrem množstva tried a knižníc pre tvorbu GUI aplikácií aj vlastné vývojové prostredie Qt Creator. Uvažované možnosti práce s nástrojom Qt boli nasledovné:

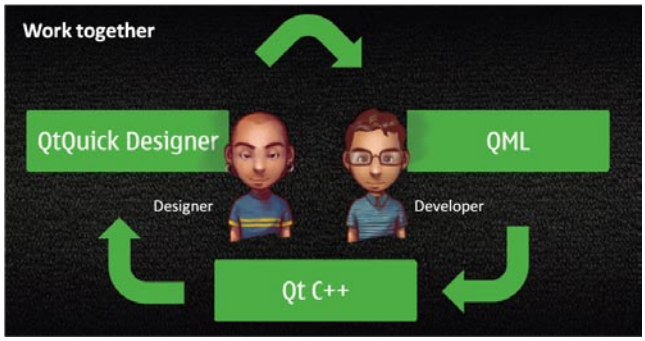
- Qt modul pre vývojové prostredie Eclipse
- Qt modul pre vývojové prostredie Visual Studio
- Integrované vývojové prostredie Qt Creator

Rozhodli sme sa pre použitie prostredia Qt Creator, keďže poskytuje samostatné vývojové prostredie, čiže pre naše potreby by malo byť ideálne, a taktiež integruje v sebe viacero novších technológií a prístupov, ktoré nám pomôžu pri vývoji. Napr. obsahuje novú technológiu Qt Quick.

2.3.2 Qt Quick a jazyk QML

Qt Quick je nová technológia určená pre rýchle vytváranie jednoduchých a bohatých používateľských rozhraní aplikácií pre rôzne platformy. Qt Quick obsahuje jazyk QML, ktorý je navrhnutý vychádzajúc z jazykov HTML, CSS, JavaScript, pričom spája ich výhody.

S použitím technológie Qt Quick je možne aby dizajnér navrhol UI podľa vlastnej fantázie a vývojár len doplnil logiku aplikácie, čo prináša obrovskú výhodu keďže vývojár a dizajnér majú každý iný pohľad na svet a nie vždy bolo možne nájsť konsenzus pri vytváraní aplikácie.



Obr. 1 Pracovný cyklus s použitým Qt Quick

Qt Quick umožňuje vytvárať rôzne animácie, ktoré využívajú knižnicu OpenGL. Takisto umožňuje navrhnúť dizajn jednotlivých používateľských prvkov aplikácie ako napr. tlačítka v grafických editoroch Adobe Photoshop, Autodesk Maya, Gimp.

Jednoduchosť technológie Quick možno vidieť v rozdiele medzi definovaním jednoduchého tlačítka klasickým spôsobom cez actionscript a novým pomocou jazyka QML.

Actionscript: **MenuButton**.as

```
public class MenuButton extends MovieClip
      public function MenuButton() {
                              this.x = 60;
                              this.addEventListener(MouseEvent.MOUSE_DOWN,
ClickBt);
      }
      function ClickBt(e:MouseEvent) {
                              trace(“clicked”);
      }
}
```

QtQuick: **MenuButton**.qml

```
Item {
   x:60;
   MouseArea: {
         anchors.fill: parent;
         onClicked: print("clicked");
   }
}
```

Použitie technológie Qt Quick by mal pre nás veľký význam keďže nám umožňuje navrhnúť UI pre TrollEdit podľa našej potreby, ktorý by bol zaujímavejší ako súčasné GUI riešenia editorov. To nám dáva možnosť v tomto smere vytvoriť kvalitnejší produkt.

Príklad dizajnu navrhnutého s použitím technológie Qt Quick je možno vidieť v takých aplikáciách ako Skype, VLC Media Player atď.

2.3.3 Jazyk Lua

Lua je rýchly procedurálny skriptovací jazyk, určený hlavne na vnorené používanie. Programátorské rozhranie (API) je navrhnuté tak, aby umožňovalo integráciu s programami napísanými v iných jazykoch (C, C++, Java, C#, . . .) vrátane skriptovacích (Perl, Ruby).

Filozofiou jazyka Lua je jednoduchosť a rozšíriteľnosť. Obsahuje základnú funkcionalitu a mechanizmy ako definovať čokoľvek, čo považujeme za potrebné. Týmto spôsobom je možné získať aj schopnosti objektovo orientovaných (rozhrania, dedenie) alebo funkcionálnych jazykov. Lua je dynamicky typovaná a obsahuje niekoľko atomických dátových typov doplnených o jednu dátovú štruktúru – tabuľku. Tabuľka funguje ako asociatívne pole a jej pomocou je možné simulovať iné štruktúry (pole, množina, hash tabuľka, strom, atď.) a tiež objekty v zmysle OO paradigmy.

Lua patrí medzi najrýchlejšie skriptovacie jazyky. Je implementovaná v štandardnom ANSI (ISO) C, čo sa prejavuje na jej vysokej prenositeľnosti. Funguje pod všetkými známymi platformami. Výhodou Lua je jej veľkosť (aktuálna verzia Lua 5.1.4 má 860KB aj s dokumentáciou), vďaka ktorej nie je problém pripojiť ju celú k aplikácii, ktorá ju používa.

Lua je vyvíjaná pod voľnou licenciou (MIT) a môže byť používaná zdarma na akékoľvek (aj komerčné) účely. Lua sa dnes často používa pri skriptovaní počítačových hier, ale využívajú ju aj iné programy ako napríklad Skype, Wireshark, VLC media player atď.

2.3.4 Knižnica LPeg

LPeg je knižnica jazyka Lua určená na hľadanie vzoriek v texte (pattern matching). Snaží sa odstrániť problémy spojené s používaním regulárnych výrazov, ktoré môžu byť pri komplikovanejších úlohách neprehľadné. Je postavená na gramatikách typu PEG (Parsing Expression Grammar) a formalizme podobnom bezkontextovým gramatikám. Na rozdiel od bežných gramatík, PEG nedefinuje jazyk, ale algoritmus na jeho rozpoznanie. LPeg poskytuje dva moduly s rozličným spôsobom práce. V prvom module re (skratka z regex) sú vzory popisované reťazcami so syntaxou odvodenou z regulárnych výrazov. Druhý modul lpeg pracuje so vzormi ako s premennými vlastného dátového typu a obsahuje viac spôsobov na ich vytváranie a spájanie. Obidva moduly podporujú vyhľadávanie (vyjadrené priamo vzorom) rovnako ako zachytávanie reťazcov na pokročilej úrovni. Vybraný text je možné ukladať do tabuliek, ľubovoľne zamieňať a inak transformovať. LPeg používa tzv. limitovaný backtracking, vďaka ktorému je veľmi rýchly a efektívny.

2.4 Analýza spracovávania syntaktického stromu

Na špecifikáciu gramatiky v jazyku Lua je využitá knižnica LPeg. Je vytvorená gramatika pre jazyk C, pričom vychádza zo zápisu v Bakchus-Naurovej forme (BNF). Gramatika sa nachádza v skripte a je dynamicky kompilovaná za behu aplikácie. Spoluprácu s jadrom systému zabezpečuje C API (štandardná súčasť jazyka Lua) a funguje na báze zásobníka, z ktorého čítajú a zapisujú obe strany. Komunikácia prebieha nasledovne:

- aplikácia spustí skript s gramatikou a gramatika sa skompiluje
- aplikácia zavolá LPeg funkciu match, ktorej vstupom je gramatika a text (kód), ktorý chceme analyzovať
- výstupom je Lua tabuľka obsahujúca ďalšie tabuľky a tento systém tabuliek zodpovedá syntaktickému stromu

- výstup je umiestnený na zásobník, z ktorého je postupne čítaný
- z Lua tabuliek sa zrekonštruuje AST strom v C++

Gramatika využíva funkcie na zachytávanie časti vstupu, ktoré zodpovedajú daným LPeg výrazom (podobným regulárnym výrazom). Ku každej zachytenej (lexikálnej) jednotke alebo skupine jednotiek je pripojený identifikačný kľuč (napr. storage_class_specifier, number_constant, parameter_list), ktorý v AST slúži na identifikáciu uzlov. Zachytené sú všetky znaky, teda aj tie, ktoré nie sú priamo lexémami, ako napríklad biele znaky (kľuč whitechar) alebo text, ktorý nezodpovedá gramatike jazyka (označený kľúčom unknown). Gramatika dosial nie je úplne kompletná, neobsahuje podporu inštrukcií preprocesora v tele funkcií a vyžaduje si ďalšie testovanie.

2.4.1 Gramatiky

Gramatiky jazykov sú písané v jazyku Lua a nachádzajú sa v priečinku /grammars. Pre fungovanie programu je nutná existencia základnej gramatiky default_grammar.lua. Táto gramatika slúži na rozloženie ľubovoľného textu na slová a riadky a obsahuje funkcie používané na testovanie gramatík. V súbore s touto gramatikou sú tiež popísané povinné konštanty, ktoré musí každý súbor s gramatikou obsahovať ako napríklad prípony spracúvaných súborov, zoznam párových znakov a podobne. Pomocou knižnice LPeg vytvára Lua interpret tabuľkovú reprezentáciu stromu ako systému hierarchicky vnorených tabuliek bez explicitných kľúčov v tvare:

```
uzol1; uzol1:1; uzol1:1:1; : : :; : : :; uzol1:2; : : :; uzol1:3; : : :; : : :
```

Názov uzla je vždy nasledovaný tabuľkami zodpovedajúcim jeho priamym potomkom. Zároveň by každá gramatika mala vrátiť len jednu tabuľku, ktorá ale nemusí nutne obsahovať len jeden koreň (napr. a; b je korektný výstup). Tabuľková štruktúra je definovaná priamo v syntaktických pravidlách gramatiky pomocou štandardných LPeg funkcií lpeg.C, lpeg.Ct a lpeg.Cc. Vo všeobecnosti sa predpokladá, že súbor s gramatikou obsahuje jednu kompletnú gramatiku (full_grammar) a ľubovoľný počet čiastkových gramatík (other_grammars). Plná gramatika sa využíva pri analýze celého súboru a ostatné gramatiky pri analýze menších časti. Napríklad, pre jazyk C sa používajú gramatiky *program* (analyzuje celý program v C), *top_element* (analyzuje funkcie, mimo-funkčné deklarácie alebo direktívy preprocesora) a *in_block* (analyzuje obsah bloku príkazov). Zmysel čiastkových gramatík je v tom, že

napríklad na vyhodnotenie syntaktickej správnosti skupiny príkazov nemôžeme použiť kompletnú gramatiku, pretože skupina príkazov nie je platným programom.

2.4.2 Rozhranie Lua - Qt

Celú komunikáciu medzi Lua a Qt/C++ zapuzdruje trieda Analyzer. Pri požiadavke na analýzu textu je vytvorená inštancia Lua interpretu a vykonaný príslušný skript. Daný text je potom spracovaný pomocou funkcie lpeg.match a výsledok je načítaný z Lua zásobníka.

Tabuľková hierarchia je paralelne prevádzaná do stromovej štruktúry reprezentovanej triedou *TreeElement*. Pomocnú funkciu má trieda *LanguageManager*, ktorá uchováva zoznam objektov triedy *Analyzer* pre všetky podporované jazyky.

Funkcie, ktoré sa starajú o analýzu kódu:

- Táto funkcia analyzuje celý kód

```
// analyze string, creates AST and returns root
TreeElement* Analyzer::analyzeFull(QString input)
```

- Funkcia analyzuje konkrétny podstrom AST, bez nutnosti prepisovať celu štruktúru

```
// reanalyze text from element and it's descendants, updates AST and returns first modified node
TreeElement *Analyzer::analyzeElement(TreeElement* element)
```

- Analyzuje sa kód pomocou vybranej gramatiky, využíva pritom funkciu na prepis LUA tabuliek do AST

```
// analyze string by provided grammar
TreeElement *Analyzer::analyzeString(QString grammar, QString input)
```

- Táto funkcia konvertuje tabuľky z jazyka LUA do stromovej štruktúry typu TreeElement

```
// creates AST from recursive lua tables (from stack), returns root(s)
TreeElement *Analyzer::createTreeFromLuaStack()
```

Trieda TreeElement obsahuje smerník na predchodcu a svojich potomkov, takto vytvára stromovú štruktúru.

```
class TreeElement
{ ...
protected: TreeElement *parent;
```

```
private:
     QList<TreeElement*> children;
     QString type;
     Block *myBlock;
     TreeElement *pair;
     bool lineBreaking;
     bool selectable;
     bool paragraphsAllowed;
     bool paired;
     bool floating;
     ...
};
```

3 Špecifikácia požiadaviek

Keďže vychádzame z už existujúceho multiplatformového textového editora *TrollEdit* obohateného o grafické prvky, popisujeme iba tie požiadavky na systém, ktoré chceme implementovať pripadne modifikovať v súčasnej verzií.

Hlavné ciele tohto projektu sú:

- Rozšíriť súčasnú - implementovanú funkcionalitu
- Modifikovať používateľské rozhranie - GUI
- Vytvoriť kvalitný produkt, ktorý bude úspešný a mohol by sa presadiť aj v praxi

3.1 Funkcionálne požiadavky

Pre *TrollEdit* boli identifikovane funkcionálne požiadavky na základe dôkladnej analýzy predchádzajúceho riešenia a taktiež na základe podnetov od nášho vedúceho tímu, ktoré sú spísané v Tab. 2.

Tab. 2 Funkcionálne požiadavky

ID	Požiadavka	Charakteristika	Priorita	Kategória	UC	Diag.
F01	Možnosť Undo/Redo	Možnosť vrátiť zmeny naspäť a opačne	280	A	UC01	SD22
F02	Podpora skratiek v editore (Shortcuts)	Možnosť spustiť funkcie programu pomocou klávesových skratiek	260	A	UC15	
F03	Dopytovanie sa do Lua		250	A	-	
F04	Podpora paralelizmu	Syntaktický strom by mal bežať na pozadí pod vlastným vláknom a program pod vlastným	245	A	-	
F05	2 módy písania	Prvý by bol klasický editor na úpravu kódu a po prepnutí by editor prešiel do druhého grafického módu.	222	A	UC14	
F06	Nastavenie programu	Možnosť rozšírených nastavení priamo v editore	206	A	UC18	
F07	Podpora intellisense	Rozpoznávania bežných kľúčových slov programovacích jazykov, ale aj najčastejšie používané bloky kódu (napr. funkcie, cykly, podmienky)	189	B	-	
F08	Rozšírenie	Možnosť rozširovať	130	B	-	

	funkcionality	funkcionalitu pomocou zásuvných modulov				
F09	Vyhľadávanie	Určitý druh fulltextového vyhľadávania s prípadnou optimalizáciou pre najčastejšie vyhľadávané výrazy	90	C	UC16	
F10	Export súborov	Možnosť exportovania súboru do iných formátov (.csv, .doc)	40	C	UC17	
F11	Podpora SW metrík	Schopnosť detegovať určité ukazovatele v zdrojovom kóde ako index udržateľnosti, cyklomatická zložitosť, CK metriky, ktoré by boli zobrazené v tabuľke, prípadne vizuálne v podobe grafov	20	C	UC19	

Legenda:
A – nevyhnutia funkcia systému, je základom funkcionality systému.
B – funkcia, ktorú možno implementovať neskôr netvorí základ funkcionality systému.
C – funkcionalita bude implementovaná v ďalších verziách(release) programu

3.2 Nefunkcionálne požiadavky

Pre *TrollEdit* boli identifikovane nasledujúce nefunkcionálne požiadavky pre správne zabezpečenie fungovania programu.

Tab. 3 Nefunkcionálne požiadavky

ID	Požiadavka	Charakteristika
N01	Rýchlosť a spoľahlivosť	Zrýchlenie programu hlavne čo sa týka parsovania kódu. Program by mal byť schopný pracovať aj na menej výkonnom hardvéri
N02	Modulárnosť	Možnosť rozširovania jeho funkcií pomocou dodatočnej implementácie nových modulov. Tým pádom nie je v zásade nutné zasahovať do samotnej implementácie systému pri rozširovaní jeho funkcionality
N03	Redesign používateľského rozhrania GUI	Musí byť jednoduché a prehľadné, pričom najčastejšie funkcie systému by mali byť prístupné používateľovi bez náročného hľadania
N04	Internacionalizácia i18n	Prispôsobenie programu rôznym jazykovým kultúram vrátene konvencií ako písanie čiarok, bodiek, dátumov
N05	Lokalizácia L10n	Používateľské rozhranie musí byt v dvoch jazykových mutáciách Slovensky, Anglický

3.3 Analýza požiadaviek pre paralelizmus

Hlavnou myšlienkou paralelného spracovávania bolo využitie zdrojov a výkonu zariadení na ktorých by mal editor bežať. V dnešnej dobe už väčšina výpočtových zariadení vie pracovať

a poskytuje na prácu minimálne dve samostatné procesorové jadrá. Aj myšlienkou nášho editora a jednou z jeho hlavných výhod by mala byť jeho rýchlosť a pokročilé možnosti vizualizácie textu aby sa mohol páčiť používateľovi a teda by mal bez väčšieho meškania fungovať a reagovať na vstup používateľa. Toto sa bohužiaľ nedá dosiahnuť použitím len jedného hlavného vlákna, ktoré by malo na starosti všetky úlohy. Práve preto sme rozhodli zaviesť do editora paralelizmus.

Týmto by sa vyriešila otázka efektívnosti práce editora a teda aj problém rýchlosti práce a výkonnosti editora pri spracovávaní náročnejších operácií. Pri pôvodnom riešení editora bol problém z rýchlosťou behu niektorých operácií akými je napríklad syntaktická analýza. Analýza aktuálneho textu chvíľu trvá a pri väčších textoch nastáva problém s dlhou dobou odozvy a zobrazenia analyzovaných prvkov, kedy používateľ zažíva značné omeškanie vizualizácie blokov.

Spomínaný proces syntaktickej analýzy aktuálneho súboru je celkovo zdĺhavý najmä z dôvodu pomalej copy fázy AST stromu na stranu Qt zo strany Lua, kde prebieha analýza. Toto je už z časti spojené z pôvodným riešením tvorby stromu, ktorý by sa mal zostavovať už na strane Lua jazyka, no nič to nemení na skutočnosti, že analýza aktuálneho súboru by mala byť schovaná a bežať na pozadí aplikácie, kedy ničím neruší používateľa.

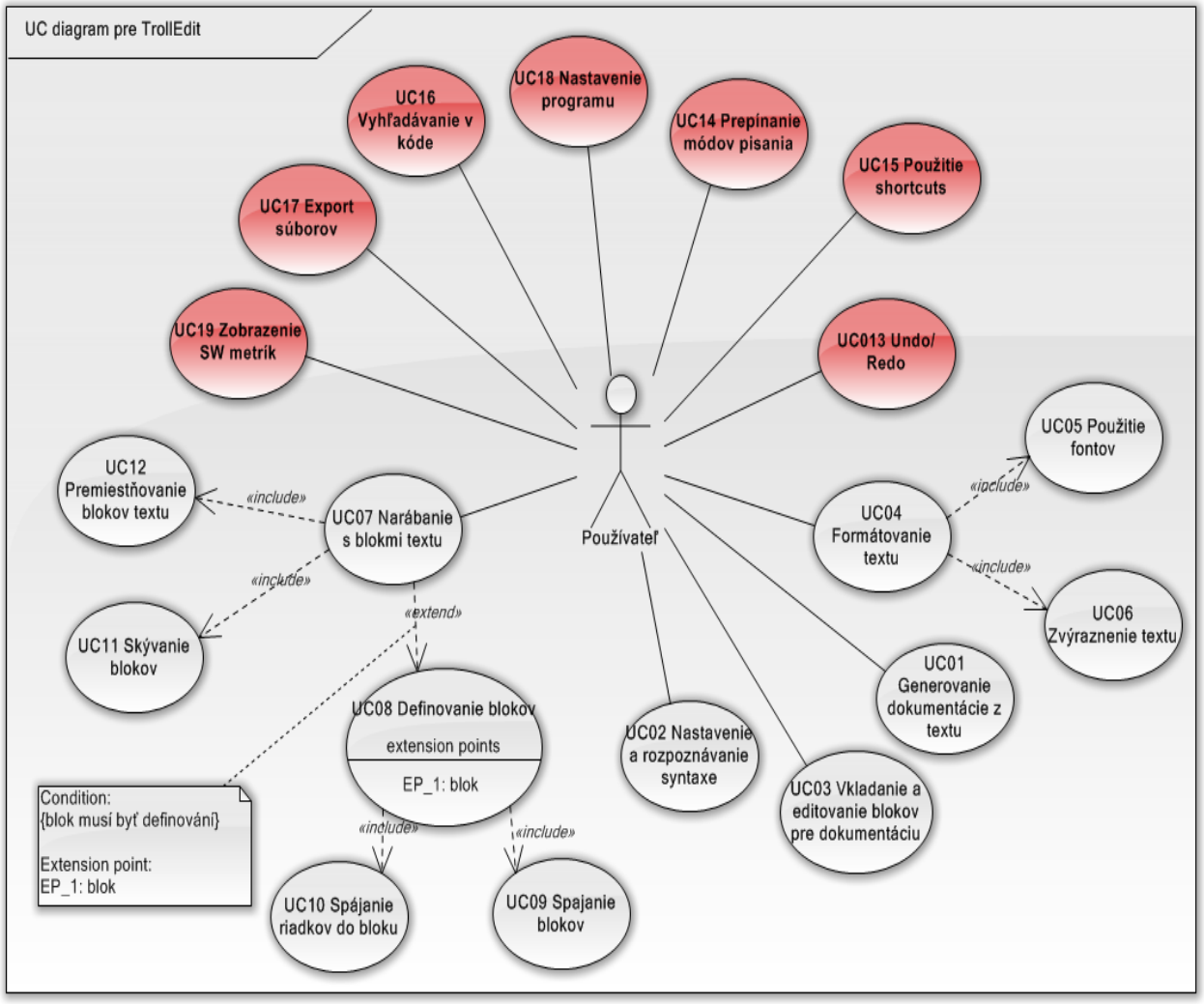
Aby bolo využitie paralelizmu čo najefektívnejšie, plánuje sa najmä jeho spolupráca zo skriptovacím jazykom Lua a teda plné využitie ich výhod.

4 Návrh riešenia

V tejto kapitole je popísaný návrh programu TrollEdit podľa požiadaviek definovaných v predchádzajúcej kapitole. Funkcionálne požiadavky sa premietnu do diagramu prípadov použitia a nefunkcionálne do architektúry systému.

4.1 Diagram prípadov použitia

Na diagrame sú znázornené prípady použitia popisujúce funkcionalitu, ktorá je už implementovaná v programe TrollEdit a taktiež novu funkcionalitu, ktorú sme identifikovali na základe analýzy. Nové prípady použitia sú odlíšené od tých existujúcich červenou farbou.



Obr. 2 Diagram prípadov použitia

Tab. 4 Prípad použitia UC13 Undo/redo

Názov	**Undo/ redo**			
ID	UC13			
Opis	Možnosť voľby undo/ redo nad vykonanými zmenami v zdrojovom kóde		**Priorita**	vysoká
Vstupne podmienky	História vykonaných zmien			
Výstupne podmienky	-			
Participant	Používateľ (použ.)			
Základná postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
	1.	Použ.	vyberie možnosť undo/ redo v pop menu na zdrojovým kódom	
	2.	Systém	urobí zmeny v kóde podľa histórie výkonných akcií	
Alternatívna postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
-				
Poznámky	-			

Tab. 5 Prípad použitia UC14 Prepínanie módov písania

Názov	**Prepínanie módov písania**			
ID	UC14			
Opis	Prvý mód pre klasický editor na úpravu kódu a po prepnutí by editor prešiel do druhého grafického módu		**Priorita**	vysoká
Vstupne podmienky	-			
Výstupne podmienky	-			
Participant	používateľ (použ.)			
Základná postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
	1.	Použ.	V pop menu si zvolí možnosť prepnutia do druhého módu písania kódu	
	2.	Systém	prepne úpravu kódu do grafického módu	
	3.	Systém	rozšíri možnosti funkcionality pre graficky mód úpravy kódu	
Alternatívna postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
-				
Poznámky	-			

Tab. 6 Prípad použitia UC14 Použitie shortcuts

Názov	**Použitie shortcuts**			
ID	UC15			
Opis			**Priorita**	vysoká
Vstupne podmienky	-			
Výstupne podmienky	-			
Participant	používateľ (použ.)			
Základná postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
	1.			
	2.			
	3.			

Alternatívna postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**
Poznámky	-		

Tab. 7 Prípad použitia UC16 Vyhľadávanie v kóde

Názov	**Vyhľadávanie v kóde**				
ID	UC16				
Opis	Vyhľadanie zvoleného výrazu v zdrojovom kóde			**Priorita**	stredná
Vstupne podmienky	-				
Výstupne podmienky	Zobrazenie výsledku hľadaného výrazu				
Participant	Používateľ (použ.)				
Základná postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**		
	1.	Použ.	zadá hladný výraz do textboxu pre vyhľadávanie a potvrdí tlačidlom hľadať		
	2.	Systém	vyhľadá zvolený výraz v aktuálnom zdrojovom kóde		
	3.	Systém	zobrazí výsledky hľadaného výrazu		
Alternatívna postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**		
	3.a	Systém	v prípade nenájdenia hľadaného výrazu zobrazí modálne okno s upozornením		
Poznámky	-				

Tab. 8 Prípad použitia UC17 Export súborov

Názov	**Export súborov**				
ID	UC17				
Opis	Export súborov zdrojového kódu do iných formátov			**Priorita**	nízka
Vstupne podmienky	Parsovaný zdrojový kód				
Výstupne podmienky	Vyexportovaný súbor				
Participant	Používateľ (použ.)				
Základná postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**		
	1.	Použ.	vyberie možnosť exportu súborov zo zdrojového kódu		
	2.	Systém	ponúkne možnosti do akých formátov ma exportovať súbory		
	3.	Použ.	vyberie formát súboru pre uloženie		
	4.	Systém	uloží súbory vo zvolenom formáte		
Alternatívna postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**		
-					
Poznámky	formát pdf, doc.				

Tab. 9 Prípad použitia UC18 Nastavenie programu

Názov	**Nastavenie programu**

ID	UC18			
Opis	Podrobne nastavenie možností programu		**Priorita**	stredná
Vstupne podmienky	-			
Výstupne podmienky	Zmena nastavenia programu			
Participant	Používateľ (použ.)			
Základná postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
	1.	Použ.	si zvolí možnosť nastavenia programu z hlavného menu	
	2.	Systém	zobrazí modálne okno s možnosťami nastavenia programu	
	3.	Použ.	vykoná zmeny v nastaveniach a uloží zmeny	
	4.	Systém	uloží vykonane zmeny a reštartuje program	
Alternatívna postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
	4.a	Systém	v prípade nekorektného nastavenia oznámi používateľa varovaním oknom s popisom chyby	
Poznámky	-			

Tab. 10 Prípad použitia UC19 Zobrazenie sw metrík

Názov	**Zobrazenie sw metrík**			
ID	UC19			
Opis	Zobrazenie sw metrík zdrojového kódu		**Priorita**	nízka
Vstupne podmienky	Zdrojový kód pre vygenerovanie metrík			
Výstupne podmienky	Zobrazenie výsledkov metrík vo forme grafov			
Participant	Používateľ (použ.)			
Základná postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
	1.	Použ.	si zvolí možnosť zobraziť sw metriky z menu	
	2.	Systém	vygeneruje metriky zo zdrojového kódu a zobrazí výsledky vo forme grafov	
Alternatívna postupnosť	**Krok**	**Rola**	**Činnosť**	
-				
Poznámky	-			

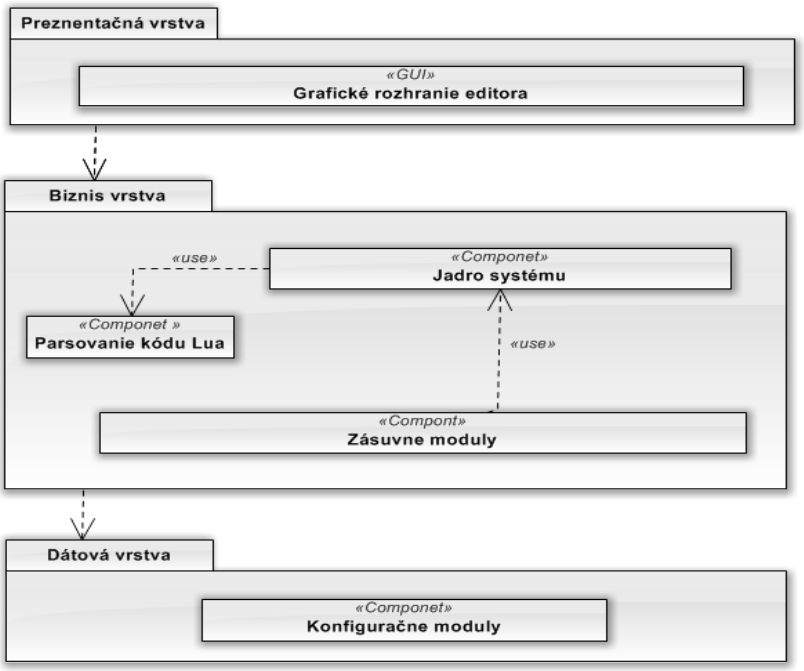
4.2 Architektúra programu

Architektúru programu by sme chceli postaviť na klasickom trojvrstvom princípe, t.j. rozdelená na prezentačnú, biznis a dátovú vrstvu vid. Obr. 3.

V prezentačnej vrstve budú implementované triedy pre grafické rozhranie editora od hlavného menu až po nápovedu. Prezentačná vrstva bude komunikovať s biznis vrstvou, v ktorej bude spracovávaná aplikačná logika programu.

Biznis vrstva sa bude skladať z troch komponentov. Jeden pre jadro systému kde bude implementovaná základná funkcionalita programu. Druhý pre parsovanie zdrojového kódu, kde sa bude vytvárať AST strom v skriptovacom jazyku Lua. A tretí pre pridávanie novej funkcionality, ktorá nenaruší základnú funkcionalitu jadra programu.

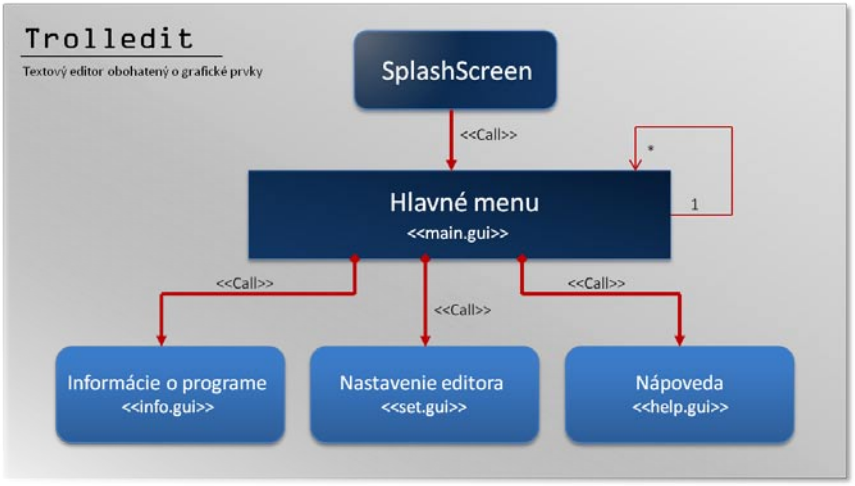
V dátovej vrstve budú dáta ktoré si bude program ukladať ako nastavenie programu dočasnú históriu zmien nad zdrojovým kódom a údaje o projekte.



Obr. 3 Architektúra programu

4.3 Návrh UI

Na základe analýzy sme identifikovali 5 použ. okien, ktoré budú v programe implementované. Tieto okná budú mať hierarchický význam, t.j. okno na vyššej úrovni môže volať iba okná na nižšej úrovni, nie však opačne.



Obr. 4 Hierarchické rozdelenie okien programu

Tab. 11 Popis obrazoviek programu

ID	Názov	Popis	Modálne/ nemodálne	Rozmery	Obr.
W01	SplashScreen	úvodný okno, ktoré sa zobrazí vždy pri spustení, odstraňuje problémy studeného štartu	M	420x201	5
W02	Hlavne menu	okno, ktorý obsahuje hlavnú funkcionalitu systému	N	544x184	6
W03	Nastavenie	okno, ktoré slúži pre detailné nastavenie editora	M	1256x768	7
W04	Info	okno, ktoré zobrazuje informácie o programe ako popis programu, dátum vytvorenia, verzia programu.	M	1256x768	8
W07	Nápoveda	okno pre zobrazenie nápovedi programu	N	900x650	9

Obr. 5 SplashScreen programu

Obr. 6 Predbežný návrh hlavného menu programu

4.4 Návrh funkcionality UNDO/REDO

4.4.1 Qt Undo Framework

Koncepcia

Je to implementácia návrhového vzoru Command. Základnou myšlienkou tohto vzoru je, že každá zmena v aplikácií je vykonávaná pomocou vytvárania „Command“ objektov. Tieto objekty aplikujú zmeny a sú uložené do „Command stack“-u. Vďaka tomu každý Command objekt vie ako vrátiť predchádzajúci stav dokumentu. Pomocou prechádzania stacku a zavolania funkcií undo() a redo() vieme vykonávať akcie UNDO/REDO.

Návrh riešenia

Do triedy MainWindow by sme vytvorili QUndoStack pre uchovávanie Command objektov a QUndoView na sledovanie a interakciu so stackom.

```
QUndoStack *undoStack;
QUndoView *undoView;
```

Pomocou funkcie createUndoView() vytvoríme QUndoView

```
void MainWindow::createUndoView()
 {
     undoView = new QUndoView(undoStack);
     undoView->setWindowTitle(tr("Command List"));
     undoView->show();
     undoView->setAttribute(Qt::WA_QuitOnClose, false);
}
```

Vo funkcií createActions() vytvoríme akcie UNDO/REDO

```
void MainWindow::createActions()
 {
     undoAction = undoStack->createUndoAction(this, tr("&Undo"));
     undoAction->setShortcuts(QKeySequence::Undo);
     redoAction = undoStack->createRedoAction(this, tr("&Redo"));
     redoAction->setShortcuts(QKeySequence::Redo);
}
```

Vytvoríme “Command” na zmazanie.

```
class DeleteCommand: public QUndoCommand
 {
 public:
     DeleteCommand(QGraphicsScene *graphicsScene,QUndoCommand *parent = 0);
     void undo();
     void redo();
```

```
 private:
     QGraphicsScene *myGraphicsScene;
};
```

Implementujeme funkcie undo() a redo()

```
void DeleteCommand::undo()
{    myGraphicsScene->addItem(myDiagramItem);
     myGraphicsScene->update(); }

void DeleteCommand::redo()
 {   myGraphicsScene->removeItem(myDiagramItem); }
```

***Výhoda*:** rýchla, prehľadná a škálovateľná implementácia funkcionality UNDO/REDO

***Nevýhoda*:** vytváranie „Command“ objektov pre každú akciu môže byť neefektívne. potreba zmeny existujúcej implementácie.

4.4.2 QScintilla

Uloží akcie vykonávané na dokumente. Umožňuje kombináciu viacerých akcií do transakcií, na ktorými je potom možné vykonať UNDO/REDO.

Obsahuje rôzne príznaky, ktoré určujú či je možné alebo nie je možné vykonať UNDO/REDO.

***Výhoda*:** poskytuje možnosť riadenia zmien na dokumentoch pomocou základných operácií UNDO/REDO.

QScintilla poskytuje aj ďalšie operácie vhodné pre prácu so zdrojovými súbormi. (Syntax highlighting, Searching,Replacing, Key bindings, Copy, Paste)

***Nevýhoda*:** preštudovanie novej technológie a neprehľadná implementácia

4.4.3 QTextDocument

QTextDocument je grafický element, ktorý obsahuje formátovaný text.

Poskytuje sloty a funkcie na podporu funkcionality UNDO/REDO.

```
void    redo ()
void    setModified ( bool m = true )
void    undo ()
```

Atribút modified poskytuje informáciu o tom či bol alebo nebol dokument modifikovaný. Okrem toho obsahuje funkcie aj na zistenie dostupnosti operácií UNDO/REDO.

Výhoda: nepotrebujeme nové technológie, malý zásah do existujúceho kódu

Nevýhoda: poskytuje len triviálne riešenie

4.5 Návrh funkcionality pre shortcuts

Spoločným použitím object model a action system v Qt môžeme vytvoriť prispôsobiteľné funkcie v editore akcií, ktoré sa dajú integrovať do už existujúcich aplikácií. Qt action system je založený na triede QAction, ktorá uchováva informácie o všetkých rôznych spôsoboch ako je možné spustiť určitý príkaz v aplikácií.

4.5.1 Dialógové okno

Vytvoríme si dialógové okno, ktoré umožní používateľovi prispôsobovať klávesové skratky v aplikácii. V jednom stĺpci budú vypísané akcie a v druhom stĺpci budú vypísané klávesové skratky, ktoré bude môcť používateľ editovať.

Definícia triedy ActionsDialog:

```
class ActionsDialog : public QDialog

 {
     Q_OBJECT
 public:
     ActionsDialog(QObjectList *actions,
                   QWidget *parent = 0);
 protected slots:
     void accept();

 private slots:
     void recordAction(int row, int column);
     void validateAction(int row, int column);

 private:
     QString oldAccelText;
     QTable *actionsTable;
     QValueList<QAction*> actionsList;
};
```

Keď sa text klávesovej skratky edituje, tak sa využijú funkcie recordAction() a validateAction(). Funkcia accept() sa využije, keď dialógové okno akceptuje skratku.

Konštruktor plní úlohu vytvorenia používateľského rozhrania . Na minimalizovanie vplyvu na aplikáciu sa trieda vytvorí v QObjectList a použijeme QTable na zobrazenie informácií.

```
ActionsDialog::ActionsDialog(QObjectList *actions,
                             QWidget *parent)
        : QDialog(parent)
    {
        actionsTable = new QTable(actions->count(), 2, this);
        actionsTable->horizontalHeader()->setLabel(0,
            tr("Description"));
        actionsTable->horizontalHeader()->setLabel(1,
            tr("Shortcut"));
        actionsTable->verticalHeader()->hide();
        actionsTable->setLeftMargin(0);
        actionsTable->setColumnReadOnly(0, true);
```

V tabuľke je povolené editovať len jeden stĺpec a odstránime z nej aj vertikálnu hlavičku na ľavej strane.

Každá akcia je taktiež pridaná do zoznamu, ktorý nám umožní vyhľadať akciu zodpovedajúcu danému riadku v tabuľke. Toto ešte budeme používať na modifikovanie akcií.

```
QAction *action =
                static_cast<QAction *>(actions->first());
        int row = 0;

        while (action) {
            actionsTable->setText(row, 0, action->text());
            actionsTable->setText(row, 1,
                                  QString(action->accel()));
            actionsList.append(action);
            action = static_cast<QAction *>(actions->next());
            ++row;
            }
```

- Dialógové okno bude mať dve tlačidlá: OK a Cancel

```
QPushButton *okButton = new QPushButton(tr("&OK"), this);

        QPushButton *cancelButton = new QPushButton(tr("&Cancel"), this);
        connect(okButton, SIGNAL(clicked()),
                this, SLOT(accept()));
        connect(cancelButton, SIGNAL(clicked()),
        this, SLOT(reject()));
```

- Dva signály z tabuľky slúžia na editačný proces

```
connect(actionsTable, SIGNAL(currentChanged(int, int)),

                this, SLOT(recordAction(int, int)));
        connect(actionsTable, SIGNAL(valueChanged(int, int)),
                this, SLOT(validateAction(int, int)));
        ...
        setCaption(tr("Edit Actions"));
 }
```

4.5.2 Proces editovania

Keď používateľ začne upravovať bunku, actionsTable vyšle signál currentChanged() a zavolá sa recordAction() s riadkom a stĺpcom bunky.

```
void ActionsDialog::recordAction(int row, int col)
    {
        oldAccelText = actionsTable->item(row, col)->text();

    }
```

Predtým, než používateľ dostane šancu modifikovať obsah, uložíme si aktuálny text bunky. Keď nebude vyhovovať zmenený text, tak sa text bunky vráti na pôvodný.

```
void ActionsDialog::validateAction(int row, int column)
    {
        QTableItem *item = actionsTable->item(row, column);
        QString accelText = QString(QKeySequence(
                                    item->text()));

        if (accelText.isEmpty() && !item->text().isEmpty()) {
            item->setText(oldAccelText);
        } else {
            item->setText(accelText);
        } }
```

Použijeme QKeySequence na kontrolu nového textu. Ak nový text nemôže byť použiteľný QKeySequence, tak sa do bunky uloží pôvodný text. Keď používateľ z bunky zmaže starý text a nezadá nový, tak bunka zostane prázdna. Keď nový text môže byť použiteľný, tak sa uloží do bunky a nahradí starý text.

```
void ActionsDialog::accept()
    {
        for (int row = 0; row < actionsList.size(); ++row) {
            QAction *action = actionsList[row];
            action->setAccel(QKeySequence(
                             actionsTable->text(row, 1)));
        }

        QDialog::accept();
    }
```

Pri stlačení tlačidla OK sa zmeny uložia a pri stlačení Cancel sa všetky zmeny stratia.

4.5.3 Editovanie, načítanie a ukladanie skratiek

V aplikácii musíme zabezpečiť otvorenie dialógu s používateľského rozhrania, načítanie nastavenia skratiek a ich ukladanie.

```
ApplicationWindow::ApplicationWindow()
        : QMainWindow(0, "example application main window",
```

```
                    WDestructiveClose)
    {
        ...
        QPopupMenu *settingsMenu = new QPopupMenu(this);
        menuBar()->insertItem(tr("&Settings"), settingsMenu);

        QAction *editActionsAction = new QAction(this);
        editActionsAction->setMenuText(tr(
                                "&Edit Actions..."));
        editActionsAction->setText(tr("Edit Actions"));
        connect(editActionsAction, SIGNAL(activated()),
                this, SLOT(editActions()));
        editActionsAction->addTo(settingsMenu);

        QAction *saveActionsAction = new QAction(this);
        saveActionsAction->setMenuText(tr("&Save Actions"));
        saveActionsAction->setText(tr("Save Actions"));
        connect(saveActionsAction, SIGNAL(activated()),
                this, SLOT(saveActions()));
        saveActionsAction->addTo(settingsMenu);
```

Na prepísanie predvolených klávesových skratiek vložíme nasledovný kód na koniec konštruktorov:

```
...

   loadActions();

  ...

}
```

Funkcia LoadActions () slúži na zmenu skratky každého QAction, ktorého názov zodpovedá záznamu v nastavení:

```
void ApplicationWindow::loadActions()
    {
        QSettings settings;
        settings.setPath("trolltech.com", "Action");
        settings.beginGroup("/Action");

        QObjectList *actions = queryList("QAction");
        QAction *action =
                static_cast<QAction *>(actions->first());

        while (action) {
            QString accelText = settings.readEntry(
                                            action->text());
            if (!accelText.isEmpty())
                action->setAccel(QKeySequence(accelText));
            action = static_cast<QAction *>(actions->next());
        }
  }
```

Táto funkcia závisí na predvolené hodnoty z QSettings:: readEntry (), aby zabezpečili, že každá akcia je zmeniť iba v prípade, že je vhodný vstup s platnou skratku k dispozícii.

editActions () vykonáva úlohu otvoriť dialóg so zoznamom všetkých akcií hlavného okna:

```
void ApplicationWindow::editActions()
    {
        ActionsDialog actionsDialog(queryList("QAction"),
                                    this);
        actionsDialog.exec();
    }
```

QObjectList vrátené QueryList () obsahuje všetky QActions v hlavnom okne, vrátane tých nových, ktoré sme pridali do menu.

saveActions() je volané vždy keď Save Action menu je aktivované:

```
void ApplicationWindow::saveActions()

    {

        QSettings settings;

        settings.setPath("trolltech.com", "Action");

        settings.beginGroup("/Action");


        QObjectList *actions = queryList("QAction");

        QAction *action =

                static_cast<QAction *>(actions->first());


        while (action) {

            QString accelText = QString(action->accel());

            settings.writeEntry(action->text(), accelText);

            action = static_cast<QAction *>(actions->next());

        }

     }
```

4.6 Návrh spracovania syntaktického stromu

Ako spôsob spracovania syntaktického stromu navrhujeme dokopy tri možné riešenia.

```
C++ -> LUA C API -> LUA -> AST
```

Ak by bol zmenený kód, tak sa z C++ cez LUA C API pošle požiadavka na vykonanie analýzy zmeneného kódu na strane Lua, pomocou knižnice Lpeg. Lua sprístupní tabuľky reprezentujúce AST, nad ktorými sa bude ďalej pracovať v C++ kóde.

Výhody :

- Rýchlejšie volanie
- Žiadna dátová redundancia

Nevýhody :

- Problém pri spätnej zmena dát (grafické vykresľovanie)

```
C++ ->  LUA FFI C štruktúra -> AST
```

Ak sa zmení kód, tak sa pošle požiadavka na vykonanie analýzy pomocou knižnice Lpeg. Potom sa vytvorí Lua skript, v ktorom sa tabuľky vygenerované knižnicou Lpeg transformujú do C štruktúr prepojených smerníkmi pomocou FFI knižnice. Následne by sa do C++ kódu poslal smerník na tieto štruktúry, kde by sa s nimi ďalej pracovalo.

Výhody :

- Čiastočné zrýchlenie
- Zachovaná myšlienka manipulácie s AST

Nevýhody :

- Redundancia dát

```
C++ -> C štruktúra -> LUA FFI Lpeg (AST)
```

Lpeg knižnicu prepíšeme pomocou FFI knižnice tak, že nebude reprezentovať AST pomocou Lua tabuliek, ale priamo bude vytvárať AST v C štruktúre. Následne pošle smerník na túto štruktúru do C++ kódu, kde sa s ňou bude ďalej pracovať. Týmto by malo byť možné dosiahnuť niekoľkonásobné zrýchlenie, nakoľko práca s C štruktúrou je oveľa rýchlejšia. To je spôsobené najmä dynamickým určovaním dátového typu Lua tabuľky.

Výhody :

- Veľmi veľké zrýchlenie
- Zachovaná myšlienka manipulácie s AST

Nevýhody :

- Náročná implementácia

Rozhodli sme sa pre prvú variantu, a teda dopytovanie sa na AST cez LUA C API. Druhú variantu sme zamietli kvôli redundancii dát, a teda by nemusela poskytovať želané zrýchlenie

programu. Tretiu variantu sme zamietli kvôli náročnosti implementácie, ale v prípade potreby čo najväčšej optimalizácie výkonu aplikácie budeme nad touto variantou znova uvažovať.

Návrh spracovania AST pomocou prvej varianty bude teda vyžadovať nasledovné úpravy. Funkcia TreeElement *Analyzer::createTreeFromLuaStack() by sa zrušila a jej funkcionalita by bola nahradená čiastkovými volaniami z tabuľky na strane jazyka LUA. Tieto čiastkové volania by musela implementovať nová trieda, ktorá by plne nahradila triedu `TreeElement`. Takáto zmena reprezentácie AST by znamenala značnú zmenu architektúry celej aplikácie, lebo ostatné triedy sú s triedou `TreeElement` silno previazané. V C++ by sme už viac nevytvárali AST, len by sme sa dopytovali na strane LUA, kde by bol trvalo prístupný a menil sa len pri jeho modifikácií.

4.6.1 Experimentovanie s LUA C API / FFI library

Natívny spôsob mapovania C funkcie do LUA skriptu

Táto funkcia slúži na registrovanie C funkcie pre LUA skript

```
void lua_register (lua_State *L,
                   const char *name,
                                lua_CFunction f);
```

Príklad použitia:

Definícia funkcie, ktorú voláme v LUA skripte

```
static int average(lua_State *L)
{
    int n = lua_gettop(L);            /* get number of arguments */
    double sum = 0;
    for (int i = 1; i <= n; i++)      /* loop through each argument */
    {
        if (!lua_isnumber(L, i))
        {
            lua_pushstring(L, "Incorrect argument to 'average'");
            lua_error(L);
        }
        sum += lua_tonumber(L, i);    /* total the arguments */
```

```
    }
    lua_pushnumber(L, sum / n);       /* push the average */
    lua_pushnumber(L, sum);           /* push the sum */
    return 2;                         /* return the number of results */
}
```

Ukážka registrácie funkcie pre LUA skript

```
    L = luaL_newstate();                        /* initialize Lua */
    luaL_openlibs(L);                           /* load Lua base libraries */
    lua_register(L, "average", average);        /* register our function */
    luaL_dofile(L, "C:\\TEST\\lua_call.lua"); /* run the script */
    lua_close(L);                                          /* clean up LUA */
```

Ukážka LUA skriptu, ktorý používa C funkciu

```
avg, sum = average(10, 20, 30, 40,  50)
print("The average is ", avg)
print("The sum is ", sum)
```

Natívny spôsob mapovania LUA funkcie do C kódu

Definícia, ktorú voláme v LUA skripte

```
function f (x, y)
       io.write("The table the script received has:\n")
       local xx = 1
       for i = 1, #foo do
           print(i, foo[i])
           xx = xx + foo[i]
       end
       io.write("Returning data back to C\n")
   return x + y + xx
end
```

Ukážka kódu, kde voláme LUA funkciu v C kóde, tiež na stranu LUA posielame data do tabuľky a dva parametre pre funkciu

```
L = luaL_newstate();
```

```
luaL_openlibs(L); // Load Lua libraries

int status = luaL_dofile(L, "C:\\TEST\\script.lua");

lua_newtable(L);    // We will pass a table

for (int i = 1; i <= x; i++) {

     lua_pushnumber(L, i);   // Push the table index

     lua_pushnumber(L, i*3); // Push the cell value

   //lua_rawset(L, -3);      // Stores the pair in the table

     lua_settable(L, -3);

}

lua_setglobal(L, "foo");// By what name is the script going to reference
our table?

lua_getglobal(L, "f");

lua_pushnumber(L, 5);

lua_pushnumber(L, 5);

int result = lua_pcall(L , 2, 1, 0);   // Ask Lua to run our little script

if (!lua_isnumber(L, -1)) //Get the returned value at the top of the stack
(index -1)

int sum = lua_tonumber(L, -1);

lua_pop(L, 1);  // Take the returned value out of the stack

lua_close(L);
```

Natívna FFI (Foreign Function Interface) knižnica

FFI knižnica umožňuje volanie externých C funkcií a používanie C dátových štruktúr v Lua skripte. FFI knižnica do veľkej miery obmedzuje nutnosť použitia natívnych Lua\C volaní v C kóde. Tento spôsob je jednoduchý, keďže FFI parsuje deklarácie C kódu.

Ukážka jednoduchého použitia C funkcií v Lua skripte:

```
local ffi = require(“ffi”)
ffi.cdef[[
        int printf(const char *fmt, ...);
        int rename(const char* oldname, const char* newname);
        int MessageBoxA(void *w, const char *txt, const char *cap, int
type);
]]
ffi.C.printf("Hello %s!", "world")
ffi.C.rename("pokus.txt", "success.txt")
ffi.C.MessageBoxA(nil, "Hello world!", "Test", 0)
```

Tento skript vykoná nasledovné akcie. V prvom riadku načíta FFI knižnicu. Potom nasleduje ffi.cdef blok, v ktorom sú deklarácie C funkcií, ktoré chceme skriptu sprístupniť. Potom nasledujú volania týchto funkcií s už konkrétnymi volaniami. Výstupom týchto volaní bude:

```
→ Vypíše text "Hello world"
→ Premenuje súbor "pokus.txt" na "success.txt" v aktuálnom adresári
→ Zobrazí okno s textom "Hello world!", názvom "Test" a tlačítkom "OK"
```

4.7 Návrh riešenia paralelizmu

V rámci návrhu riešenia a následného experimentovania boli preštudované možnosti implementácie paralelizmu, ktoré nám rovno poskytuje Qt framework. V predchádzajúcich verziách Qt možnosti paralelného spracovania neboli veľmi rozsiahle, v podstate celková práca vychádzala z použitia QThread triedy. S nasadením aktuálnej 4.4 verzie Qt frameworku boli značne rozšírené prístupy pre paralelizmus, ktoré už sú vhodne implementované a teda je možné ich použiť pre riešenie pokročilejších problémov. V podstate princípy a práca s vláknami je v Qt podobná prístupu, ktorý je využívaný v rámci jazyka Java.

Pre následnú integráciu boli naštudované viaceré prístupy a triedy poskytujúce vhodné paralelné riešenia, pričom sme celkovo identifikovali dva možné prístupy pre zavedenie paralelného spracovania:

4.7.1 QRunnable prístup

Trieda QRunnable slúži ako základná trieda pre všetky bežiace objekty. V skutočnosti si ju môžeme predstaviť ako interface, ktorý sa používa pre reprezentovanie úlohy alebo časti kódu, ktorý je potrebné vykonať. Pri tomto spôsobe sú využívané upravené objekty pre potreby behu paralelného vlákna. Teda pre spustenie paralelného vlákna je nutné implementovať funkciu run(), ktorú poskytuje daný interface.

Oproti staršiemu riešeniu cez dedenie triedy QThread zo sebou priniesol viaceré výhody:

- QRunnable nemá žiadnu základnú triedu
- bohužiaľ nevyužíva signáli a sloty
- má jednoduchú konštrukciu, naopak využitie QObject je veľakrát ťažkopádne
- beží na akomkoľvek voľnom vlákne a tým rieši cenu vytvárania nového vlákna
- novinka zavedená v Qt 4.4

Pri použití daného interfacu hovoríme o asynchrónnom prístup, pri ktorom sú všetky vlákna pre vykonanie kódu spúšťané a uložené v rámci QThreadPool štruktúry. QThreadPool manažuje a má kontrolu nad vláknom, ktoré po skončení automaticky zmaže.

```
class HelloWorldTask : public QRunnable  {
     void run()
        {qDebug() << "Hello world from thread" << QThread::currentThread();
}
 }
HelloWorldTask *hello = new HelloWorldTask();
QThreadPool::globalInstance()->start(hello);
```

Je možné ovplyvniť cez flag, čo sa má po zbehnutí úlohy s vláknom stať.

```
QRunnable::setAutoDelete() - to change the auto-deletion flag
```

V súčasnej dobe je to stále jeden z najpoužívanejších spôsobov, pomocou ktorého je implementovaný paralelizmus v súčasných aplikáciách.

4.7.2 QtConcurrent prístup

Tento prístup k paralelizmu je založený na Concurrent frameworku. V podstate vznikol ako odpoveď na riešenie otázky kedy už máme implementovanú funkciu, ale nie je nad ňou postavený žiaden QThread alebo QRunnable prístup? V tom prípade je QtConcurrent ideálne riešenie. V tomto prípade ide rovnako o o asynchrónny prístup, ktorého API je ale už postavené na vyššej úrovni synchronizačných princípov.

Na rozdiel od iných spôsobov sa sústreďuje priamo na spustenie funkcie v samostatnom vlákne. V rámci tohto prístupu je výhodou, že nie je nutné robiť žiaden zásah do už existujúcich funkcií a metód. Priamo za pomoci poskytnutého frameworku vieme paralelne spustiť jednotlivé funkcie.

The QtConcurrent::run() cez funkciu run sa spúšťa funkcia v samostatnom vlákne.

```
QFuture<void> future = QtConcurrent::run(function_name, arg1, arg2, ...);
```

Ako je vidieť, argumenty je možné posielať do funkcie v rámci run() hneď za menom spúšťanej funkcie. Trieda QFuture nám tu poskytuje užitočné funkcie ako *isFinished, isRunning, isStarted*, *waitForFinished,* alebo *result.*

```
QString result = future.result();
```

Výsledky spusteného vlákna sú sprístupnené cez QFuture API. Trieda QFuture a ďalšia trieda QFutureWatcher sa používajú na monitorovanie stavu funkcií vo vláknach.

Funkcia *QFuture::result()* blokuje spracovanie a čaká na výsledok, avšak pri použití QFutureWatcher ide o neblokujúcu synchronizáciu, kedy je možné požadovať notifikovanie až beh funkcie a teda aj vlákna skončí.

Pre nesynchrónny prístup je lepšie nastaviť pri vytváraní vlákna Signal aký bude vyslaný po skončení vlákna a Slot, ktorý registruje a spracuje tento signál.

4.7.3 Zdieľanie zdrojov medzi paralelnými vláknami

V rámci návrhu sme sa zamerali ešte na jednu problematiku, ktorá s paralelizmom priamo súvisí a to je zdieľanie spoločných zdrojov v pamäti. Qt frameworku na riešenie tohto problému poskytuje triedu QSharedMemory. Táto štruktúra poskytuje prostriedky pre vytvorenie priestoru v pamäti, ku ktorému môžu pristupovať všetky vlákna, ktoré majú prístupový kľúč. Zároveň obsahuje aj základné synchronizačné prostriedky pre zabezpečenie súbežného prístupu do takejto pamäte.

4.7.4 Zhodnotenie

Aj keď obidve metódy spĺňajú požiadavky paralelizmu v editore, predsa len sme sa pre potreby zavedenia paralelizmu rozhodli využiť druhý prístup a to z viacerých dôvodov:

- aby sme sa vedeli čo možno najviac priblížiť k tým skutočným častiam a funkciám editora, ktoré majú byť vykonávané paralelne
  - napr. samostatná analýza na strane Lua sa spúšťa v rámci jednej metódy *analyze,* ktorá je ale súčasťou komplexnejšej triedy *Analyzer* pre celkovú prácu s Lua
- keďže staviame na už existujúcom riešení, ktoré ďalej rozširujeme a upravujeme, využitie druhého popísaného znamená fakt, že už existujúce časti nemusíme dodatočne prerábať
- ide o pokročilejšiu paralelnú techniku, a teda by mala byť efektívnejšia a rýchlejšia ako staršie riešenia
- keďže ide o grafický editor, ktorý pre svoju prácu vo veľkom využíva princípy signal a slot, nemal by byť problém asynchrónne spracovávať výsledok vlákna, ktorého signal by mal byť odchytávaný

5 Implementácia prototypu

Táto kapitola popisuje implementáciu systému t.j. prevedenie návrhu do výsledného funkčného kódu.

5.1 Implementácia 2 módov editácie

Pre potrebu implementácie dvoch módov editácie bola vytvorená trieda TextGroup, ktorá poskytuje klasické možnosti editácie textu ako iné textové editory. Táto trieda dedí svoje vlastnosti od triedy QGraphicsTextItem zlučuje v sebe textový editor a schopnosť grafického zobrazenia v triede QGraphicScene. Pri prepnutí módu sa nahrádza miesto triedy BlockGroup. Pri opätovnom prepnutí módu posiela triede BlockGroup editovaný obsah textu a zaniká. V takomto minimalistickom riešení dosahujeme uspokojivé implementovanie funkcionality 2 módov, v ktorom sa zachováva konzistencia editovaného textu a pri tom aj výhody formátovania blokov na grafickej scéne.

```
TextGroup::TextGroup(BlockGroup *block, DocumentScene *scene)
    : QGraphicsTextItem(0, scene)
{
    this->block = block;
    this->setPlainText(block->toText());
    this->setPos(block->pos().x(),block->pos().y());
    this->setScale(block->scale());
    this->setFlags(QGraphicsItem::ItemIsSelectable|
QGraphicsItem::ItemIsFocusable | QGraphicsItem::ItemIsMovable);
    this->setTextInteractionFlags(Qt::TextEditorInteraction);
    Block *temp = new Block(new TreeElement("temp"), 0, block);
    QFont *f = new QFont(temp->textItem()->font());
    this->setFont(*f);
}
```

Prepnutie módu nastáva stlačením alt a ľavým tlačidlom myšky. Nastáva poslanie aktuálnych parametrov a zobrazenie bloku.

```
void TextGroup::mousePressEvent(QGraphicsSceneMouseEvent *event)
{
    if (event->button() == Qt::LeftButton){
        if ((event->modifiers() & Qt::AltModifier) == Qt::AltModifier)
        {
            block->setContent(this->toPlainText());
            block->setPos(this->pos().x(),this->pos().y());
            this->setVisible(false);
            block->setVisible(true);
            scene->update();
            event->accept();
        }
    }
    QGraphicsTextItem::mousePressEvent(event);
}
```

5.2 Experimentovanie a implementácia funkcionality Undo/Redo

Keďže ide o textový editor pri implementácií funkcionality Undo/Redo sme sa zamerali na prácu s textom. Väčšina akcií vykonaných v editore pracuje priamo s textom a až potom sa rieši vizualizácia jednotlivých blokov. Preto najdôležitejšie je identifikovať všetky miesta, kde sa text zmení a uchovávať stav pred a po vykonaní akcie, ktorá zmení text. Pri implementácií tejto funkcionality je možné využiť návrhový vzor Command.

5.2.1 Experimentovanie

Pri experimentovaní sme sa hlavne zamerali na využitie Qt Undo Frameworku, ktorá umožňuje implementáciu návrhového vzoru Command.

- To triedy MainWindow sme pridali zásobník na uloženie jednotlivých akcií a „view“ na zobrazenie histórie vykonaných akcií

```
class MainWindow : public QMainWindow {
.
.
.
QUndoStack *undoStack;
QUndoView *undoView;
.
undoStack = new QUndoStack(this);
.
```

- Potom sme vytvorili súbor commands.cpp, v ktorom sa nachádzajú implementácie jednotlivých akcií. Pre každú akciu sme vytvorili vlastnú triedu.

```
class AddTextCommand : public QUndoCommand

 {
     Q_OBJECT
 public:
     AddTextCommand(QString text, TextItem* myTextItem, DocType *docType,
Arrow* arrow, QString* path);
     void undo(); // implementácia akcie pre undo
     void redo(); // implementácia akcie pre redo
 private:
     QString text;
     TextItem *myTextItem;
     DocType *docType;
     QString *path;
 };
```

- Pri zavolaní funkcie na pridávanie textu sa vytvorí nový objekt triedy AddTextCommand, ktorý vykoná akciu. Po vykonaní akcie sa objekt uloží do zásobníka.

```
void MainWindow::addText()

{
```

```
    if (diagramScene->selectedItems().isEmpty())
        return;

    QUndoCommand *addTextCommand = new addTextCommand(diagramScene);
    undoStack->push(addTextCommand);
}
```

- Funkcionalitu Undo/Redo dosiahneme vložením a výberom jednotlivých objektov zo zásobníka a zavolaním funkcie `undo()` resp. `redo()`

5.2.2 Samotná implementácia

Pri implementácií sa v prvom rade zameriavame na prácu s textom a až potom riešime veci ako sú napr. dokumentačné bloky. Na implementáciu využijeme Qt Undo Framework a vychádzame z výsledkov, ktoré sme získali experimentovaním.

5.3 Experimentovanie a implementácia paralelizmu

V rámci tejto časti sme sa zamerali na dve veci. Prvou je experimentovanie s navrhovanými možnými riešeniami tak ako to býva zvykom pri využívaní nových technológií. Nasleduje popísanie riešenia samotnej implementácie, v rámci ktorej sú rozvinuté otázky, ktoré je vhodné riešiť.

5.3.1 Experimentovanie

- QRunnable implementácia a čítanie zo zdieľanej pamäte vo vlákne

```
class Work : public QRunnable
{
public:
    void run(){
        qDebug() << "Hello from child thread " << QThread::currentThread();
        //zavolanie ďalšej funkcie na vykonávanie napr.
        loadFromSharedMemory()
    }
    void loadFromSharedMemory()
    {
        QSharedMemory sharedMemory("SM_key");
        sharedMemory.attach();
        sharedMemory.lock();
        char *to = (char*)sharedMemory.data();
        qDebug() << to;
        sharedMemory.unlock();
        sharedMemory.detach();
  }
};
```

- QSharedMemory – inicializácia a zapísanie do zdieľanej pamäte

```
// QSharedMemory - inicializácia
QSharedMemory sharedMemory("SM_key");
sharedMemory.create(1024);
```

```
// QSharedMemory - zapísanie do pamäte, treba poskytnúť len meno
void writeToSM(QString &SM_key)
{
    QSharedMemory sharedMemory(SM_key);
    sharedMemory.attach();
    sharedMemory.lock();
    char *to = (char*)sharedMemory.data();
    char *text = "hello world printed from SharedMemory by writeToSM
function in separate thread";
    memcpy(to, text, strlen(text)+1);
    sharedMemory.unlock();
    sharedMemory.detach();
}
```

- Využitie QtConcurrentRun

```
// QtConcurren::run spustí metódu writeToSM v novom vlákne a pošle meno
QFuture<void> future2 = QtConcurrent::run(writeToSM, (QString) "SM_key");
QFutureWatcher<void> watcher2.setFuture(future2);
```

5.3.2 Samotná implementácia

V prvom rade sme sa mali v rámci paralelizmus zamerať na uľahčenie syntaktickej analýzy textu, ktorá by mala bežať na pozadí aby nerušila používateľa a nebrzdila ho pri práci.

Na základe aktuálneho spôsobu práce v editore, sme sa rozhodli zvlášť vytvárať lokálne *lua_state* v novo spustenom vlákne, ktorým bude po skončení nahradený predchádzajúci už neaktuálny *lua_state*.

Počas implementácie bude potrebné vyriešiť nasledujúce problémy:

- Ako preklopiť novú analýzu na tú s ktorou pracuje editor. Teda vymeniť nový lua_state a jeho obsah za ten pracovný, s ktorým sa pracuje zatiaľ čo beží analýza na pozadí.
- Ako signalizovať dobehnutie analýzy
- Čo robiť ak už beží analýza a editor zaznamená ďalšie zmeny pri práci so súborom. Zhodiť vlákno a spustiť odznova alebo vytvoriť ďalšie vlákna? Problém, že analýza by nemusela nikdy dobehnúť pri príliš akčnom používateľovi.
- Ako pristupovať k lua_state, teda ako to obaliť na strane editora

5.4 Implementácia spracovania AST pomocou LUA C API

Rozhodli sme sa do prototypu implementovať spracovanie abstraktného syntaktického stromu pomocou LUA C API. Postupovali sme prepisom jednotlivých funkcií, ktoré sme nahradili v triede TreeElement za ich dynamickú verziu.

Ukážka funkcie ktorá vracia deti (children) aktuálneho elementu v zásobníka a ukladá ich do listu.

```
QList<TreeElement*> Analyzer::getElementChildrenAST(){
    QList<TreeElement*> children;
    int limit = getCountElementChildrenAST();
    if( limit > 0 ){
            TreeElement* child;
            for(int i = 0; i < limit ; i++ ){
                lua_next(L, -2);                    //! iterate on child
                QString nodeName;
                   nodeName = getChildAST();
                   bool paired = false;
                   if (pairedTokens.indexOf(nodeName, 0) >= 0)
                   {
                       paired = true;
                   }
                   child = new TreeElement(nodeName,
                                           selectableTokens.contains(nodeName),
                                           multiTextTokens.contains(nodeName),
                                           false, paired);
                   if (floatingTokens.contains(nodeName))
                        child->setFloating(true);
                   child->analyzer = this;
              children.append(child);              //! add children to list
            }
         lua_pop(L, 1);
         lua_pushnumber(L, 1);
    }
    return children;
}
```

Pomocná rekurzívna funkcia na zistenie jednotlivých detí.

```
QString Analyzer::getChildAST(){
    QString child;
      if(lua_isstring(L, -1)){
          child = QString(lua_tostring(L, -1));
          lua_pop(L, 1);
      }else{
              lua_pushnil(L);
              while(lua_next(L, -2) != 0)
              {
                  if(lua_isstring(L, -1)){
                      child = getChildAST();
                      break;
                  }else{
                    child = getChildAST();
                    lua_pop(L, 2);
                  }
              }
              lua_pop(L, 2);
       }
      return child;
}
```

Nahradenie za dynamickú verziu funkcie v triede TreeElement.

```
QList<TreeElement*> TreeElement::getChildren() const
{
    if(DYNAMIC)
        return this->analyzer->getElementChildrenAST();
    else
        return children;
}
```

Podarilo sa nám implementovať väčšinu funkcií v triede TreeElement. Neskôr sa však testovaním prišlo na problém spätného vnárania sa na predchádzajúce elementy, predovšetkým z dôvodu reprezentácie len jedného lua_state stavu.

6 Testovanie

V rámci tejto časti sú popísané spôsoby testovania a navrhnuté jednotlivé akceptačné testy.

6.1 Akceptačné testy pre overenie funkcionality

Slúžia na overenie jednotlivých funkcionalít systému.

Tab. 12 Akceptačný test funkcionality Undo/redo

Názov		**Použitie Undo/redo**		
Rozhranie		dokument	**ID testu**	01
Účel testu		Overenie funkcionality Undo/redo	**ID UC**	13
Vstupne podmienky		Otvorený dokument obsahujúci text (zdrojový kód)		
Výstupné podmienky		Dokument je po editovaný a využití funkcie Undo/redo v pôvodnom stave		
Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**	
1.	Vymaž časť textu	Z dokumentu je vymazaná časť textu.		
2.	Stlač ctrl + z (undo)	Vymazaný text je obnovený.		
3.	Napíš časť textu	V dokumente pribudol text.		
4.	Stlač ctrl + y (redo)	Nový text je odstránený.		
Úroveň splnenia testu		Musí – ~~Mal by~~ – ~~Mohol by~~		
Poznámka		-		

Tab. 13 Akceptačný test funkcionality skratiek (shortcuts)

Názov		**Použitie skratiek (shortcuts)**		
Rozhranie		hlavne menu	**ID testu**	02
Účel testu		Overenie funkcionality skratiek	**ID UC**	15
Vstupne podmienky		Nakonfigurované skratky		
Výstupné podmienky		Vykonanie príslušnej funkcionality podľa nastavenej skratky		
Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**	
1.	Dopíš text do dokumentu	V dokumente pribudol text.		
2.	Stlač ctrl + s (save)	Zobrazí voľbu uloženia dokumentu.		
3.	Stlač ctrl + q (quit)	Ukončí sa editácia a program.		
4.	Stlač ctrl + <*znak*>	Vykoná príslušnú funkcionalitu.		
Úroveň splnenia testu		Musí – ~~Mal by~~ – ~~Mohol by~~		
Poznámka		-		

Tab. 14 Akceptačný test funkcionality 2 módov editora

Názov		**2 módy editora**		
Rozhranie		dokument	**ID testu**	03
Účel testu		Overenie funkcionality 2 modov editora	**ID UC**	14
Vstupne podmienky		Otvorený dokument obsahujúci text (zdrojový kód)		
Výstupné podmienky		Prepnutý mód editovania dokumentu		
Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**	
1.	Označ dokument	Dokument je označený (zvýraznený okraj).		
2.	Stlač alt + ľavé tlačidlo	Nastala zmena módu editovania		

	myšky	dokumentu. Editovaný text je bez zmeny.	
4.	Dopíš text do dokumentu	V dokumente pribudol text.	
5.	Stlač alt + ľavé tlačidlo myšky	Editovanie sa preplo na pôvodný mód. V dokumente sú všetky zmeny.	
Úroveň splnenia testu		Musí – ~~Mal by~~ – ~~Mohol by~~	
Poznámka		-	

7 Zhodnotenie a návrhy do ďalšej fázy riešenia

V projekte sme analyzovali existujúce riešenia podobných systémov a tiež vhodné technológie. Navrhli sme viaceré spôsoby ako implementovať jednotlivé funkcionality pre systém, pre ktoré sme vykonali viacero experimentov. Do prototypu sa nám podarilo implementovať časť funkcionality dynamického spracovania abstraktného syntaktického stromu, funkcionalitu dvoch módov a natívne undo/redo v druhom móde editovania. Keďže tento projekt vyvíjame iteratívnym spôsobom vývoja, táto fáza projektu slúžila hlavne na dôkladnú analýzu a návrh jednotlivých častí systému. V ďalšej fáze projektu sa preto budeme venovať predovšetkým implementovaniu navrhnutých funkcionalít a dôkladnému testovaniu.

7.1 Návrhy pre optimalizáciu riešenia

7.1.1 Optimalizácia paralelizmu

V ďalšej fáze bude nutné implementovať paralelizmus aj na strane Lua jazyka, keďže ide o skriptovací jazyk, kedy ak by sa pracovalo len s jedným *lua_state* nad ktorým bude spúšťaná analýza a medzitým prídu aj ďalšie aktualizácie, tak budú ďalšie príkazy čakať, kým nespracuje skôr zavolanú analýzu. Je to dané spôsobom práce skriptovacích jazykov, kedy kým neskoční jeden proces, tak nezačne ďalší.

Tento spôsob nám umožní prestať uvažovať o vytvorení nového *lua_state* na strane C++ ale rovno zavolať v Lua analýzu a v rámci nej nechať paralelne spracovať text. Bol by menší problém so zamenením analýzy a obsahu AST stromu avšak bolo by nutné ošetriť spracovanie iných úkonov, ktoré sú na strane Lua.

7.1.2 Optimalizácia spracovania AST

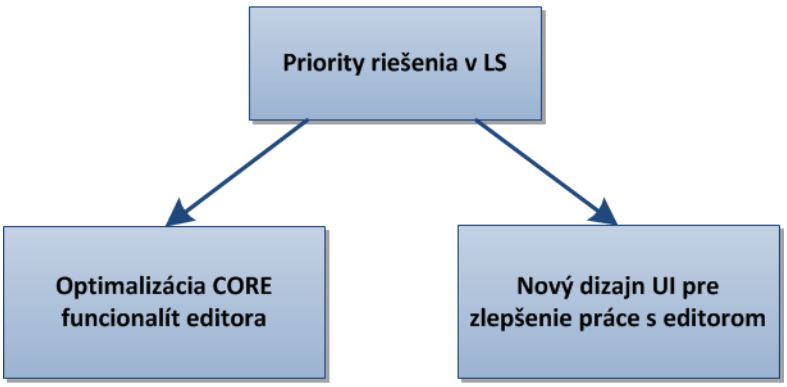
Najoptimálnejším spracovania abstraktného syntaktického stromu je jeho priame spracovanie a namapovanie na C-štruktúru pomocou LUA FFI priamo pri spracovaní knižnicou LPeg. Takéto riešenie však vyžaduje rozsiahli zásah do tejto knižnice pri zachovaní jej funkcionality. Pre aktuálne potreby by malo byť postačujúce dokončenie riešenia s LUA C API.

8 Zapracovanie nedostatkov špecifikácie a návrhu v LS

Na základe vlastnej empírie získanej počas prác na zimnom semestri sme sa rozhodli určité atribúty projektu pozmeniť. Zmenou prešla nielen architektúra programu a dizajn používateľského prostredia, ale prepracované boli aj niektoré už implementované funkčné prvky editora. Taktiež vznikli aj nové požiadavky na funkcionalitu, ktoré sa skôr týkajú vizuálneho používateľského dojmu z editora.

8.1 Priority riešenia

Na základe nových požiadaviek a zistených nedostatkov museli byť ako priority riešenia práce v LS stanovené dva smery. Na jednej strane vyplynula potreba optimalizácie už implementovaných funkčných častí editora ako je napr. lepšie spracovanie AST stromu alebo paralelizmus. Na strane druhej bola presadená snaha o prerobenie a obohatenie požívateľského rozhrania, čím by editor dostal oveľa profesionálnejší vzhľad, ktorý k reálne používanej aplikácií jednoducho patrí.

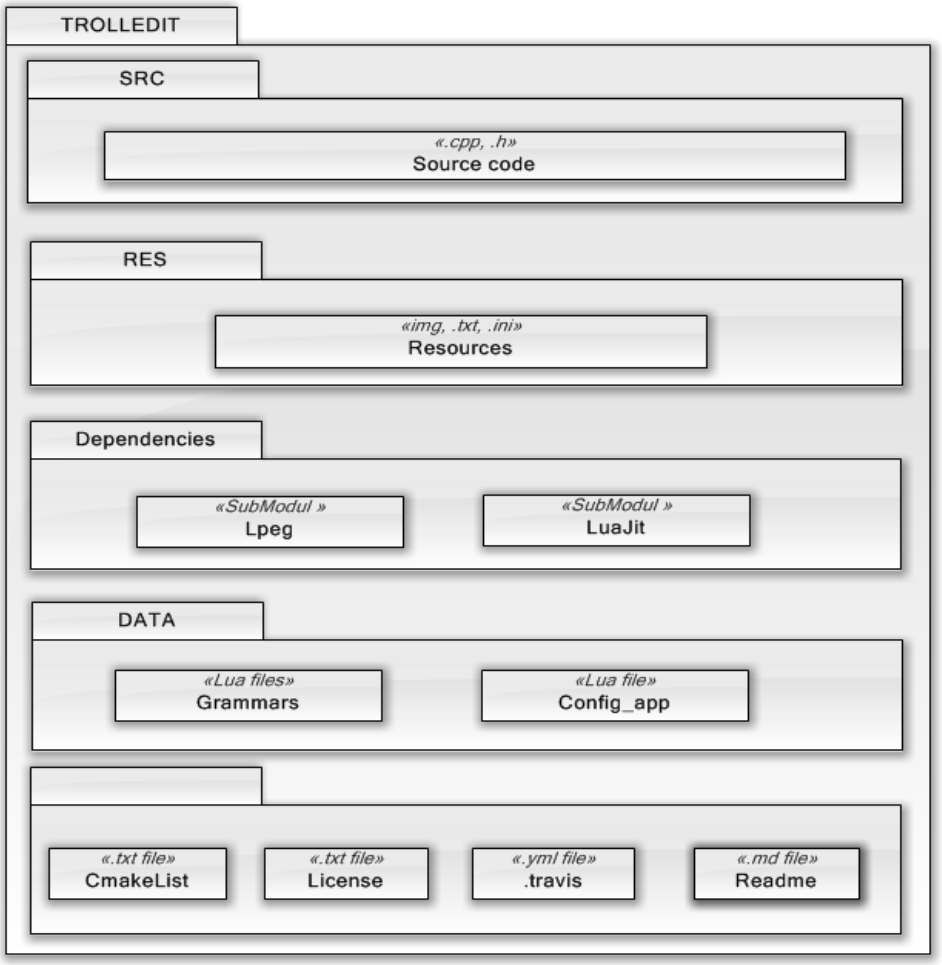


Obr. 7 Priority riešenia v LS - smery

9 Zmeny v návrhu systému a používateľskom prostredí

9.1 Nová architektúra editora

Architektúru programu sme sa nakoniec nerozhodli implementovať na klasickom trojvrstvom princípe, avšak zvolili sme štruktúru, ktorá odzrkadľuje princíp open-source projektov. Súčasná architektúra programu je zobrazená na Obr. 8 ako bloková schéma programu, kde jednotlivé baličky reprezentujú sémantické zoskupenie súborov v rámci hierarchickej štruktúry.



Obr. 8 Bloková schéma programu

V zložke SRC sú umiestnené všetky zdrojové kódy programu t.j. .cpp a .h súbory, ktoré tvoria logiku programu. Zložka RES obsahuje všetky obrázky, ikony a pomocné súbory, ktoré program využíva. Zložka DEPENDECIES obsahuje submoduly pre externé projekty Lpeg, LuaJit, ktorý sťahuje ako repozitáre projektov a teda vždy pracujeme s novou verziou knižníc. Zložka DATA obsahuje jednotlivé gramatiky programu napísané v jazyku Lua a podľa

potreby ďalšie konfiguračné súbory, napr. pre definovanie štýlov aplikácie pomocou CSS, alebo používateľom definované skratky.

Posledný balíček obsahuje súbory, ktoré nie sú umiestnené v žiadnej zložke. Súbor CmakeList slúži pre zostavenie programu. Súbor License je klasický textový súbor, ktorý obsahuje MIT licenciu. Súbor .travis.yml obsahuje skript pre buildovací nástroj Travis CI. Súbor Readme.md obsahuje popis aplikácie a návod ako zostaviť program umiestnený v repozitári na portáli https://github.com/Innovators-Team10/TrollEdit.

9.2 Nový dizajn UI

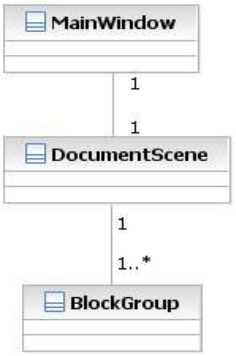
Čo sa tyká hierarchického rozdelenia okien programu, ten je rovnaký ako v zimnom semestri, akurát sa výrazne zmenil dizajn celej aplikácie od loga programu až po jednotlivé ikony.

Obr. 9 Nový splashScreen

Obr. 10 Nový dizajn hlavného okna aplikácie

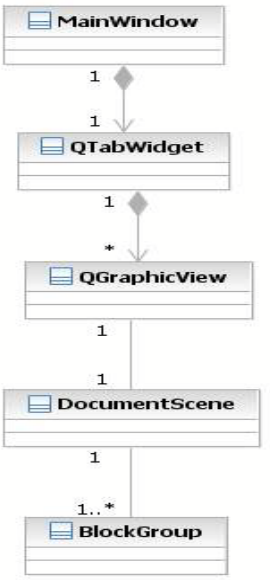
9.3 Implementácia Multi-tab rozhrania do editora

V pôvodnej aplikácií TrollEdit bolo používateľské rozhranie iba v jednom okne bez tabov a veľmi rýchlo vznikla požiadavka mať týchto tabov viacero. Preto bolo zakomponované multi-tab rozhranie ako ho majú tradičné editory alebo web prehliadače. Na Obr. 11 je znázornený UML diagram pôvodného riešenia. MainWindow je hlavné okno aplikácie. To obsahuje jeden DocumentScene, ktorý reprezentuje jeden pracovný priestor, v ktorom môže byť otvorených viacero súborov reprezentovaných triedou BlockGroup.

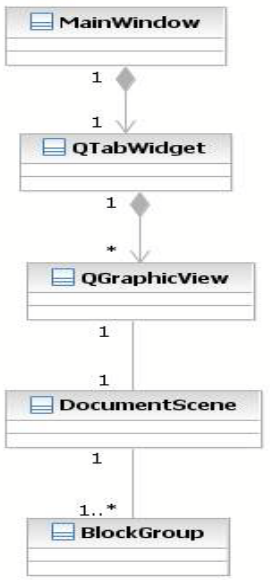


Obr. 11 UML diagram pôvodného riešenia

Toto riešenie bolo potrebné prerobiť takým spôsobom, aby v hlavnom okne bol jeden widget v ktorom bude možné mať otvorených viacero tabov. Každý tab potom obsahuje jeden DocumentScene s viacerými BlockGroupami. UML diagram nového riešenia je hierarchický znázornený na



Obr. 12.



Obr. 12 UML diagram nového riešenia

Pri implementácií MultiTab riešenia sme použili priamo Qt triedu QTtabWidget, ktorá v sebe implementuje všetku základnú funkcionalitu zatiaľ postačujúcu pre potreby TrollEditu. Ak by sme však chceli implementovať špecifickejšiu požiadavku ako napríklad zatvorenie tabu po stlačení stredného tlačidla myši, pridanie znaku * pred názov tabu ak sa v ňom nachádzajú editované súbory atď., tak by bolo potrebné vytvoriť vlastnú triedu, ktorá by dedila od triedy QtabWidget. Preto sme od toho nateraz upustili.

Počas implementácie sme ale narazili na problém s funkčnosťou existujúcich funkcií. Problém bol v tom, že pôvodné riešenie počítalo iba s jednou globálnou triedou DocumentScene, ktorá bola dostupná ako private atribút v triede MainWindow. Jednotlivé akcie (funkcie) ako napr. vytvorenie nového súboru či uloženie súboru, by sme mohli rozdeliť na 2 časti. Prvá časť sú funkcie naviazané na MainWindow (nový súbor, otvor súbor, zatvor aplikáciu atď.). Druhá časť naviazaná na dokument scénu, resp. na nejaký konkrétny súbor (zatvor súbor, ulož súbor...). Akcie v tejto druhej skupine boli pôvodne naviazané systémom signálov a slotov na dovtedy jedinú scénu. V novom riešení je už ale viacero scén, takže ich nie je možné priamo staticky naviazať cez connnect. Preto sme toto riešenie obalili wrapperom týchto funkcií. Akcie sú teda naviazané na tieto funkcie, v ktorých sa dynamicky vyberá aktuálna scéna, pre ktorú sa má vybraná akcia vykonať.

```
void MainWindow::closeGroupWrapper(){
    getScene()->closeGroup(getScene()->selectedGroup());
}
void MainWindow::revertGroupWrapper(){
    getScene()->revertGroup(getScene()->selectedGroup());
```

```
}
void MainWindow::saveGroupWrapper(){
    getScene()->saveGroup(getScene()->selectedGroup()-
>getFilePath(),0,false);
}
void MainWindow::saveGroupAsWrapper(){
    getScene()->saveGroupAs(0);
}
void MainWindow::saveAllGroupsWrapper(){
    getScene()->saveAllGroups();
}
void MainWindow::saveGroupAsWithoutDocWrapper(){
    getScene()->saveGroupAsWithoutDoc(0);
}
void MainWindow::closeAllGroupsWrapper(){
    getScene()->closeAllGroups();
}
void MainWindow::showPreviewWrapper(){
    getScene()->selectedGroup()->changeMode(actionList);
}
void MainWindow::cleanGroupWrapper(){
    getScene()->cleanGroup(0);
}
```

10 Optimalizácia a ďalšia implementácia funkcií editora

V rámci implementácií sa viac najmä pokračovalo v rozširovaní existujúcich funkcií a neskôr aj ich optimalizovaním pre čo bezproblémový a hladký beh editora.

10.1 Implementácia spracovania AST pomocou Lua C API

V triede TreeElement pribudli 2 premenné typu int a pole int[], pomocou ktorých vieme určiť presnú polohu v AST na strane Lua.

Nastavenie elementu na presnú polohu v AST realizujeme takto.

```
TreeElement *Analyzer::setIndexAST(int deep, int *nodes){
    return getElementAST(deep, nodes);
}
```

Pri práci s TreeElementmi v C++ pred nejakou operáciou kontrolujeme lokáciu a podľa potreby ju nastavíme na takú akú potrebujeme.

```
void Analyzer::checkLocationAST(int deep, int* nodes){
    if( deep != glob_deep_AST  ){ //!
        setIndexAST(deep, nodes);
        return;
    }
    for(int i = 0; i < deep-1; i++){
        if(nodes[i] != glob_nodes_AST[i]){
            setIndexAST(deep, nodes);
            return;
        }
    }
}
```

Ukážka funkcie ktorá vracia deti (children) aktuálneho elementu v zásobníka a ukladá ich do listu.

```
QList<TreeElement*> Analyzer::getElementChildrenAST(){
    QList<TreeElement*> children;
    int limit = getCountElementChildrenAST();
    if( limit > 0 ){
            int last = lua_tonumber(L, -1);
            for(int i = 0; i < limit; i++){
                lua_next(L,-2);
                lua_pushnil(L);
                lua_next(L,-2);
                children.append(getElementAST()); //! add children to list
                lua_pop(L,3);
            }
            lua_pop(L,1);
            lua_pushvalue(L,last);
    }
    return children;
}
```

Nahradenie za dynamickú verziu funkcie v triede TreeElement.

```
QList<TreeElement*> TreeElement::getChildren() const
{
    if(DYNAMIC){
       this->analyzer->checkLocationAST(this->local_deep_AST,this-
>local_nodes_AST);
        return this->analyzer->getElementChildrenAST();
    }else{
        return children;
    }
}
```

Podarilo sa nám implementovať väčšinu funkcií v triede TreeElement. V dynamickej verzii sme doplnili aj reanalyzovanie elemetu a jeho nahradenie v lua stacku. Pri integrácii sa vyskytli problémy vyplývajúce najmä z veľmi úzkej previazanosti tried TreeElementu a Block pri reanalyzovaní, tiež pri manipulácií s dokumentačnými blokmi. Základné vykreslenie a vizualizácia stromu funguje.

10.2 Optimalizácia konfiguračných nastavení cez Lua

Pre lepšiu modularitu programu sme implementovali konfiguračný súbor vo forme Lua skriptu. Takýto prístup má viacero výhod predovšetkým je to využitie skriptovacieho jazyka, ktoré umožní vytváranie aj sofistikovanejšie konfiguračných nastavení.

```
void loadConfig(lua_State *L, const char *fname, int *w, int *h, QString
*style) {
    if (luaL_loadfile(L, fname) || lua_pcall(L, 0, 0, 0))
        qDebug() << "cannot run config. file: " <<  lua_tostring(L, -1);
    lua_getglobal(L, "style");
    lua_getglobal(L, "width");
    lua_getglobal(L, "height");
    if (!lua_isstring(L, -3))
        qDebug() << "'style' should be a string\n";
    if (!lua_isnumber(L, -2))
        qDebug() << "'width' should be a number\n";
    if (!lua_isnumber(L, -1))
        qDebug() << "'height' should be a number\n";
    *style = lua_tostring(L, -3);
    *w = lua_tointeger(L, -2);
    *h = lua_tointeger(L, -1);
}
```

Funkciu štýlovania sme previazali do jazyka Lua.

```
static int setstyle(lua_State *L) {
    QString str = lua_tostring(L, 1); /* get argument */
    window->setStyleSheet(str);
    return 0;                         /* number of results in LUA*/
}
```

Načítanie konfiguračného súboru z priečinku data.

```
// Load config from config_app.lua
lua_State *L = luaL_newstate();
luaL_openlibs(L);
int width, height; QString style;
```

```
const QString CONFIG_DIR = "/../share/trolledit";
QDir dir = QDir(QApplication::applicationDirPath() + CONFIG_DIR);
QFileInfo     configFile(dir.absolutePath()     +     QDir::separator()     +
"config_app.lua");
window = reinterpret_cast<MainWindow*>(&w);
lua_register(L, "setstyle", setstyle);
loadConfig(L,  qPrintable(configFile.absoluteFilePath()),  &width,  &height,
&style);
```

10.3 Implementácia gramatiky pre ToDo list

Pri implementácii sme vychádzali z existujúcej gramatiky XML, ktorá poskytuje dobrý základ na návrh gramatiky pre ToDo list. Z gramatiky boli odstránené niektoré zbytočné časti ako napríklad deklarácia XML hlavičky alebo atribúty. Gramatika bola rozšírená o nové vzory, ktoré slúžia na zachytávanie údajov o jednotlivých úlohách a na rozlíšenie medzi hotovými úlohami a úlohami, ktoré ešte treba spraviť. Patria sem elementy: todolist, done a undone.

Pre gramatiku bol pridaný vzorový príklad. v tvare:

```
<todolists>
      <done>
            <todolist>
                  <title>TODO1</title>
                  <author>Author</author>
                  <creationDate>date</creationDate>
                  <description>description</description>
            </todolist>
            <todolist>
                  <title>TODO2</title>
                  <author>Author</author>
                  <creationDate>date</creationDate>
                  <description>description</description>
            </todolist>
      </done>
      <undone>
            <todolist>
                  <title>TODO3</title>
                  <author>Author</author>
                  <creationDate>date</creationDate>
                  <description>description</description>
            </todolist>
      </undone>
</todolists>
```

10.4 Implementácia textových operácií

Pri implementácií sa v prvom rade zameriavame na prácu s textom, pričom až potom môžeme riešiť veci týkajúce sa práce s textom v blokoch. V aktuálnom stave má používateľ počas práce s editorom možnosť prepnúť sa do textového módu. V tomto móde sú k dispozícii štandardné funkcie textového editora medzi ktoré patrí napr. známe Undo/Redo.

10.4.1 Implementácia Undo/Redo

Základom pre implementáciu textového módu je trieda QGraphicsTextItem, ktorá predstavuje element na zobrazenie formátovaného textu. Táto trieda poskytuje funkcionality Undo a Redo, ktoré sú prístupné buď pomocou kontextového menu, alebo pomocou štandardných klávesových skratiek (Ctrl + Z, Ctrl + Y). Funkcionalita bola zapracovaná aj do menu aplikácie.

V triede TextGroup boli implementované nasledujúce funkcie, ktoré vytvárajú príslušné udalosti a následne zavolajú funkcie na spracovanie týchto udalostí.

```
void TextGroup::undo()
{
    QKeyEvent *event = new QKeyEvent(QEvent::KeyPress,Qt::CTRL + Qt::Key_Z,
Qt::NoModifier);
    keyPressEvent(event);
}

void TextGroup::redo()
{
    QKeyEvent *event = new QKeyEvent(QEvent::KeyPress,Qt::CTRL + Qt::Key_Y,
Qt::NoModifier);
    keyPressEvent(event);
}
```

Nasledujúce funkcie implementujú sprístupnenie Undo/Redo z menu aplikácie.

```
void MainWindow::undo()
{
    getScene()->selectedGroup()->getTextGroup()->undo();
}
void MainWindow::redo()
{
    getScene()->selectedGroup()->getTextGroup()->redo();
}
```

10.4.2 Implementácia ďalších textových operácií

Medzi základné funkcionality každého editora okrem Undo/Redo patria aj copy, paste, cut, delete a selectAll. Spomínaná trieda QGraphicsTextItem poskytuje aj tie funkcionality rovnakým spôsobom ako Undo/Redo.

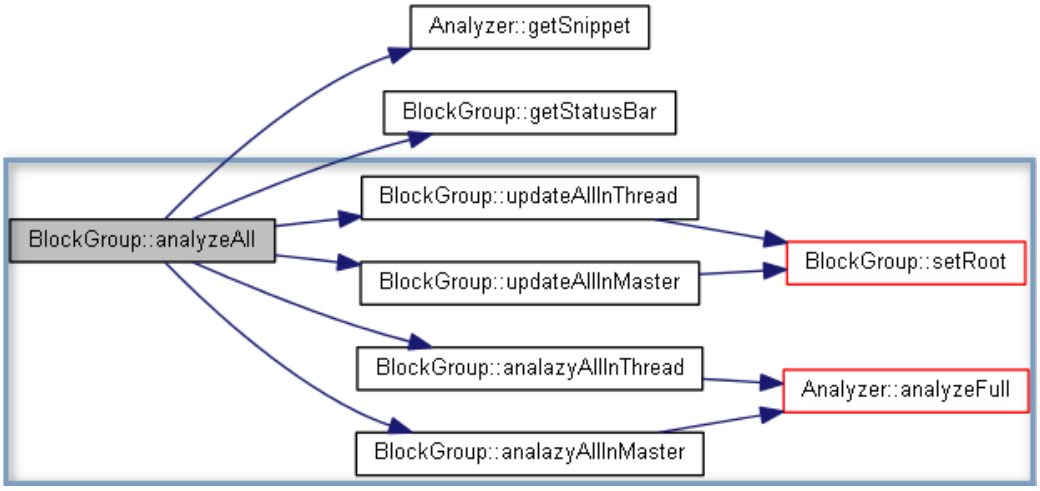
Príklad implementácie funkcionality Copy:

```
void TextGroup::copy()
{
    QKeyEvent *event = new QKeyEvent(QEvent::KeyPress,Qt::CTRL + Qt::Key_C,
Qt::NoModifier);
    keyPressEvent(event);
}
```

```
void MainWindow::copy()
{
    getScene()->selectedGroup()->getTextGroup()->copy();}
```

10.5 Implementácia paralelizmu

V rámci zavedenia paralelizmu do editora a tak umožnenia pohodlnejšej práce bol lepšie premyslený a zmenený prístup k tomu ako bude paralelizmus použitý. Táto zmena a aj optimalizácia paralelizmu vyplynula aj z otázky, čo robiť keď sa editor snaží použiť paralelné analyzovanie textu po prvýkrát. Samotná kompletná analýza aktuálneho textu v súbore je zložitejší proces pozostávajúci z dvoch väčších celkov. Prvým z nich je analýza textu za pomoci Lua, ktorá za pomoci gramatiky vytvorí štruktúru, ktorá je neskôr interpretovaná ako AST strom. Druhá časť následné vykonáva prepočítanie každého analyzovaného bloku.



Obr. 13 Nová štruktúra pre implementovanie paralelizmu

10.5.1 Paralelné spracovanie kompletnej analýzy textu

Analýza textu ako je zobrazená na Obr. 13 je založená na dvoch možnostiach a teda aj funkciách. Vo funkcii *analyzeAll* prebieha len rozhodovanie, či sa má analýza textu vykonať prvý krát (otvorenie alebo vytvorenie súboru), alebo môže bežať na pozadí. Prvý spôsob analýzy funguje rovnakým spôsobom ako bez paralelizmu. Druhý spôsob už beží vo vlákne. Na nasledujúcej ukážke je znázornená hlavná časť rozhodovania vo *analyzeAll*. Zostali sme pri použití knižnice QtConcurrent, ktorá nám zabezpečí beh funkcie vo vlákne bez väčšieho zásahu. Súčasne sa pri tomto rozhodovaní priamo určuje aj aký typ aktualizovania blokov sa použije.

```
if (runParalelized == true) {
    bool connected = QObject::connect(&watcher, SIGNAL(finished()), this,
                                      SLOT(updateAllInThread()));
    future = QtConcurrent::run(this, &BlockGroup::analazyAllInThread, text);
    watcher.setFuture(future); //! až tu sa spustí funkcia vo vlákne
    }
else {
    TreeElement* rootEl = analazyAllInMaster(text);
    updateAllInMaster(rootEl);
```

```
}
```

10.5.2 Paralelné spracovanie update blokovej štruktúry

Na počudovanie na základe testovania je práve táto časť pre update blokov z hľadiska dĺžky trvania tou kľúčovou. Hlavným problémov a to nie len paralelizmu je spôsob akým pracuje editor s blokmi a štruktúrami, na ktoré si drží priamo referenciu do pamäte, ktorú je potrebné posielať medzi vláknami. Keďže je táto časť príliš komplexná pre jej samostatné spustenie vo vlákne na pozadí, bolo treba zaviesť iný paralelný prístup a tým sa stalo rozdelenie spracovania v rámci cyklu na viacero vlákien. Rozdelenie na funkcie *updateAllInThread* a *updateAllInMaster* z Obr. 13 je významné z hľadiska spôsobu prístupu a spracovania výsledkov analyzovaného textu.

```
    mutex.lock();
      //! výsledok berie zo zdieľanej premennej
      Block *newRoot = new Block(groupRootEl, 0, this);
    mutex.unlock();
    //! nastav nový koreňový blok (root) a update celej štruktúry pod ním
    setRoot(newRoot);
```

Podstatná časť, kde sa vykonáva update celej blokovej štruktúry pod novým koreňom je vcelku jednoduchá.

```
QList<DocBlock*> docBlocksList = docBlocks();
//! ToDo: Divide foreach loop and objects in docBlocks into more threads.
foreach (DocBlock *dbl, docBlocks()){
    dbl->updateBlock(false);
}
```

Ako vidíme, vyskytuje sa tu problém v využívaním referencii, s ktorými má knižnica *QtConcurrent* aspoň zatiaľ problémy. Preto bolo aj viacero možností, ktorými sme sa uberali:

1. Použiť priamo *QtConcurrent* pre rozdelenie spracovania listu do viacerých vlákien nad listom *docBlocksList*

```
QtConcurrent::blockingMap(docBlocksList, this->updateDocBlockInMap());
```

2. Použiť štruktúru *QSharedMemory*, ktorá reprezentuje objekt držiaci referenciu

```
QList<QSharedPointer<DocBlock> *> pointerList;
```

Po tejto sérií nevydarených pokusov sme sa nakoniec rozhodli použiť technológiu OpenMp, ktorá je nezávislá od Qt a dobre fungujúca aj v multiplatformovom prostredí. Problém, ktorým ešte miestami Qt framework trpí je relatívne nedávne zavedenie paralelizmu, čo znamená, že ešte má svoje problémy.

11 Testovanie

12 Zhrnutie

OSNOVA Z Bielikovej stránky – podla tej sa pojde

- *Overenie výsledku (určenie spôsobu overenia výsledku, postup, testovacie údaje, ak sa zmenili oproti návrhu)*
- Zaver

Zhrntutie vysledkov

- Čo sme nestihli a čo sme sa naučili

- Čo by mohol iny tim urobit jednotlive features, co by sa dalo dorobit

+ Priloha používatelska priručka (manuál na stránke editora)

+ *Systémová príručka* (spolu s návodom na inštaláciu)

+ Vygenerovaná dokumentácia v Doxygen

+ Snapshot webového sídla

+ na CD: www stranu projektu, www stranku timu, zdrojaky, binarku/instalacku, dokumentacie, manualy/prirucky/helpre