Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta informatiky a informačných technológií
Ilkovičova 3, 842 16 Bratislava 4

Textový editor obohatený o grafické prvky

Tímový projekt

Tím: UFOPAK (č. 5.)

Vedúci projektu: Ing. Peter Drahoš

Autori:

Alexandra Adamíková
Andrej Fogelton
Ondrej Kallo
Peter Ondruška
Martin Palo
Jakub Ukrop

Akademický rok: 2009/2010

Obsah

Kapitola 1

Úvod

Vytvorený dokument slúži pre projekt *Textový editor obohatený o grafické prvky* v rámci predmetu Tvorba softvérového/informačného systému v tíme. Keďže téma projektu stále poskytuje možnosti na ďalší výskum, výsledok nášho snaženia bude veľmi pravdepodobne využiteľný v praxi. Cieľom vzniknutej dokumentácie je popísať nami poňatý návrh riešenia pre danú oblasť.

Dokument je rozdelený na jednotlivé časti opisujúce špecifikáciu, analýzu a návrh. Kapitola špecifikácie uvádza požiadavky na nami vytváraný editor. Časť analýza poskytuje pohľad na už existujúce aplikácie a rozoberá prostredia, a technológie, pomocou ktorých bude daný projekt vytvorený. V návrhu dokument oboznamuje s našimi predstavami o funkcionalite a realizácii projektu. Kapitola prototypu popisuje dosiaľ implemenované časti prototypu riešenia.

Autorstvo kapitol

Tabuľka 1.1 obsahuje autorov a dátumy vytvorenia jednotlivých častí tohto dokumentu.

Tabuľka 1.1: Autori technickej dokumentácie

Názov	**Oblasť**	**Výtvorené**	**Autor**
1 Úvod	–	3.11.2009	Adamíková
2.1 Existujúce riešenia	Analýza	2.11.2009	Adamíková
2.2 Implementačné technológie	Analýza	2.11.2009	Palo
2.3.1 Lua	Analýza	28.10.2009	Ukrop
2.3.2 Rich Text Format	Analýza	28.10.2009	Ondruška
2.4 Zhrnutie analýzy	Analýza	3.11.2009	Palo, Ukrop
3 Špecifikácia	Špecifikácia	1.11.2009	Ondruška
4.1 Základné východiská	Návrh	3.11.2009	Kallo
4.2 Alternatívy jadra	Návrh	3.11.2009	Kallo
4.3 Práca s blokmi	Návrh	6.12.2009	Fogelton, Palo
4.4 Syntaktický analyzátor	Návrh	30.10.2009	Ukrop
4.5 Modul pre využitie značiek RTF	Návrh	2.11.2009	Ondruška
4.6 Architektúra systému	Návrh	3.11.2009	Kallo
5.1 Editačný komponent	Implementácia	7.12.2009	Kallo
5.2 Modul syntaktického analyzátora	Implementácia	6.12.2009	Ukrop
5.3 Modul pre literate programming	Implementácia	6.12.2009	Ondruška
6 Záver	–	3.11.2009	Ukrop

Kapitola 2

Špecifikácia

V tejto kapitole sa venujeme požiadavkám na vytváraný editor. Kapitola je rozdelená na dve časti. V prvej časti sa zaoberáme jednotlivými funkionálnymi požiadavkami, ktoré uľahčia a zefektívnia prácu používateľa nášho editoru. V druhej časti si predstavíme nefunkcionálne požiadavky na náš editor, ktoré tvoria tiež jeho neoddeliteľnú súčasť.

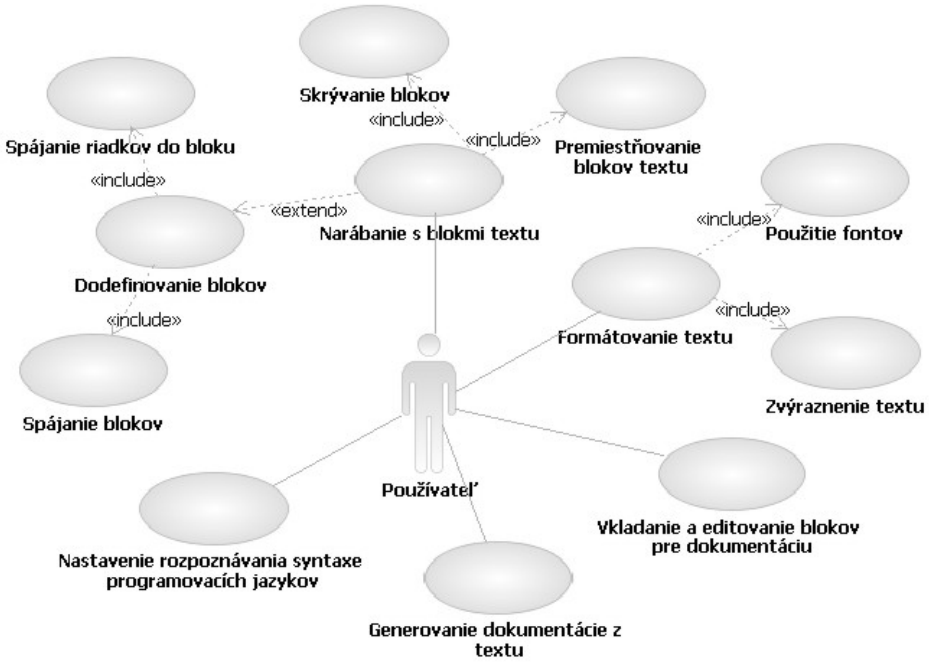
2.1 Funkcionálne požiadavky

Funkcionálne požiadavky vidíme na diagramoch prípadov použití (use-case) uvedených nižšie (Obrázky 2.1, 2.2).

- Rozšírenie zvýraznenia textu základného editora o použitie fontov, farieb a grafických elementov sprehľadní celkovú čitateľnosť kódu a zefektívni prácu programátora pri editácii zdrojových súborov.
- Automatické rozpoznávanie syntaxe daného jazyka počas editácie textu umožní programátorovi ľahko odhaliť prípadné preklepy vzniknuté pri písaní tak, ako sme na to zvyknutí pri dnes používaných vývojových prostrediach.
- Okrem automatického rozpoznávania bežných kľúčových slov programovacích jazykov bude editor rozpoznávať aj celé najčastejšie používané bloky kódu, ako sú napríklad funkcie, cykly, podmienky a graficky ich zvýrazní pomocou farebného bloku, čo

zvýši celkovú logickú čitateľnosť kódu.

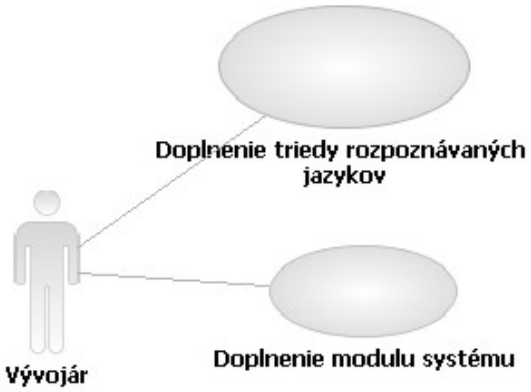
- Takto rozpoznané bloky kódu sa budú dať jednoducho zmenšiť na jeden riadok, čím zvýšime prehľadnosť veľmi dlhých a štruktúrovaných programov.
- Používateľ bude mať možnosť pracovať s celými blokmi kódu, a nielen so samotnými riadkami. Pre jednotlivé bloky môže programátor veľmi jednoducho využiť systém drag-and-drop a presunúť blok na inú pozíciu.
- Používateľ bude môcť vložiť do kódu špeciálne bloky slúžiace na dokumentovanie. V týchto blokoch sa bude písať dokumentácia priamo k zdrojovým kódom, a tá následne vygenerovať do dokumentu v požadovanej forme.



Obr. 2.1: Prípady použitia pre používateľa

2.2 Nefunkcionálne požiadavky

- Parser je nevyhnutný pre lexikálno-syntaktickú analýzu zdrojového kódu. Bude implementovaný ako skript a jeho úlohou bude rozpoznávať nielen kľúčové slová, ale aj



Obr. 2.2: Prípady použitia pre vývojára

celé funkčné bloky.

- Modulárnosť — systém musí byť dostatočne modulárny, aby umožňoval jednoduché doplnenie triedy rozpoznávaných jazykov o nový jazyk. Zavádzanie nových jazykov bude tvorené použitím skriptov jazyka Lua.
- Multi-platformovosť je základnou požiadavkou nášho editora. Pre jej zaistenie sa celý editor bude implementovať pomocou Qt toolkitu.
- Výstupom editora bude zdrojový kód obohatený o dokumentáciu. Aby bolo možné zdrojový kód skompilovať, všetka dokumentácia bude automaticky umiestnená v komentároch príslušného jazyka.

Kapitola 3

Analýza

V tejto kapitole najskôr opíšeme existujúce editory zdrojových kódov, potom bližšie preskúmame technológie, ktoré plánujeme využiť pri návrhu a implementácii požiadaviek.

3.1 Existujúce riešenia

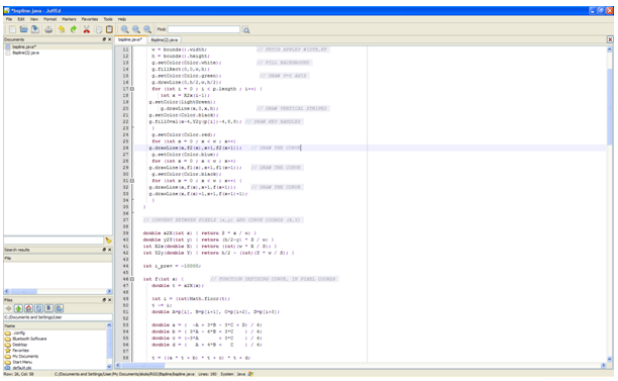
Táto časť je určená krátkemu a stručnému prehľadu niekoľkých editorov. Stručne popisuje ich základné vlastnosti. Menší prieskum vznikol na základe výberu témy pre tímový projekt ako pohľad na niečo už existujúce, no stále ešte doplniteľné. Medzi editormi sa nájdu jednoduchšie, s použitím len základných funkcií, ktoré sú kladené ako hlavné požiadavky potom sa nájdu aj projekty, ktoré sú väčšieho rozmeru a ponúkajú tak rozličné množstvo vlastností a možnej nadstavby.

JuffEd

Jednoduchý a jasný pokročilejší textový editor. Používateľ sa nemusí pred jeho používaním učiť z množstva dokumentácie. Práca s JuffEd editorom je intuitívna a svojím príjemným používateľským rozhraním je aj pohodlnejšia pre používateľa. Ku svojej jednoduchosti zahŕňa množstvo funkcií. Zvýrazňuje syntax pre viac ako dvadsať populárnych programovacích jazykov, podporuje vyhľadávanie a nahradzovanie pomocou regulárnych výrazov,

výber blokov, doplňovanie kódu, označovanie riadkov, viac pohľadov na dokument a rôzne znakové sady.

Okrem svojej širokej štandardnej sady funkcií, môže byť JuffEd rozšírený s výkonným systémom zásuvných modulov . Moduly môžu pridávať body a hlavné kontextové menu, panely nástrojov. JuffEd môže spracovávať dokumenty a text. K jeho výhodám patrí aj voľná dostupnosť na trhu a viacplatformovosť, takže nezáleží na tom či používateľ má Windows, Linux, FreeBSD. Je alternatívou k takým editorom ako PsPad či Notepad++. JuffEd používa Qt4 knižnicu a edtičanú komponentu Scintilla.



Obr. 3.1: JuffEd

qPEditor

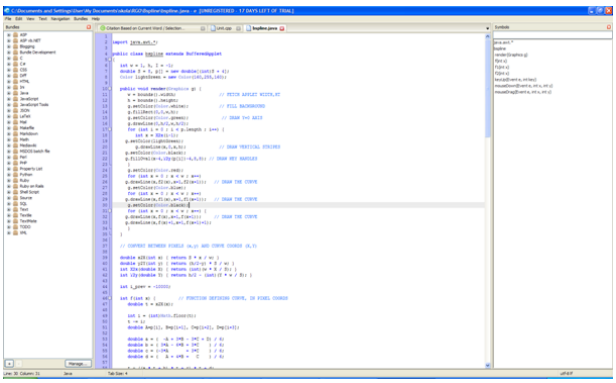
Editor pre programátorov. Má dostupný kód pod GPL licenciou. Je viacplatformový, napísaný je úplne celý v Qt, takže minimálnou požiadavkou je Qt 4.2.x. Úprava štýlov alokácie pre rôzne programovacie jazyky, číslovanie riadkov, podpora undo/redo, má panel záložiek. Použitie v Qt Designer-i ako zásuvný modul (plug-in).

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. Môžete to pretiahnuť do akéhokoľvek jazyka. 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. Zlou vlastnosťou je trocha pomalé načítanie, je to síce len pár sekúnd, no ak chcete rýchlo otvoriť súbor, tak budete nemilo prekvapení.



Obr. 3.2: eTextEditor

SciTE

Na prvý pohľad nevyzerá ako priateľský editor založený na Scintille. V SciTE [8] 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 všetky funkcie pre vytváranie kódu, ktoré sú potrebné a ďalšie je možné vďaka otvorenému zdrojovému kódu dopísať. Má dve sekcie, sekciu pre editáciu a výstupnú sekciu. Výstup sa nachádza na pravej strane panela úprav alebo pod ním. Spočiatku má nulovú hodnotu, ale môže narastať ťahaním deliča medzi ním a editačnou časťou. 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 byť 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 namapovať 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 podčiarovník a zmeny veľkosti písmen v slove či odseku (bloky textu oddelené prázdnym riadkom).

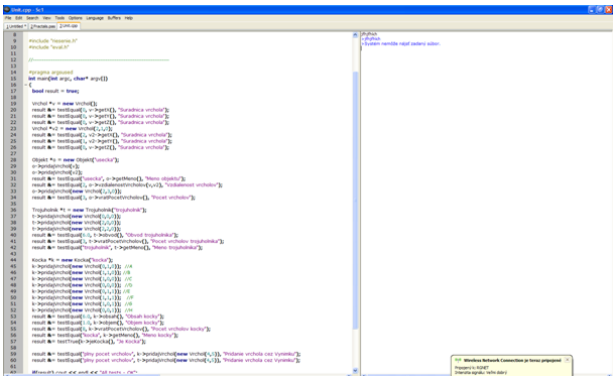
Kompilácia Skontrolovanie syntaxe a prenesenie na riadok, kde sa daná chyba nachádza.

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.

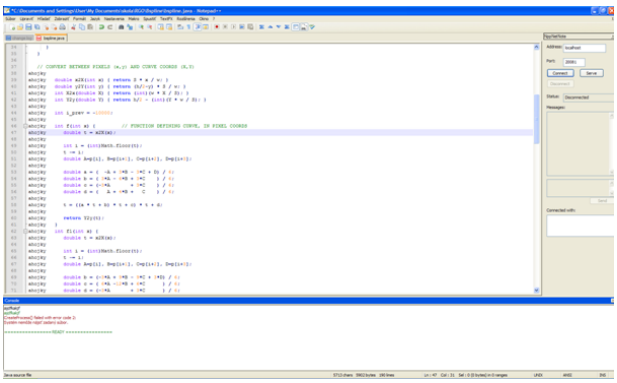


Obr. 3.3: SciTE

Notepad++

Voľne dostupný editor zdrojového kódu [4], ktorý aj podporou viacerých jazykov nahrádza Notepad. Beží v prostredí MS Windows pod licenciou GPL. Avšak stane sa viacplatformovým pomocou využitia 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. Ponúka jednoduchý a efektívny spôsob úpravy kódov s úplne používateľnými GUI.

Podporuje zvýraznenie syntaxe pre 44 jazykov, skriptovacie a značkovacie jazyky. Užívatelia môžu tiež definovať svoj vlastný jazyk pomocou zabudovaného zásuvného panelu.



Obr. 3.4: Notepad++

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 byť 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 aj čínštinu, hebrejčinu, kórejčinu či arabčinu, no ruštinu už tak nepodporuje. 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.

Prehľad funkcií editorov SciTE a Notepad++ vznikol na základe väčšieho záujmu o tieto editory z dôvodu ich všeobecnej používateľnosti a oblasti záujmu pre tímový projekt.

3.2 Implementačné technológie

V tejto časti si predstavíme dva implementačné nástroje, ktoré prichádzajú do úvahy pri vývoji editora. Sú nimi nástroj *Qt toolkit 4.0* a *Scintilla*, respektíve *QScintilla*. Najskôr predstavíme jednotlivé technológie, pričom sa zameriame najmä na funkcie, techniky a metódy, ktoré by sme mohli využiť pri implementácii. Pri tejto analýze sa budeme venovať najmä nástrojom pre spracovanie textu a prácu s grafikou, keďže tieto oblasti budú kľúčové pri vývoji aplikácie.

Predbežne by sme chceli použiť nástroj Qt toolkit, ktorý by v prípade nedostatočnej funkcionality interných tried pre prácu s textom mohol byť doplnený o funkcie nástroja Scintilla, pomocou portu QScintilla. Podľa získaných poznatkov z analýzy teda určíme, či použijeme pre vývoj editora len nástroj Qt alebo obidva nástroje skombinujeme.

3.2.1 Qt toolkit

Qt toolkit [6] 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 (MP3 prehrávače), bežiace pod operačnými systémami Windows, Linux, MAC OS, Symbian. Multiplatformovosť je práve jedna z rozhodujúcich výhod, kvôli ktorým chceme implementovať editor pomocou tohto nástroja. Qt toolkit je v súčasnosti dostupný pod týmito licenciami:

- Komerčná
- Qt GNU LGPL v 2.1
- Qt GNU GPL v 3.0

Pre potreby školského projektu nám postačuje licencia GNU GPL v 3.0 (General Public License). Táto licencia umožňuje tvoriť aplikácie s otvoreným kódom (open-source), mimo komerčného využitia.

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

- Qt modul pre vývojové prostredie Eclipse
- Qt modul pre vývojové prostredie Visual Studio
- knižnice Qt a zdrojové kódy v nejakom inom vývojovom prostredí
- integrované vývojové prostredie Qt Creator

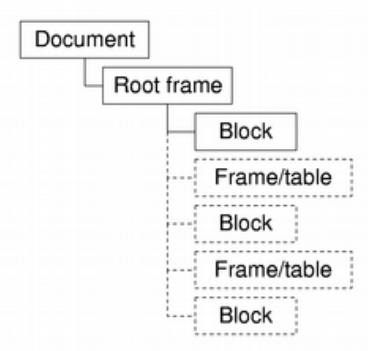
Rozhodli sme sa pre použitie prostredia Qt Creator.

Práca s obohateným textom

Qt toolkit poskytuje množstvo užitočných tried pre prácu s textom. Na oficiálnej stránke Qt [6] je práca s obohateným textom (rich text processing) uvedená ako kľúčová technológia. Týmto je daný predpoklad, že spomenutá funkcionalita bude v Qt bohato zastúpená. Qt obsahuje triedy pre čítanie a manipuláciu s dokumentami so štruktúrovaným obohateným textom. Údaje v rámci dokumentu môžu byť sprístupnené pomocou dvoch rozhraní:

- **Cursor-based interface** používa sa pre upravovanie textu, štruktúra dokumentu je pritom zachovaná.
- **Read-only hierarchical interface** poskytuje celkový pohľad na štruktúru dokumentu a umožňuje operácie nad textom spojené s vyhľadávaním, ukladaním alebo tlačením dokumentu.

Štruktúra dokumentu s obohateným textom poskytuje pohľad na to, aké elementy spoluvytvárajú samotný dokument a akým spôsobom sú tieto elementy usporiadané v dokumente. Základný model štruktúry dokumentu je načrtnutý na Obrázku 3.5.



Obr. 3.5: Základná štruktúra dokumentu s obohateným textom

Každý dokument má základný element `Root frame`, ktorý obsahuje najmenej jeden textový blok. Elementy `Frame` (rámy) a `Table` (tabuľky) sú vždy oddelené elementom `Block` (blok textu), aj keď ten nemusí obsahovať žiadne informácie. To umožňuje vkladanie nových elementov medzi už existujúce elementy.

Rozsiahle nástroje pre prácu s textom využiteľné v editore poskytujú najmä nasledovné triedy:

`QTextEdit` poskytuje funkcie pre zobrazovanie a editáciu obyčajného textu (plain text) a obohateného textu (rich text). Samotný text môže byť vkladaný použitím triedy `QTextCursor` alebo použitím funkcií triedy `QTextEdit` (napríklad `insertHtml()`, `insertPlainText()`, `append()` alebo `paste()`). Pomocou triedy `QTextCursor` je možné napríklad vkladať objekty ako tabuľky, zoznamy alebo obrázky do dokumentu, vyhľadávať a označovať text.

`QTextDocument` predstavuje kontajner pre dokumenty s formátovaným obohateným textom. Je to základná trieda pre prácu s obohateným textom.

`QSyntaxHighlighter` umožňuje definovať pravidlá pre zvýrazňovanie textu. Zvýrazňovanie textu je užitočné najmä pri práci so zdrojovými kódmi, čo je aj prípad nášho editora. Zlepšuje čitateľnosť kódu a pomáha jednoduchšie odhaliť syntaktické chyby v kóde.

Práca s grafikou

Pri implementácii editora bude dôležité vyriešiť problémy ohľadom vykresľovania grafických elementov v aplikácii. Keďže cieľom je vytvoriť editor obohatený o grafické prvky, bude táto oblasť jedna z najdôležitejších. Riešených bude hneď niekoľko problémov, ako napríklad reprezentovanie blokov kódu pomocou grafických elementov (napr. obdĺžniky), presúvanie celých blokov (drag-and-drop) alebo skrývanie blokov (folding). Qt toolkit poskytuje pre vývojárov niekoľko tried pre prácu s grafikou. Teraz stručne predstavíme tie, ktoré by sme mohli využiť.

Základnými triedami v Qt toolkit pre vykresľovanie geometrických útvarov a prácu s nimi sú `QPainter`, `QPaintDevice`, `QPaintEngine`, `QGraphicsScene`, `QGraphicsView` a `QGraphicsTextItem`.

`QPainter` poskytuje optimalizované funkcie pre vykresľovanie v GUI aplikáciach od kreslenia čiar, až po komplexné tvary ako diagramy a grafy.

`QPaintDevice` predstavuje podklad, na ktorý je možné pomocou triedy `QPainter` kresliť. Takýmto podkladom môže byť napríklad inštancia triedy `Widget` (základný grafický element každej GUI aplikácie v QT – okno) alebo `QImage` (reprezentuje obrázok).

`QPaintEngine` je abstraktná trieda, ktorá poskytuje definíciu toho, ako môžeme pomocou triedy `QPainter` kresliť na určité zariadenie na určitej platforme. Qt 4.0 poskytuje niekoľko implementácií tejto triedy pre OpenGL či PostScript. Programátor si však môže vytvoriť aj svoju vlastnú implementáciu, napríklad pre PDF.

`QGraphicsScene, QGraphicsView a QGraphicsTextItem` Tieto tri triedy poskytujú funkcionalitu, ktorá by mohla byť využiteľná pre grafickú reprezentáciu blokov textu. Trieda `QGraphicsScene` poskytuje možnosti pre riadenie a dohľad nad veľkým množstvom 2D grafických prkov. Slúži ako scéna pre grafické prvky. Tie môžu byť vytvorené, buď volaním jednej z metód tejto triedy (`addEllipse()`, `addLine()`, ...), alebo pridaním inštancie triedy `QGraphicsItem` do scény. Spolu s triedou `QGraphicsView`

sa `QGraphicsScene` používa napríklad aj pre vizualizáciu a riadenie textových prvkov.

V `QGraphicsScene` môžeme určovať napríklad pozíciu jednotlivých prvkov, ich viditeľnosť, priehľadnosť, poradie na pozadí/popredí a ošetrovať udalosti (event handling). Hlavná sila tejto triedy spočíva v tom, že dokáže veľmi rýchlo lokalizovať objekt aj na scéne s obrovským množstvom objektov (rádovo milióny). Táto trieda však nemá žiadne vizualizačné schopnosti.

Pre vizualizáciu objektov slúži trieda `QGraphicsView`. Tá zobrazuje grafické objekty v rolovacom okne a jej funkcionalita spočíva napríklad aj v selektovaní, priblížení objektu alebo v rolovaní scény. Inštancia triedy `QGraphicsTextItem` predstavuje textový formátovateľný objekt, ktorý je možné pridať do scény (na inštanciu `QGraphicsScene`).

Drag–and–drop

Technológia drag–and–drop (potiahni a pusť) bude použitá napríklad pri premiestňovaní blokov kódu v editore, ale aj na presun textu medzi oknami, respektíve medzi editorom a inými aplikáciami. Funkcie pre túto technológiu poskytuje už základná trieda všetkých aplikácií `QAplication` (nastavenie času držania tlačidla myši, po ktorom sa inicializuje ťahanie, atď.), avšak primárnymi nástrojmi pre túto technológiu v Qt sú trieda `QDrag` a funkcie triedy `QWidget`.

3.2.2 Scintilla

Scintilla [8] je nástroj, založený na jazyku C++, vyvinutý Neilom Hodgsonom. Je určená pre vývoj aplikácií, ktoré sa zaoberajú editáciou textu, a preto je vhodná aj pre implementáciu editora zdrojových kódov.

V rámci práce so zdrojovými kódmi poskytuje Scintilla možnosti pre editáciu a odstraňovanie chýb (debugging) kódu. V tom je zahrnutá podpora pre formátovanie syntaxe, indikácia chýb, dopĺňanie kódu a automatického pomocníka (editor zobrazí tipy na volanie

funkcie). Okrem toho umožňuje použiť značky pre označenie aktuálneho riadku alebo bod prerušenia (breakpoint). Umožňuje tiež zvýraznenie textu pomocou tučného písma, kurzívy, nastavenia pozadia alebo fontu písma, čo u väčšiny editorov zdrojových kódov nebýva možné.

Nevýhodou tohto nástroja je, že na rozdiel od Qt nepodporuje v takej miere multiplatformovosť a nasadenie aplikácií vytvorených pomocou nej na rôznych platformách si vyžaduje viac práce vývojára. V náš prospech však hrá fakt, že v súčasnosti existuje vstupná brána (port) Scintilly pre Qt — QScintilla (popísaná v ďalšej časti), takže je možné použiť podstatnú časť jej funkcionality v aplikáciách Qt.

Pre demonštráciu možností nástroja Scintilla bol vytvorený editor zdrojových kódov SciTE. Funkcionalita tohto editora je bližšie popísaná pri analýze existujúcich editorov v časti 3.1.

3.2.3 QScintilla

Nástroj QScintilla [5] poskytuje široké možnosti v oblasti práce s textom, najmä so zdrojovými kódmi. Chceme zanalyzovať jej možnosti a zistiť, či by nebolo vhodné skĺbiť funkcie nástrojov QScintilla a Qt v našom editore.

QScintilla ponúka pre vývojárov rovnaké typy licencií ako Qt, je teda prístupná aj pod licenciou GNU GPL a vo verzii 2 je kompatibilná s Qt v3 aj Qt v4.

QScintilla obsahuje viac ako 30 tried — tzv. lexerov, ktoré umožňujú lexikálnu analýzu jednotlivých programovacích jazykov. Pre každý jazyk je vytvorená samostatná trieda, napríklad `QsciLexerJava`. QScintilla teda značne uľahčuje vývoj editorov, ktoré podporujú lexikálnu analýzu veľkého množstva jazykov.

Okrem lexerov poskytuje QScintilla aj niektoré triedy implementujúce prostriedky pre tvorbu GUI a komplexnejšiu prácu s textom (napríklad triedy `QSciDocument` — reprezentácia dokumentu, `QsciScintilla` – API pre Scintillu na báze Qt, `QsciPrinter` — podtrieda Qt triedy `QPrinter` pre tlač dokumentov). Tie majú však menšiu funkcionalitu ako paralelné nástroje v Qt.

3.3 Doplnkové technológie

3.3.1 Lua

Lua [9] 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 (meta)mechanizmy ako dodefinovať 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 [2]. 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 860K aj s dokumentáciou), vďaka ktorej nie je problém pripojiť ju celú k aplikácii, ktorá to potrebuje.

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 Wireshark alebo VLC media player.

LPeg

LPeg [3] 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*), formalizme podobnom bezkontextovým gramatikám. Na roz-

diel od bežných gramatík, PEG nedefinuje jazyk, ale algoritmus na jeho rozpoznanie.

LPeg poskytuje dva moduly s rozličným spôsobom práce. Stručne popíšeme rozdiely medzi nimi a uvedieme ukážky syntaxe. Kompletnú syntax uvádza domovská stránka [1]. V prvom module `re` (skratka z *regex*) sú vzory popisované reťazcami so syntaxou odvodenou z regulárnych výrazov. Ako príklad uveďme funkciu `match(text, pattern)`, ktorá sa pokúša nájsť vzor v prefixe reťazca a vráti index prvého nezhodujúceho sa znaku[1].

```
print(re.match("more words", "[a-z]+"))
--> 5, hľadáme 1 a viac znakov od ‘a‘ po ‘z’
```

Vzory môžeme opísať aj gramatikou, nasledujúci kód rozoberá aritmetický výraz:

```
p = [[
  expression <- <factor> ([+-] <factor>)*
  factor     <- <term> ([*/] <term>)*
  term       <- <number> / "(" <expression> ")"
  numer      <- [0-9]+
]]
print(re.match("13+(22-15)", p))   --> 11
```

Druhý modul `lpeg` pracuje so vzormi ako s premennými vlastného dátového typu a obsahuje viac spôsobov na ich vytváranie a spájanie. Kód pre spracovanie aritmetického výrazu bude teraz nasledovný:

```
  p = lpeg.P{ "expression",
  expression = lpeg.V("factor") * (lpeg.S("+-") * lpeg.V("factor"))^0,
  factor     = lpeg.V("term") * (lpeg.S("*/") * lpeg.V("term"))^0,
  term       = lpeg.V("number") + "(" * lpeg.V("expression") * ")",
  number     = lpeg.R("09")^1
}
print(lpeg.match(p, "13+(22-15)")) --> 11
```

[1] Lua indexuje od 1.

Neterminálne symboly, rozsahy a množiny znakov sú definované pomocou samostatných funkcií. Tento zápis je pre jednoduché gramatiky príliš komplikovaný, ale dovoľuje znovupoužitie už definovaných vzorov, rovnako ako využitie všetkej funkcionality jazyka Lua.

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 [3].

3.3.2 Rich Text Format

Rich Text Format(RTF) je metóda slúžiaca na zakódovanie formátovaného textu a obrázkov v textovom dokumente. RTF bolo vyvinuté pre prenášanie dokumentov medzi rôznymi platformami bez straty formátovania.

Syntax RTF

Každý RTF súbor obsahuje neformátovaný text, riadiace slová, riadiace symboly a grupy. Pre zjednodušenie prenositeľnosti štandardný RTF dokument obsahuje 7-bitové znaky. *Riadiace slovo* je špeciálne formátovaný príkaz, ktorý sa používa na označenie riadiaceho kódu a informácií používaných pri manažovaní zobrazenia dokumentov. Riadiace slovo má maximálnu dĺžku 32 znakov a jeho forma je:

```
\LetterSequence<Delimiter>
```

Každé riadiace slovo začína spätným lomítkom (backslash). Nasleduje postupnosť písmen (LetterSequence) tvorených malými písmenami v rozsahu „a“ až „z“ vrátane. RTF je citlivý na veľkosť písmen a každé riadiace slovo musí byť tvorené malými písmenami. Nakoniec nasleduje oddeľovač (Delimiter), ktorý označuje koniec riadiaceho slova. Môže ho tvoriť:

- medzera — v tomto prípade je medzera súčasťou riadiaceho slova
- číslica alebo pomlčka — ktoré indikujú následnosť číselného parametru.

Následná postupnosť čísel je oddelená medzerou alebo ľubovolným znakom rôznym od písmena alebo číslice. Parameter môže byť pozitívne alebo negatívne číslo v rozsahu -32767 až 32767. Ak nasleduje číselný parameter bezprostredne za riadiacim slovom, stáva sa jeho súčasťou. Riadiace slovo je potom oddelené medzerou alebo nepísmenovým či nečíselným znakom rovnakým spôsobom, ako je to u ostatných riadiacich slov.

Pokiaľ je medzera oddeľovačom riadiaceho slova, neobjaví sa v dokumente. Každý nasledujúci znak za oddeľovačom vrátane medzier sa v dokumente objaví. Z tohto dôvodu môžeme používať medzery len tam, kde to je naozaj potrebné, v žiadnom prípade nie na rozdeľovanie RFT kódu.

Riadiaci symbol pozostáva zo spätného lomítka a jedného nepísmenkového znaku. Napríklad `\~` reprezentuje nedeliteľnú medzeru. Riadiace symboly neobsahujú žiaden oddeľovač.

Grupy pozostávajú z textu a riadiacich slov alebo symbolov uzatvorených v zátvorkách (`{}`). Otváracia zátvorka udáva začiatok grupy a uzatváracia zátvorka udáva koniec grupy. Každá grupa špecifikuje text ňou ovplyvnený s rôznymi atribútmi textu. RTF súbor môže obsahovať grupy pre fonty, štýly, farbu, komentáre a podobne.

Vlastnosti niektorých riadiacich slov (tučné, kurzíva, . . .) majú len dva stavy. Pokiaľ má riadiace slovo nenulový parameter, rozpoznáva sa, že dané riadiace slovo vlastnosť zapína. Keď má riadiace slovo parameter `0`, rozpoznáva sa, že riadiace slovo vypína danú vlastnosť. Napríklad `\b` zapína tučné písmo a `\b0` ho vypína.

Riadiace slová, symboly a zátvorky tvoria riadiace informácie. Všetky ostatné znaky súboru sú chápané ako čistý text. V nasledujúcom príklade je príklad čistého textu, ktorý sa nenachádza v grupe:

```
{\rtf\ansi\deff0
  {\fonttbl
    {\f0\froman Tms Rmn;}
    {\f1\fdecor Symbol;}
    {\f2\fswiss Helv;}
```

```
  }
  {\colortbl;\red0\green0\blue0;\red0\green0\blue255;
    \red0\green255\blue255;\red0\green255\blue0;
    \red255\green0\blue255;\red255\green0\blue0;
    \red255\green255\blue0;\red255\green255\blue255;}
  {\stylesheet
    {\fs20 \snext0Normal;}
  }
  {\info
    {\author John Doe}
    {\creatim\yr1990\mo7\dy30\hr10\min48}
    {\version1}{\edmins0}
    {\nofpages1}{\nofwords0}{\nofchars0}{\vern8351}
  }
  \widoctrl\ftnbj
  \sectd\linex0\endnhere \pard\plain
  \fs20 This is plain text.\par
}
```

Fráza „This is the plain text.“ nie je súčasťou grupy a chápe sa ako text dokumentu. Ako sme už skôr spomenuli, spätné lomítko a zátvorky majú pre RTF špeciálny význam. Ak ich chceme použiť v texte, musíme pred ne napísať spätné lomítko.

Komentáre v RTF

Komentáre v RTF sa skladajú z dvoch častí:

- ID autora — uvádza sa riadiacim slovom `\atnid`
- Text komentáru — uvádza sa riadiacim slovom `\annotation`

Presnú syntax komentáru si môžeme pozrieť v špecifikácii [7]. Spôsob použitia komentáru si môžeme pozrieť v nasledujúcom príklade:

```
{\insrsid8729657 An example of a paradigm might be Darwinian biology.}
{\cs15\v\fs16\insrsid8729657
  {\*\atnid JD}
  {\*\atnauthor John Doe}\chatn
  {\*\annotation
    {\*\atndate 1180187342}
    \pard\plain \s16\ql \li0\ri0\widctlpar\aspalpha\aspnum\faauto
    \adjustright\rin0\lin0\itap0 \fs20\lang1033\langfe1033\cgrid
    \langnp1033\langfenp1033
    {\cs15\fs16\insrsid8729657 \chatn }
    {\insrsid9244585 How about some examples?}
  }
}
```

V komentári sa môže nachádzať aj časová pečiatka (označená riadiacim slovom `\atntime`), dátumová pečiatka (`\atndate`) alebo ikona (`\atnicn`). Tieto údaje sú však voliteľné a komentár ich nemusí obsahovať.

3.4 Zhrnutie

Zistili sme, že existujúce editory síce disponujú veľkým množstvom rozličnej funkcionality, ale nevyužívajú, okrem farebného zvýraznenia textu, žiadne grafické prvky. Napriek tomu, že mnohé z nich sú rozšíriteľné pomocou zásuvných modulov, sme sa vzhľadom na povahu nášho riešenia rozhodli nevyužiť tieto možnosti.

Na základe bližšej analýzy nástrojov, ktoré prichádzajú do úvahy pre vývoj editora sme dospeli k niekoľkým záverom. V prvom rade sme sa rozhodli, že ako vývojový nástroj budeme používať Qt toolkit, pričom sa budeme snažiť využiť natívne triedy tohto nástroja v čo najväčšej možnej miere. V zálohe tiež budeme mať použitie nástroja QScintilla, najmä v oblasti lexikálnej analýzy a formátovania textu. Samotný nástroj Scintilla pri vývoji

nebudeme využívať, vzhľadom na zníženú multiplatformovosť.

Jazyk Lua v spojení s knižnicou LPeg spĺňa naše požiadavky na rýchlosť aj vyjadrovaciu silu (gramatiky) a umožní nám efektívne vytvoriť syntaktický analyzátor. Na ukladanie dokumentácie a jej formátovania do zdrojového kódu využijeme existujúce značky formátu RTF, ktoré postačujú naším potrebám.

Kapitola 4

Návrh

V tejto kapitole predstavujeme návrh riešenia vypracovaný na základe špecifikácie požiadaviek. Pri návrhu riešenia sme sa sústredili hlavne na návrh alternatív pre reprezentáciu blokov, návrh syntaktického analyzátora a návrh modulu pre využitie značiek Rich Text Format (RTF). Jednotlivé prvky návrhu sú rozdelené do samostatných podkapitol.

Keďže projekt, ktorý riešime, má experimentálny charakter a v praxi niečo podobné ešte neexistuje, našou úlohou je preskúmať možnosti vytvorenia textového editora s danou funkcionalitou. Vzhľadom na tieto skutočnosti návrh nie je príliš detailný, zato sa zaoberá rôznymi alternatívami, ktoré môžu viesť k dosiahnutiu cieľa – vytvoreniu funkčného prototypu.

Pretože ešte nie je jasné, ktorú z alternatív sa nám podarí úspešne použiť, o detailnej architektúre zatiaľ nemôžeme hovoriť. Namiesto identifikácie jednotlivých súčiastok a ich rozloženia sa preto podkapitola venovaná architektúre zaoberá všeobecnejším opisom modelu architektúry na najvyššej úrovni.

4.1 Základné východiská

Ako bolo v zhrnutí na konci analýzy naznačené, rozhodli sme sa navrhnúť a vytvoriť vlastný textový editor, ktorý bude obsahovať požadovanú funkcionalitu. Možnosť vytvoriť

zásuvný modul (plugin) do niektorého z editorov podporujúcich takýto spôsob rozšírenia funkcionality sme zavrhli, pretože by išlo o príliš hlboký zásah do jadra editora.

Vhodnejšie v prípade využitia už existujúceho editoru by bolo využiť ho len ako základ a modifikovať ho. Takto vytvorená nadstavba by potom bola naším finálnym produktom v rámci zadaného projektu. Túto alternatívu sme zamietli z dôvodu, že by to znamenalo nutnosť študovať zdrojový kód vytvorený niekým iným. Čas strávený štúdiom pritom môžeme rovnako využiť aj vývojom vlastného textového editora s úplne základnou použiteľnosťou, doplnenou o funkcionlitu uvedenú v špecifikácii. Svojmu kódu potom budeme lepšie rozumieť než cudziemu.

Pri vytváraní editora využijeme jednu zo základných tried, ktoré Qt tookit ponúka, triedu `QMainWindow`. Ide o hlavné okno aplikácie ako ho všetci poznáme, s priamou možnosťou využitia menu a panelov nástrojov. Jednotlivé položky menu a panelov nástrojov budú reprezentované pomocou triedy `QAction`, ktorá umožňuje aj priradenie ikony a klávesovej skratky. Čo sa ich funkcionality týka, vytvorenie ich prepojenia na príslušné obslužné funkcie je v Qt záležitosť jedného príkazu.

4.2 Alternatívy jadra aplikácie

Vychádzajúc zo špecifikácie, náš textový editor by mal ku zvýrazneniu textu používať aj fonty, farby a grafické elementy. Toto všetko sa dá spraviť využitím elementov priamo v rámci Qt, kde máme prvky s bohatou podporou práce s obohateným textom (rich text). Čo však robí tento projekt zaujímavým, netradičným a sťažuje situáciu je fakt, že nami vytvorený textový editor má umožniť používateľovi prácu na úrovni blokov.

Komponent, ktorým bude nakoniec reprezentovaný blok, musí nezávisle od konkrétnej implementácie spĺňať niekoľko podmienok:

- podpora práce s obohateným textom
- schopnosť pracovať na úrovni textu
- schopnosť pracovať na úrovni blokov

- možnosť zbaliť/rozbaliť blok
- upravený vzhľad

Úprava vzhľadu bude dôležitá bez ohľadu na to, ktorá alternatíva nakoniec povedie k cieľu. Na základe zvyšných podmienok sa nám ponúkajú nasledovné 4 možnosti ako pristúpiť k riešeniu:

Trieda `QGraphicsTextItem` ako základ

Trieda `QGraphicsTextItem` bola už spomínaná v rámci analýzy. Táto trieda je, čo sa týka práce s textom, veľmi podobná triede `QTextEdit`. Umožňuje spracovanie obohateného textu, taktiež aj prístup do dokumentu prostredníctvom triedy `QTextCursor`. Použitie tohoto komponentu na reprezentáciu bloku je teda logicky jednou z alternatív.

Každý dokument otvorený v našom textovom editore bude reprezentovaný scénou, ktorá je inštanciou triedy `QGraphicsScene`. Túto bude používateľ vidieť vďaka triede `QGraphicsView`, ktorá sa stará o vizualizáciu scény. Jednotlivé bloky budú potom do scény pridávané ako inštancie triedy odvodenej od `QGraphicsTextItem`. Scéna vie rozoznať objekty, ktoré jej boli pridané. Akékoľvek zmeny vo formátovaní, ktoré používateľ zvolí v editore, budú odoslané scéne a jej úlohou je, aby boli zmeny vykonané v príslušnom bloku.

Použitie triedy `QGraphicsTextItem` má z hľadiska želaného správania sa blokov výhodu v tom, že pôvodné reakcie triedy na zachytávanie udalostí stačí v niektorých prípadoch len trochu upraviť. Príkladom je presúvanie komponentu po scéne. V pôvodnej implementácii ním môžeme pohybovať ľubovoľne, stačí ho chytiť, presunúť a pustiť. Úprava bude v tomto prípade pozostávať z pridania obmedzení čo sa týka pohybov bloku po scéne. Zároveň treba upraviť správanie sa komponentu na kliknutie myšou, aby sme po kliknutí na text mohli tento editovať, no pri uchopení bloku s ním manipulovali ako s celkom.

Väčší problém nastane pri vytváraní hierarchie blokov. Keďže jednotlivé komponenty uložené v scéne sú pôvodne samostatné jednotky, je potrebné zabezpečiť synchronizáciu vnorených blokov. Pri presune vonkajšieho bloku sa vnorené bloky musia presunúť s ním, pri zbalení vonkajšieho bloku musia „zmiznúť“ spolu s ostatným textom. Synchronizovaný

presun by bolo možné zabezpečiť napríklad v metóde, ktorá sa stará o vykresľovanie bloku. Je potrebná synchronizácia vonkajšieho bloku s priamo vnorenými a pre šírenie po všetkých úrovniach. Skrývanie bloku sa dá zabezpečiť vypnutím zobrazovania bloku.

Ďalší problematický bod je presunutie bloku do, resp. z niektorého iného bloku. V tomto prípade je potrebné vytvoriť miesto pre príslušný blok a pripojiť ho k vonkajšiemu, aby spolu boli synchronizované. Pri odnímaní bloku platí opačný proces.

Možnosť zbaliť/rozbaliť blok možno pridať pripojením grafického komponentu, ktorý bude blok sprevádzať. V rámci tejto alternatívy by sme využili `QGraphicsPixmapItem`, ktorý by sme synchronizovali s príslušným blokom podobne ako je načrtnuté vyššie. Príslušné správanie bloku bude implementované v obsluhe kliknutia na príslušný komponent.

Trieda `QTextEdit` ako základ

Ako bolo uvednené v analýze (časť 3.2.1), `QTextEdit` je jednou zo základných tried integrovaných priamo v Qt toolkite, ktorá podporuje prácu s rich text prvkami. V rámci tejto alternatívy je blok reprezentovaný súčiastkou (widget), ktorá obsahuje tlačidlo na zbalenie/rozbalenie bloku a komponent odvodený od triedy `QTextEdit`. Takáto reprezentácia umožní veľmi ľahkú prácu s obohateným textom, rovnako ako aj kopírovanie, vkladanie obrázkov, vyhľadávanie v texte a pod. Pri takejto reprezentácii by aj problém so zbalením/rozbalením bloku bol triviálny, stačilo by nechať nezobrazovať/zobrazovať telo bloku.

Súčiastky ako také nie je možné do `QTextEdit`-u vkladať. Po vytvorení ich teda len necháme zobrazovať používateľovi, budeme odchytávať ich vykresľovanie a v rámci neho ich po normálnom vykreslení prekreslíme do obrázka. Do `QTextEdit`-u je totiž možné vkladať obrázky. Presúvanie blokov teda bude založené na presúvaní obrázkov. Keďže základom blokov bude komponent odvodený od `QTextEdit`-u, tento spôsob vkladania zároveň umožňuje zo svojej podstaty vytváranie hierarchie blokov. Keď v rámci hierarchie príde k zmenie v niektorom z blokov, v celej hierarchii smerom hore by sa vynútila aktualizácia, aby používateľ mohol danú zmenu vnímať.

V rámci tejto alternatívy sa črtá problém, či nám možnosti Qt umožňujú po kliknutí

na príslušný obrázok reprezentujúci blok zistiť, na ktorý blok sme klikli (na ktoré miesto v rámci daného bloku) a následne predať príslušnú udalosť danému bloku na spracovanie.

Založiť riešenie na použití QScintilly

V prípade, že nás neuspokoja možnosti, ktoré ponúka samotný Qt toolkit, zvážili sme aj možnosť využiť QScintillu (viď 3.2.3). QScintilla priamo ponúka veľa vymožeností z hľadiska podpory práce programátora, no na strane druhej by bolo potrebné pridať určité správanie, ktoré je vyžadované a vyššie spomínané komponenty ho zvládajú.

Vytvorenie vlastného komponentu

Toto je posledná alternatíva, ku ktorej sa uchýlime len v krajnej núdzi. Znamenalo by to totiž, že sami musíme implementovať všetky užitočné funkcie pre prácu s textom a podporu práce s obohateným textom, čiže veci, ktoré vyššie spomínané komponenty priamo ponúkajú.

4.3 Práca s blokmi

Nasleduje návrh niektorých aspektov práce s blokmi kódu.

Čo všetko je blok?

Pri syntaktickej analýze sme definovali čo je všetko budeme pokladať za blok. Napríklad, celý program bude hlavný blok (vrchol stromu) ten bude obsahovať podblok funkciu a funkcia sa skladá z hlavičky a tela. Hlavička sa skladá z návratovej hodnoty, názvu a parametrov. Parametre sú ďalší blok, ktorý sa skladá z menších podblokov už samostatných parametrov. Z tohto vyplýva, že parametre sú blokom ako celok, ale neuchovávajú žiadny text.

Presun blokov

Na základe syntaktickej analýzy sa vytvorí stromová hierarchia blokov daného zdrojového kódu. Používateľ bude môcť dané bloky presúvať systémom „drag-and-drop“. Kvôli tomu, aby bolo možné presúvať napríklad celú funkciu, vrátane všetkých podblokov, je nutná stromová hierarchia. Pri presúvaní akéhokoľvek bloku sa vždy budú zároveň presúvať aj všetky jeho podbloky. Pri tomto presúvaní bude nesmierne dôležité dovoliť presunutie bloku na miesta, kde sa naozaj môže dať, teda aby sa dané bloky napríklad neprekrývali.

Okrem toho treba zabezpečiť, aby bolo možné vložiť/presunúť bloky medzi už existujúce bloky. Pri presúvaní bloku medzi existujúce bloky sa medzi nimi vykreslí dočasná čiara, ktorá bude indikovať miesto, kde bude daný blok presunutý. Taktiež bude potrebné rozlíšiť, či používateľ chce blok presunúť medzi bloky alebo vložiť do bloku.

Z programátorského hľadiska to bude riešené tak, že ak sa kurzor myši nachádza medzi blokmi, vykreslí sa už spomínaná dočasná čiara indikujúca vloženie medzi bloky. Z toho vyplýva, že medzi blokmi bude musieť byť vynechaný určitý voľný priestor. Bloky, medzi ktoré sa daný blok vkladá sa „rozostúpia“ a vytvorí sa tak priestor pre vkladaný blok. Ak sa kurzor myši bude nachádzať v určitom bloku, bude to znamenať vloženie do bloku. Vtedy bude potrebné zabezpečiť zväčšenie bloku, do ktorého sa daný blok vkladá a posunutie jeho podblokov, aby sa tak vytvoril priestor pre vkladaný blok.

Skrývanie blokov

Kvôli zjednodušovaniu zdrojového kódu bude možné skryť jednotlivé bloky. Pri skrývaní sa opäť uplatňuje princíp hierarchizácie. Tým, že používateľ skryje funkcie, ostane zobrazený len prvý riadok bloku a zvyšok bloku spolu s ostatnými podblokmi sa tiež skryjú. Keďže funkcia ako blok neobsahuje vlastne žiaden text v tomto konkrétnom prípade ostanú zobrazené bloky na prvom riadku. Keď sa pred skrytím celej funkcie skryje iný podblok, tak po rozbalení (odokrytí) funkcie bude tento blok stále skrytý, pre zobrazenie je nutné ho potom samozrejme rozbaliť.

Veľkosť blokov

Veľkosť bloku je veľmi dôležitá, pretože blok obsahuje vo väčšine prípadov málo textu ale jeho veľkosť musí byť reálne väčšia pretože obsahuje aj iné podbloky, ktoré musí zahŕňať. Pri písaní textu v editore sa automaticky zväčšuje blok, v ktorom sa aktuálne píše, ale keď veľkosť podbloku presiahne veľkosť bloku v hierarchii nad ním automaticky sa začne zväčšovať aj daný blok.

4.4 Syntaktický analyzátor

Modul syntaktického analyzátora (a tiež lexikálneho, v prípade nevyužitia (Q)Scintilly) bude postavený na knižnici LPeg (viď časť 3.3.1). Spracúvanie externých skriptov vyžaduje interpret jazyka Lua, ktorý bude priamo súčasťou aplikácie.

Podsystém načíta gramatiku požadovaného jazyka z dodaného skriptu a počas behu bude podľa potrieb iných podsystémov generovať abstraktný syntaktický strom (AST). AST bude priamo využívaný vizualizačným modulom pri vykresľovaní grafických blokov. Počas práce používateľa sa bude musieť automaticky (respektíve manuálne) spúšťať opakované generovanie kompletného, prípadne len parciálneho AST.

Dôležitou časťou je ošetrovanie vzniku syntaktických chýb, ktoré by nemali ovplyvňovať celý AST, ale len jeho minimálnu podmnožinu. Toto dosiahneme sledovaním bloku, ktorý práve používateľ edituje a následnou analýzou obmedzenou len na tento blok a bloky v ňom vnorené.

AST bude reprezentovaný stromom pozostávajúcim z *textových* a *zložených* elementov (oboch reprezentovaných triedou `TElement`). Okrem spoločného atribútu `type` budú textové elementy používať atribút `text` (obsahujúci text) a zložený atribút `content` (obsahujúci zoznam ľubovoľných elementov) na ukladanie svojho obsahu. Každý zložený element reprezentuje jeden grafický blok, ktorého formátovanie určuje kľúč `type`.

Vzhľadom na možnosť pridávania nových jazykov máme tri možnosti definície formátovacích kľúčov:

1. Kľúče budú dané, jazykovo nezávislé s pevným formátovaním, napríklad `keyword`, `number`, `control_statement`, a podobne. Gramatika v skripte bude parsovať daný jazyk priamo do týchto všeobecných kategórií.
2. Kľúče budú definované spolu s príslušným formátovaním v skripte obsahujúcom gramatiku jazyka. Príklady pre C++ sú `include`, `while` alebo `function_parameter`. Vyžaduje použiť metajazyk na popis formátovania.
3. Kombinácia predošlých. Skript definuje jazykovo špecifické kľúče, ktoré následne namapuje na „vstavané“ základné kľúče (s pevným formátovaním). Zároveň má autor skriptu možnosť doplniť nové kategórie, prípadne modifikovať prednastavený spôsob formátovania.

Pri implementácii prototypu zvolíme pravdepodobne prvú, najjednoduchšiu cestu, ale neskôr zvážime aj možnosti niektorého z prispôsobivejších variantov.

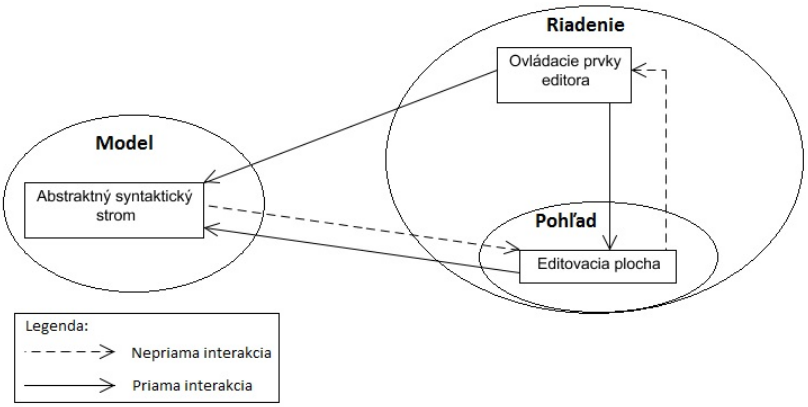
4.5 Modul pre využitie značiek RTF

Tento modul zabezpečí rozpoznávanie značiek RTF (viď 3.3.2) v našom editore. Značky, ktoré sa v dokumente budú využívať na označovanie blokov dokumentácie, ako aj ostatné formátovacie značky, budú rozpoznávané ale v editore sa nebudú zobrazovať. Čo sa týka zakomponovania RTF do nášho projektu, z danej špecifikácie plánujeme využiť najmä komentáre.

4.6 Architektúra systému

Pri implementácii textového editora by sme chceli využiť štandardný návrhový vzor model-pohľad-riadenie. V našom prípade bude modelom abstraktný syntaktický strom, ktorý vznikne syntaktickou analýzou textu. Čo sa pohľadu týka, dosť závisí od konečnej, použitej alternatívy. Vo všeobecnosti to však bude komponenta, ktorá má na starosti vizualizáciu textu a jeho štrukturovanie. Pohľad nám bude zobrazovať text usporiadaný do blokov v závislosti na tom, ako je tento uložený v syntaktickom strome (modeli). Riadenie

bude zahŕňať ovládacie prvky editora. Vzhľadom na to, že plocha editora slúži nielen na zobrazovanie, ale aj na editáciu textu, môžeme povedať, že sa tu čiastočne zlučuje riadenie a pohľad. Situáciu možno vidieť na Obrázku 4.1.



Obr. 4.1: Návrh architektúry

Kapitola 5

Prototyp

5.1 Editačný komponent

V rámci vytvárania prototypu sme vytvorili kostru textového editora. Väčšina položiek menu však nemá žiadnu funkcionalitu, zvyšok len obmedzenú. Taktiež tlačidlá na formátovanie v paneli nástrojov nie sú funkčné. To však ani nebolo cieľom, viac sme sa sústredili na naprogramovanie správania sa blokov a vývoj jednotlivých modulov.

Kostra mala slúžiť na poskytnutie rámca pre prototypovanie správania sa blokov, v rámci ktorého prebiehala pokusná integrácia s ostatnými modulmi. Taktiež nám poskytla možnosť vyskúšať si niektoré aspekty tvorby aplikácie v Qt, tvorbu menu a panelov nástrojov. Určité časti tejto kostry spolu s nadobudnutými skúsenosťami budeme môcť potom využiť pri tvorbe finálnej aplikácie. A v neposlednom rade pri tejto kostre sme mali možnosť zistiť ďalšie detaily, ktoré budú potom dôležité, čo všetko bude treba ešte zohľadniť, aby sa to správalo ako textový editor.

5.1.1 Práca s blokmi

Pri reprezentácii blokov sme sa rozhodli pre prvú alternatívu spomínanú v návrhu (viď časť 4.2). Dokument je teda reprezentovaný ako grafická scéna, do ktorej umiestňujeme jednotlivé bloky ako grafické textové prvky. V rámci prototypu ešte nie je implementované

želané finálne správanie sa blokov, sústredili sme sa na hlavné rysy. Rovnako vzhľad blokov je len ilustračný, slúži iba na vizualizáciu pre lepšiu predstavu.

Hierarchia blokov

Bloky môžu byť usporiadané do stromovej štruktúry. Každý blok pozná svojho priameho predka a má zoznam svojich priamych potomkov. Ak je potrebné vykonať niečo v rámci daného stromu, akcia sa jednoducho prešíri v takto udržiavanom strome smerom nadol. Bloky v rámcie hierarchie sa presúvajú spolu, taktiež ukrytie obsahu predka spôsobí skrytie všetkých potomkov v hierarchii.

Hierarchiu blokov je možné vytvárať dvojako:

- Vytvorením nového bloku v oblasti, ktorú už zaberá iný blok. V tomto prípade sa pridá novovytvorený blok medzi potomkov toho pôvodného a pôvodný blok sa stáva rodičom nového bloku.
- Presunutím bloku do oblasti, ktorú už zaberá iný blok. Pôvodný blok sa stáva predkom presunutého bloku. V prípade, že presunutý blok bol na nejakom inom mieste v rámci hierarchie či dokonca bol členom úplne iného stromu blokov, všetky pôvodné väzby s daným blokom sú automaticky zrušené.

Spoločné presúvanie blokov v rámci hierarchie je implementované v metóde reagujúcej na presun bloku myšou. Pozícia všetkých potomkov v hierarchii sa zmení o vektor posunutia rodičovského bloku. Je to teda zmena oproti návrhu, kde sme uvádzali, že možné by to napríklad bolo vo vykresľovacej metóde bloku. Zmena bola nutná, pretože potrebujeme zohľadniť skutočnú zmenu pozície potomkov, nielen prekresliť ich na nové miesto.

Skrývanie blokov

Každý blok je sprevádzaný grafickým elementom, ktorý reaguje na kliknutie. Na takéto kliknutie sa obsah bloku podľa aktuálneho stavu buď ukryje alebo znovu objaví. Pri ukrytí je ponechaný prvý riadok textu. Spolu s ukrytím obsahu sa skrývajú aj všetci potomci bloku v rámci hierarchie.

Pri skrývaní sa najprv uloží šírka skrývaného bloku. To je dôležité, pretože šírka bloku nemusí zodpovedaťšírke prvého riadku, ktorý ponechávame. Blok by v takom prípade zmenšil svoju šírku, čo je pre nás neprijateľné správanie. Ďalej prekopírujeme pôvodný obsah a nastavíme text bloku, aby obsahoval len prvý riadok. Všetkých potomkov v rámci hierarchie potom prestaneme zobrazovať. Odkrytie bloku je tiež priamočiary proces. Obsah bloku nastavíme na pôvodný obsah a potomkov v rámci hierarchie znovu necháme zobraziť.

Veľkosť blokov

Originálne grafické textové prvky mali veľkosť určovanú podľa toho, akú veľkú oblasť zaberal ich textový obsah. My sme toto správanie museli upraviť, aby sme zohľadnili niektoré špecifiká.

V prípade, že je blok ukrytý, obsahuje len prvý riadok, pričom jeho šírka môže byť menšia ako šírka bloku. Preto je pri skrývaní nutné uložiť si pôvodnú šírku bloku, aby sme v prípade, že je blok ukrytý, mohli napriek všetkému zachovať jeho pôvodnú šírku. Výška bloku sa automaticky prispôsobuje veľkosti písma v ponechanom riadku.

Inak šírku bloku určujeme nastavením jeho pravého okraja na zadanú x-ovú súradnicu. Táto súradnica je väčšou z hodnôt x-ovej súradnice oblasti, ktorú zaberá text bloku, a x-ovej súradnice najpravejšieho okraja niektorého z potomkov bloku. Pri výpočte šírky bloku sú preto potomkovia vždy aktuálne zoradení podľa pravého okraja, porovnajú sa dané hodnoty a na väčšiu z nich sa nastaví okraj bloku.

5.2 Modul syntaktického analyzátora

Tento modul má dve hlavné časti. Prvou je gramatika analyzovaného jazyka realizovaná ako Lua skript a druhou je abstraktný syntaktický strom (ďalej AST), ktorý sa pomocou tejto gramatiky generuje. Stručne popíšeme funkcionalitu a niektoré implementačné detaily oboch týchto častí.

5.2.1 Gramatika

Na špecifikáciu gramatiky v jazyku Lua sme použili knižnicu LPeg. Vytvorená bola gramatika pre jazyk C, pričom sme vychádzali 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:

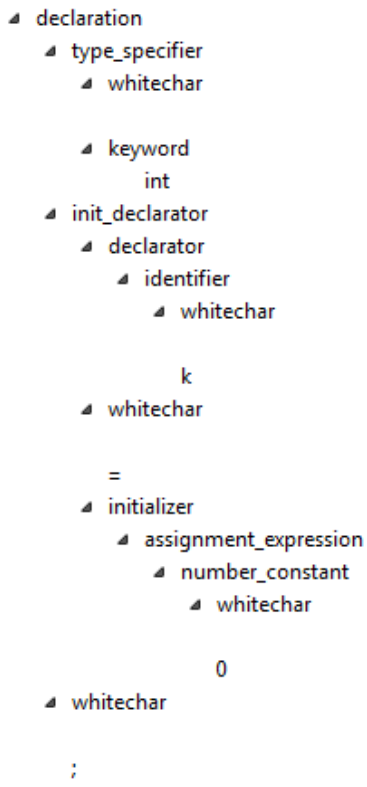
- aplikacia spustí skript s gramatikou a gramatika sa skompiluje
- aplikácia zavolá LPeg funkciu `match`, ktorej vstupom je gramatika a text (kód), ktorý chceme analyzovať
- vystupom je Lua tabuľka obsahujúca ďalšie tabuľky a tento systém tabuliek zodpovedá syntaktickému stromu
- výstup je umiestnený na zásobník z ktorého je postupne čítaný, z Lua tabuliek sa zrekonštruuje AST v C++

Gramatika využíva funkcie na zachytávanie častí vstupu, ktoré zodpovedajú daným LPeg výrazom (podobným regulárnym výrazom). Ku každej zachytenej (lexikálnej) jednotke alebo skupine jednotiek je pripojený identifikačný kľúč (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 (kľúč `whitechar`) alebo text, ktorý nezodpovedá gramatike jazyka (označený kľúčom `unknown`). Gramatika dosiaľ nie je úplne kompletná, neobsahuje podporu inštrukcií preprocesora v tele funkcií a vyžaduje si ďalšie testovanie.

5.2.2 Syntaktický strom

Implementácia AST sa nelíši od spôsobu uvedeného v návrhu (časť 4.4). Zmenou je zrušenie atribútu `text`, ktorý mal slúžiť pre textové uzly. Text v textových uzloch sa ukladá do atribútu `type`, ktorý pri netextových uzloch obsahuje typ uzla. Identifikácia textových uzlov je jednoduchá vzhľadom nato, že vždy ide o listy stromu (a zároveň sú všetky listy

textovými uzlami). Strom obsahuje okrem štandardných uzlov z BNF gramatiky aj uzly typu `keyword`, ktoré uľahčujú identifikáciu kľúčových slov. Obrázok 5.1 ukazuje AST vygenerovaný pre výraz `int k=0;`[1].



Obr. 5.1: Ukážka syntaktického stromu

Modul poskytuje aj možnosť dopĺňania stromu prostredníctvom analýzy jeho podstromov. Uzly, ktoré môžu figurovať ako korene podstromov (tzv. *vstupné body* pre analýzu) sú vymenované v skripte gramatiky v premennej `entrypoints`. V aktuálnej C gramatike sú to *deklarácia premennej*, *deklarácia funkcie*, *inštrukcia preprocesora* a *príkaz*. Vždy, keď sa obsah niektorého z textových uzlov zmení, nájdeme najbližšieho takého predka, ktorý je vstupným bodom, a podstrom reanalyzujeme . Dôležité je, že zvyšok AST je nezávislý od analyzovanej vetvy.

[1]Uzly `whitechar` sa momentálne nachádzajú aj tam, kde by nemali (obsahujú prázdny retazec).

5.3 Modul pre literate programming

Modul slúži na vytváranie dokumentácie priamo v zdrojom kóde. Jeho úlohou je zabezpečiť kompilovateľnosť programu pre kompilátor a vysokú čitateľnosť dokumentačnej časti pre programátora. Jeho funkcionalitu môžeme rozdeliť do dvoch častí.

5.3.1 Načítanie zdrojového kódu

Pri načítavaní zdrojového kódu je potrebné previesť dokumentačnú časť kódu do podoby ľahko čitateľnej pre programátora. Z načítaného kódu sa najprv odstránia značky pre komentár. Následne sa analyzuje načítaný text a načítané značky v RTF formáte sa prevedú na používateľské značky, ktoré používa programátor. Používateľské značky, ktoré boli implementované sú `<Author>` a `<Text>`. Po značke `<Author>` nasleduje identifikátor autora dokumentácie. Za značkou `<Text>` nasleduje samotný text dokumentácie.

5.3.2 Uloženie dokumentácie v kóde

Pri ukladaní vytvoreného zdrojového súboru potrebujeme previesť používateľské značky spätne do RTF formátu. Takto vytvorený text je potom potrebné vložiť medzi značky komentáru, čím zabezpečíme kompilovateľnosť programu. Používateľská značka `<Author>` sa mení na RTF značku `\atnid`. Značka `<Text>` sa zmení na `\annotation`. Takto definované značky bude možné v budúcnosti ďalej spracovávať pre vygenerovanie dokumentácie.

Kapitola 6

Záver

Projekt textového editora obohateného o grafické prvky (pracovný názov *TrollEdit*) je svojím zameraním v súčastnosti jedinečný a poskytne používateľom zaujímavé možnosti. Vďaka poznatkom z analýzy sme vytvorili niekoľko alternatív pre finálnu integráciu uvažovaných technológii, najmä s ohľadom na požadovanú multiplatformovosť. Implementovali sme niekoľko prototypov, ktoré zodpovedajú modulom navrhovaného systému. V ďalšej práci bude naším cieľom priebežne dopĺňať funkcionalitu modulov a postupne ich integrovať.

Zoznam použitej literatúry

[1] R. Ierusalimschy. LPeg – Parsing Expression Grammars For Lua. `http://www.inf.puc-rio.br/~roberto/lpeg/lpeg.html`. [posledný prístup 27.10.2009].

[2] R. Ierusalimschy. *Programming in Lua.* Lua.org, 2003. ISBN 85-903798-1-7.

[3] R. Ierusalimschy. A text pattern-matching tool based on Parsing Expression Grammars. *Softw. Pract. Exper.*, 39(3):221–258, 2009.

[4] Notepad++. `http://notepad-plus.sourceforge.net/uk/site.htm`. [posledný prístup 1.11.2009].

[5] QScintilla: What is QScintilla. `http://www.riverbankcomputing.co.uk/software/qscintilla/intro`. [posledný prístup 31.10.2009].

[6] Qt 4.0: Qt Reference Documentation (Open Source Edition). `http://doc.trolltech.com/4.0/index.html`. [posledný prístup 30.10.2009].

[7] Rich Text Format (RTF) Version 1.5 Specification. `http://www.biblioscape.com/rtf15_spec.htm`. [posledný prístup 1.11.2009].

[8] Scintilla and SciTE. `http://www.scintilla.org/SciTE.html`. [posledný prístup 1.11.2009].

[9] The Programming Language Lua. `http://www.lua.org`. [posledný prístup 27.10.2009].