
# Dokumentace projektu z předmětů IFJ, IAL
## Tým xpokhv00, varianta TRP

Autoři:
Ivan Onufriienko, xonufr00 - 25%
Vsevolod Pokhvalenko, xpokhv00 - 25%
Oleksii Shelest, xshele02 - 25%
Sviatoslav Pokhvalenko, xpokhv01 - 25%

# 1.Úvod

Tato dokumentace popisuje návrh a implementaci překladače jazyka IFJ23, který je zjednodušenou podmnožinou jazyka Swift. Verzí naší úlohy byla TRP, ve které bylo nutné implementovat tabulku symbolů pomocí hash tabulky s implicitním zřetězením položek.

# 2.Implementace

## 2.1 Návrh

– Lexikální analyzátor
– Syntaktický analyzátor
– Sémantický analyzátor
– Generátor kódu

## 2.2 Lexikální analyzátor

- je první částí překladače, která pracuje přímo se vstupem, konkrétně čte lexemy a převádí jej na tokeny. Tyto tokeny jsou již předány syntaktickému analyzátoru. Lexikální analyzátor byl implementován pomocí konečného automatu, zpracovává text znak po znaku a podle stavu, ve kterém čtení dokončil, určí typ, řádek a kam je potřeba token hodnotu. Pokud čte znak, který nelze zpracovat, jsou dvě možnosti: pokud dočetl v koncovém stavu, tak právě přečtený znak odešle zpět na vstup, nebo pokud dočetl v nekoncovém stavu, vypíše lexikální chybu. Dále bylo nutné implementovat funkce *peek_token()* pro prohlížení dalšího tokenu, který funguje stejně jako hlavní funkce, ale také ukládá token pro další použití. Řešení této části je v souborech *scanner.c* a *scanner.h*.

## 2.3 Syntaktický analyzátor

Syntaktický analyzátor, ve zdrojových souborech parser.c a parser.h, je klíčovou částí překladače(volá všechny ostatní části překladače), která zpracovává vstupní tokeny a vytváří syntaktický strom. Implementace tohoto analyzátoru byla realizována metodou rekurzivního sestupu za pomoci LL-gramatiky a LL-tabulky. Syntaktický analyzátor postupuje podle pravidel definovaných gramatikou a porovnává aktuální stav zásobníku s příchozím tokenem, výrazy jsou zpracovávány precedenční syntaktickou analýzou. Abychom pochopili, zda potřebujeme určit typ proměnné/konstanty sami nebo zda již byla nastavena, potřebovali jsme funkci *peek_token()* k zobrazení dalšího tokenu.

## 2.4 Sémantický analyzátor

Sémantický analyzátor pracuje společně se syntaktickým, konkrétně kontroluje každou úroveň kódu, aby zjistil, zda došlo k redefinici funkce nebo proměnné/konstanty na jedné úrovni či nikoli, zda je možné funkci na této úrovni definovat a také kontroluje správnost zadání parametrů funkce a jejich použití v této funkci. Jelikož jsme potřebovali implementovat použití jak jména, tak ID proměnné do parametrů funkce, použili jsme spojový seznam.

## 2.5 Generátor kódu

Generátor kódu je poslední částí naší práce. Zpracuje všechna data přijatá ze všech analyzátorů a na jejich základě začne generovat kód v jazyce IFJcode23.

# 3. Algoritmy

## 3.1 Precedenční syntaktická analýza

Výrazy jsou zpracovávány odděleně od syntaktického zpracování, a to v souborech expression.c a expression.h. Tento algoritmus byl implementován technikou zdola nahoru s využitím precedenční tabulky. Algoritmus byl implementován tak, že funkce *parseExpression* zapisuje tokeny do zásobníku a pomocí tabulky určuje vztah mezi tokenem v horní části zásobníku a právě přečteným tokenem, pokud nebylo nalezeno vhodné pravidlo, vrátí se chyba 2.

### 3.2 Tabulka symbolů

Pro naše zadání jsme potřebovali implementovat hashovací tabulku, která se nachází v souborech *symtable.c* a *symtable.h*. Tato tabulka je potřebná pro uložení názvů funkcí a proměnných a jejich dat. Samotné prvky tabulky najdeme pomocí hashe, který nám prozradí místo prvku v tabulce.

### 3.3 Zásobníky

Zásobník implementovaný v souborech *symstack.c* a *symstack.h* je potřebný pro uložení proměnných a funkcí a jejich dat ve správném pořadí.

### 3.4 Spojový seznam

Spojový seznam je úložištěm parametrů funkcí, když jsou deklarovány a volány. Implementováno v souborech *linlist.c* a *linlist.h*.

## 4. Práce v týmu

### 4.1. Rozdělení práce

Ivan Onufriienko - Návrh konečného automatu, lexikální analýza, dokumentace, chybové hlášky.

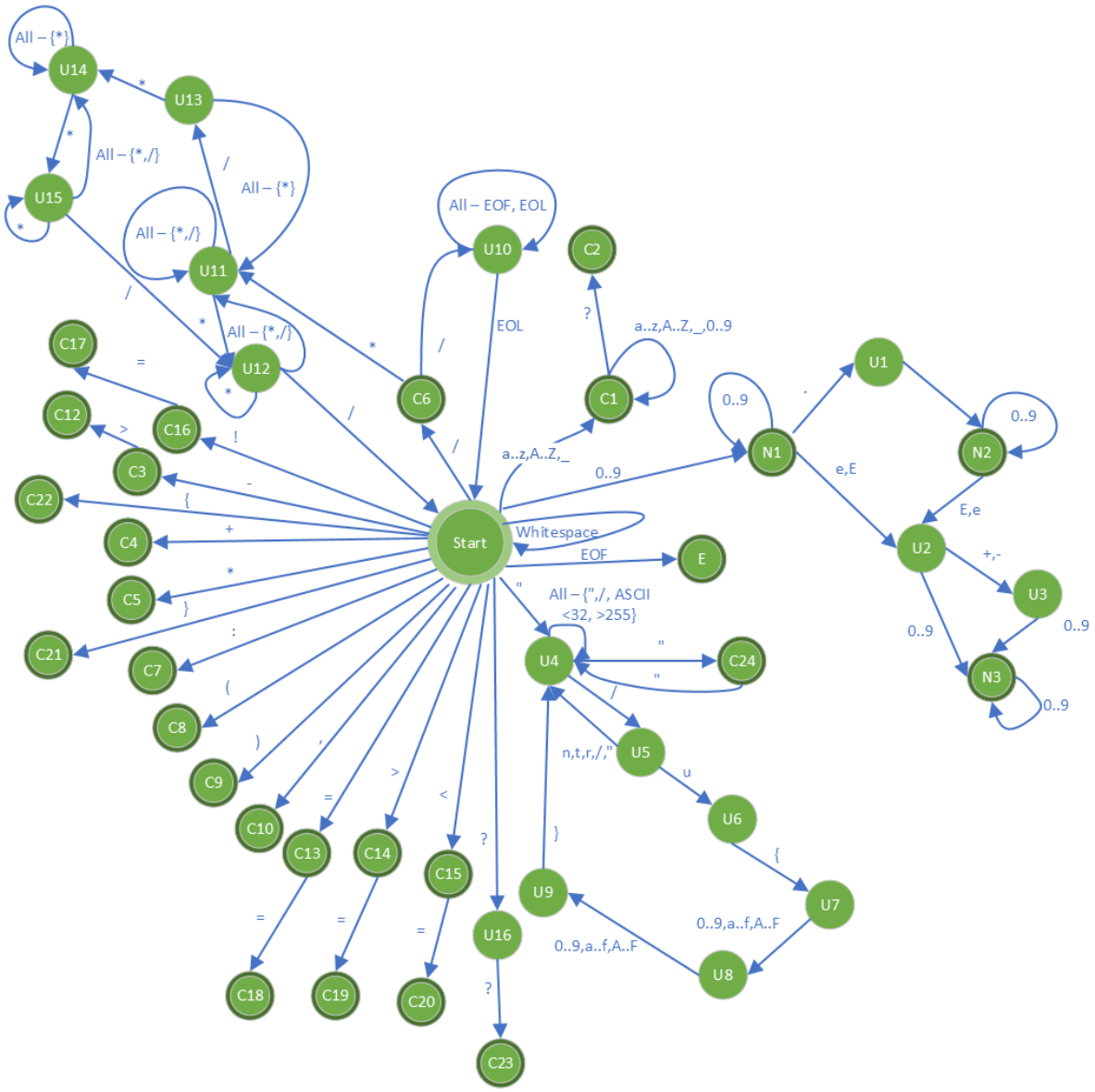
Vsevolod Pokhvalenko - Makefile, syntaktická analýza a sémantická analýza, testování jednotlivých částí překladače, Linked List, Symbol Table, Symbol Stack.
Oleksii Shelest - Generování cílového kódu, testování jednotlivých částí překladače.
Sviatoslav Pokhvalenko - Návrh LL-tabulky, LL-gramatiky, precedenční tabulky, syntaktická analýza a sémantická analýza, prezentace.

## 4.2 Komunikace

Ke komunikaci a distribuci našeho kódu jsme použili Telegram a GitHub a samozřejmě skutečný svět. Když nebyly problémy s komunikací, nastaly problémy s distribucí vlastního kódu, protože někteří členové týmu si občas nestahovali aktuální verzi projektu a v důsledku toho vznikaly “kuriozity”.

# 5.Přílohy

## 5.1 Diagram konečného automatu




### 5.1.1 Legenda

| Stav | Popis |
|---|---|
| Start | initial state |
| C1 | identifier |
| C2 | nillable keyword |
| C3 | minus |
| C4 | plus |

| | |
|---|---|
| C5 | multiply |
| C6 | divide |
| C7 | colon |
| C8 | left bracket |
| C9 | right bracket |
| C10 | comma |
| C13 | assignment |
| C14 | greater |
| C15 | less |
| C16 | exclamation mark |
| C17 | not equal |
| C18 | equal |
| C19 | greater or equal |
| C20 | less or equal |
| C21 | left curly bracket |
| C22 | right curly bracket |
| C23 | nil coalescing operator |
| C24 | string(multiline string) |
| N1 | integer |
| N2 | double |
| N3 | float |
| U1 | possible double |
| U2 | possible float |
| U3 | possible float with shift |
| U4 | start of string or its content |
| U5 | start of escape sequence |
| U6-U9 | unicode escape sequence |
| U10 | comment |
| U11 | start of multiline comment |
| U12 | possible end of multiline comment |
| U13-U15 | embedded comment |
| U16 | possible nil coalescing operator |
| E | end |

## 5.2 LL-gramatika

1. <prog> -> <scope>
2. <prog> -> eol <prog>
3. <scope> -> eps
4. <scope> -> func id(<params>) -> <type> {<body>} <scope>
5. <func_call> -> id(<params_call>)
6. <statement> -> if expression {<body>} <else>
7. <statement> -> if let id {<body>} <else>
8. <statement> -> while expression {<body>}
9. <statement> -> write expression
10. <statement> -> expression
11. <statement> -> return <return_follow>
12. <return_follow> -> eps
13. <return_follow> -> expression
14. <else> -> eps
15. <else> -> else <else_next>
16. <else_next> {<body>}
17. <else_next> if expression {<body>} <else>
18. <body> -> eps
19. <body> -> <statement> <body>
20. <type> -> integer
21. <type> -> double
22. <type> -> string
23. <type> -> integer?
24. <type> -> double?
25. <type> -> string?
26. <value> -> int_value
27. <value> -> double_value
28. <value> -> string_value
29. <value> -> nil
30. <write> -> eps
31. <write> -> expression <write>
32. <params> -> eps
33. <params> -> name id : <type> <params_next>
34. <params_next> -> eps
35. <params_next> -> , <params>
36. <params_call> -> eps
37. <params_call> ->  name id <params_call_next>
38. <params_call_next> eps
39. <params_call_next> , <params_call>
40. <end> -> eol <end>
41. <end> -> eof

## 5.3 LL-tabulka

| | scope | eol | func | eof | id | name | if | else | expression | while | print | return | ) | { | , | } | integer | double | string | integer? | double? | string? | int_value | double_value | string_value | nil | $ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <prog> | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <scope> | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| <func_call> | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <statement> | | | | | | | 6,7 | | 10 | 8 | 9 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <return_follow> | | | | | | | | | 13 | | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | |
| <else> | | | | | | | | 15 | | | | | | | | 14 | | | | | | | | | | | |
| <else_n> | | | | | | | 17 | | | | | | | 16 | | | | | | | | | | | | | |
| <body> | | | | | | | | | | | | 19 | | | | 18 | | | | | | | | | | | |
| <type> | | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | | | | |
| <value> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 26 | 27 | 28 | 29 | |
| <print> | | | | | | | | | | | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | 30 |
| <params> | | | | | | 33 | | | | | | | 32 | | | | | | | | | | | | | | |
| <params_n> | | | | | | | | | | | | | 34 | | 35 | | | | | | | | | | | | |
| <params_call> | | | | | | 37 | | | | | | | 36 | | | | | | | | | | | | | | |
| <params_call_n> | | | | | | | | | | | | | 38 | | 39 | | | | | | | | | | | | |
| <end> | | 40 | | 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## 5.4 Precedenční tabulka

| | +- | */ | id | $ | <= | ( | ) | ! | ?? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +- | > | < | < | > | > | < | > | < | > |
| */ | > | > | < | > | > | < | > | < | > |
| id | > | > | F | > | > | F | > | > | > |
| $ | < | < | < | O | < | < | F | < | < |
| <= | < | < | < | > | F | < | > | < | > |
| ( | < | < | < | F | < | < | E | F | < |
| ) | > | > | F | > | > | F | > | > | > |
| ! | > | > | F | > | > | F | > | F | > |
| ?? | < | < | < | > | < | < | > | < | < |