TKOM Dokumentacja projektu

Aleksandra Sypuła

I. Temat projektu

Język umożliwiający tworzenie kolorowych scen z figurami geometrycznymi w 2D. Oprócz podstawowych funkcjonalności udostępnianych w tradycyjnych językach programowania, możliwe będzie tworzenie punktów, odcinków, figur czy kolekcji takich figur (będą one wbudowanymi typami języka). Użytkownik będzie mógł stworzyć dowolną liczbę oddzielnych scen z figurami, a także dla każdej z figur ustawić dowolnie wybrany kolor.

II. Opis funkcjonalności

Obsługa podstawowych oraz niestandardowych typów danych wraz z dopuszczalnymi operacjami:

- Typy danych liczbowych: int – liczby całkowite, double – liczby zmiennoprzecinkowe
    - Operacje arytmetyczne ze standardowym priorytetem wykonania oraz obsługą nawiasów: dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie; w przypadku operacji na różnych typach danych liczbowych, zmienne ‘int’ będą konwertowane do typu ‘double’ a wynik również będzie zwracany jako ‘double’
    - Porównania wartości liczb
- Typ znakowy – string
    - Konkatenacja
    - Brak automatycznej konkatenacji z innymi typami np. typu int oraz string
    - Obsługa metaznaków
- Typ bool przyjmujący wartości ‘true’ lub ‘false’
- Typ listy z ograniczoną funkcjonalnością – List
    - Możliwość przechowywania dowolnych typów danych ale takich samych dla danej instancji listy
    - Funkcjonalność podobna do stosu – możliwość dodania elementu na koniec listy lub usunięcia, również z końca listy
- Typ reprezentujący punkt na płaszczyźnie – Point
    - Umożliwia stworzenie punktu ze współrzędnymi (x, y) będącymi liczbami całkowitymi
- Typ reprezentujący odcinek na płaszczyźnie – Line (dla uproszczenia line od line segment)
    - Umożliwia stworzenie odcinka poprzez przekazanie dwóch punktów
- Typ reprezentujący figurę na płaszczyźnie – Figure
    - Umożliwia stworzenie zamkniętej figury poprzez:
        - Przekazanie listy odcinków w odpowiedniej kolejności
        - Przekazanie listy punktów
    - Ustawienie figurze koloru przez wartości RGB
- Wyświetlanie sceny figur odbywa się poprzez stworzenie listy z figurami, które chcemy wyświetlić i na koniec wywołanie metody show()

Obsługa komentarzy

- Dopuszczalne jednolinijkowe komentarze poprzedzone znakiem ‘#’

Wyświetlanie ciągu znaków w konsoli za pomocą słowa kluczowego print

Wbudowane instrukcje:

- Warunkowa if else
- Pętla while

Tworzenie własnych zmiennych, przypisywanie do nich wartości oraz późniejsze odczytywanie:

- Typowanie dynamiczne
- Typowanie silne
- Przypisywanie mutowalne
- Zakres widoczności zmiennych zawężony będzie do zakresu, w którym występują (zostały zadeklarowane), ograniczonego przez nawiasy klamrowe ‘{‘, ‘}’

Wołanie i definiowanie własnych funkcji (ze zmiennymi lokalnymi), przekazywanie argumentów jedynie przez wartość. Definicja funkcji musi się zaczynać od słowa kluczowego ‘function’ z podaniem nazwy funkcji, następnie nawiasów z określeniem zmiennych i ciałem funkcji w nawiasach klamrowych. Wymagane jest zdefiniowanie funkcji ‘main’, od którego wykonania program się rozpoczyna.

Obsługa błędów

III. Przykłady języka

```
# example program, this comment should be ignored
function main() {
        x=30;
        y=0;
        p1=Point(x, y);
        p2=Point(60, 20);
        line1=Line(p1, p2);
        line2=Line(Point(60, 20), Point(0, 20));
        line3=Line(Point(0, 20), p1);
        figList1=List();
        figList1.add(line1);
        figList1.add(line2);
        figList1.add(line3);
        fig1=Figure(figList1);
        fig1.color(123, 123, 123);
}
```

Wyświetlony powinien zostać trójkąt o szarych krawędziach i współrzędnych ((30, 0), (60, 20), 0, 20))

```
# second program

function main() {

    i=0;
    x1=300;
    y1=0;
    x2=400;
    y2=100;
    linesList=List();
    while (i<=2) {

        print("Smile!");
        linesList.add(Line(Point(x1, y1),Point(x2, y2)));
        x1=x2;
        y1=y2;
        x2=x2+20;
        y2=y2+20;
        i=i+1;

    }
    fig1=Figure(linesList);

    # should raise an error above as the line segments do not form a closed figure

}
```

Użytkownik powinien otrzymać komunikat o błędzie, ponieważ zamknięta figura nie może zostać otrzymana z dostarczonych odcinków.

Więcej przykładów w pliku test.txt, a także w testach interpretera.

IV. Formalna specyfikacja i składnia

Niestandardowe typy danych:

List:

- Metody:
  - Konstruktor List()
  - Add (Value v)
  - Remove ()
  - Show (), dostępne jedynie dla list wypełnionych figurami

Point:

- Pola:
  - Współrzędna int x
  - Współrzędna int y
- Metody:
  - Konstruktor Point(int x, int y)

    - Pobranie współrzędnej x
    - Pobranie współrzędnej y

Line:

- Pola:
    - Punkt pierwszy Point pL
    - Punkt drugi Point pR
- Metody:
    - Konstruktor Line(Point p1, Point p2)

Figure:

- Wewnętrznie będzie przechowywała listę punktów ze współrzędnymi x oraz y uporządkowanych w kolejności podanej przez użytkownika
- Pola:
    - Lista punktów
    - Wartości całkowite dla poszczególnych składowych kolorów: RGB
- Metody:
    - Konstruktor Figure(List myList) może przyjmować listy z dwoma różnymi zawartościami:
        - listę odcinków, z których ma zostać utworzona figura. Wszystkie przekazane odcinki rozbija na współrzędne i na bieżąco weryfikuje czy figura może zostać stworzona. To użytkownik musi zadbać o odpowiednią kolejność odcinków. Jeśli z przekazanej listy odcinków oraz konkretnej kolejności odcinków nie można utworzyć zamkniętej figury, program zgłosi błąd: IncorrectFigureException
        - listę punktów, z których ma zostać zbudowana figura. W tym przypadku „zamkniętość" nie musi być weryfikowana – domyślnie ostatni punkt zostanie połączony z pierwszym
        - Dodatkowo sprawdzane jest zawsze, czy dostarczona została odpowiednia liczba linii/punktów do zbudowania figury
    - color(int r, int g, int, b) – ustawienie koloru figury

Główny program, który użytkownik chce uruchomić powinien rozpoczynać się od function main(). Po poprawnym zakończeniu programu (bez zgłoszenia błędów czy wyjątków) i wykorzystaniu metody show() na liście figur, na ekranie wyświetli się okno z dodanymi figurami w odpowiednich kolorach (lub domyślnym jeśli nie zostały ustawione). W przypadku utworzenia więcej niż jednej kolekcji figur i wywołaniu na każdej show(), wyświetlonych zostanie odpowiednio więcej scen z figurami (po jednym oknie dla każdej kolekcji figur). Jeśli użytkownik wywoła show() na jednej kolekcji figur kilkukrotnie, wyświetlona zostanie najbardziej aktualna wersja (bazujące na stanie kolekcji z ostatniego wywołania).

Słowa kluczowe oraz znaki specjalne:

- ‘true’
- ‘false’
- ‘if’
- ‘else’
- ‘while’
- ‘return’
- ‘function’
- ‘+’
- ‘-‘
- ‘*’
- ‘/’
- ‘&&’
- ‘||’
- ‘!’
- ‘!=’
- ‘==’
- ‘<’
- ‘<=’
- ‘>’
- ‘>=’
- ‘=’
- ‘.’
- ‘,’
- ‘””’
- ‘;’
- ‘(‘
- ‘)’
- ‘{‘
- ‘}’
- ‘#’

Tokeny:

- T_AND
- T_ASSIGN
- T_COLON
- T_COMMENT
- T_CURLY_BRACKET_L
- T_CURLY_BRACKET_R
- T_DIV
- T_DOT
- T_DOUBLE
- T_ELSE
- T_EOF
- T_EQUALS
- T_FALSE
- T_FUNCTION
- T_GREATER
- T_GREATER_OR_EQ
- T_IDENT
- T_IF
- T_INT
- T_LESS
- T_LESS_OR_EQ
- T_LIST
- T_MINUS
- T_MULT
- T_NOT
- T_NOT_EQ
- T_OR
- T_PLUS
- T_REG_BRACKET_L
- T_REG_BRACKET_R
- T_RETURN
- T_SEMICOLON
- T_STRING
- T_TRUE
- T_WHILE

Klasy wbudowane:

- Point
- Line
- List
- Figure

Gramatyka:

EBNF

program = { func_def };
func_def = “function”, identifier, “(“, [params], “)”, block;
block = “{“, { stmt }, “}”

```
stmt              = if_stmt | while_stmt | return_stmt | ident_start_stmt;
if_stmt           = "if", "(", expr, ")", block, ["else", block];
while_stmt        = "while", "(", expr, ")", block;
return_stmt       = "return", expr, ";";
assign_stmt       = "=", expr;
ident_start_stmt  = identifier, { assign_stmt | rest_func_call | rest_obj_access };
rest_func_call    = '(', [args], ')', ';' ;
rest_obj_access   =  '.', identifier, [ rest_func_call ], { '.', identifier, [ rest_func_call ] }  ;

expr              = and_expr, { "||", and_expr };
and_expr          = rel_expr, {"&&", rel_expr };
rel_expr          = arithm_expr, { rel_operator, arithm_expr };
arithm _expr      = mult_expr, { ("+" | "-") mult_expr };
mult _expr        = prim _expr, { ("*" | "/") prim _expr };
prim_expr         = [ negation ], ( literal | ident_start_stmt | "(", expr, ")" );

params            = identifier, { ",", identifier };
args              = expr, { ",", expr };
identifier        = letter, { letter | "_" | digit };
literal           = bool | integer | double | string | identifier;
string            = " " ", { letter | escape_char | digit }, " " ";
bool              = "true" | "false";

letter            = "a" | … | "z" | "A" | … | "Z";
escape_char       = "/n" | … | "/t";
integer           = "0", natural_nr;
double            = "0" | natural_nr, ".", digit , { digit } ;
natural_nr        = digit_non_zero, { digit };
digit             = "0" | digit_non_zero;
digit_non_zero    = "1" | "2" | … | "8" | "9";
rel_operator      = "==" | "!=" | "<" | "<=" | ">" | ">=";
```

Obsługa błędów, typy zgłaszanych wyjątków

- DuplicatedElementException
- ExceededLimitsException
- IncorrectFigureException
- IncorrectTypeException
- IncorrectValueException
- InvalidMethodException
- InvalidTokenException
- MissingPartException
- OverflowException
- UnknownVariableException
- ZeroDivisionException

V. Sposób uruchomienia, wej/wyj

Do zbudowania projektu wykorzystane zostanie narzędzie Maven, a przy uruchamianiu programu należy podać jako argument ścieżkę do pliku z naszym własnym programem.

VI. Sposób realizacji

Język programowania – Java z wykorzystaniem narzędzia Maven.

GUI:

- Wyświetlane użytkownikowi okno zostanie zrealizowane z wykorzystaniem biblioteki Swing (głównie klasy JFrame), a figury będą dodawane do panelu JPanel, który następnie zostanie przekazany do głównej ramki
- Do rysowania figur wykorzystana zostanie biblioteka AWT, z klasą Graphics i Graphics2D i metodami takimi jak drawPolygon, który za argumenty przyjmuje listy współrzędnych x oraz y

VII. Sposób testowania

Do testowania wykorzystana zostanie biblioteka JUnit. Testami zostaną objęte wszystkie komponenty projektu: lekser, parser oraz interpreter.

Testowanie leksera:

- Wykrycie wszystkich dostępnych typów tokenów
- Zgłoszenie błędu przy otrzymaniu symbolu/konstrukcji nierozpoznawalnej przez język np. ‘%’ w kodzie programu czy niekończącego się komentarza

Przykłady:

```
asypula
@Test
public void test_T_OR() throws IOException, InvalidTokenException {
    Token tokenExp=new Token(TokenType.T_OR,  val: "||", new Position( row: 0, col: 0));
    String x = "||";
    initLexer(x);
    Token t = myLexer.getToken();
    assertToken(tokenExp, t);
}
```

```
asypula
@Test
public void testException_unknownChar() throws IOException {
    Position pos = new Position( row: 0, col: 0);
    String x = "%";
    initLexer(x);
    Exception exception = assertThrows(InvalidTokenException.class, () -> myLexer.getToken());
    String expectedMessage = "Invalid token " + x + " at the position: " + pos;
    String actualMessage = exception.getMessage();
    assertTrue(actualMessage.contains(expectedMessage));
}
```

```
new *
@Test
public void test_Sequence1() throws IOException, InvalidTokenException {
    ArrayList<Token> expectedTokens = new ArrayList<Token>();
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_WHILE,  val: "while", new Position( row: 0, col: 0)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_REG_BRACKET_L,  val: "(", new Position( row: 5, col: 0)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_IDENT,  val: "i", new Position( row: 6, col: 0)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_LESS,  val: "<", new Position( row: 7, col: 0)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_INT,  val: "20", new Position( row: 8, col: 0)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_REG_BRACKET_R,  val: ")", new Position( row: 10, col: 0)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_PRINT,  val: "print", new Position( row: 0, col: 1)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_REG_BRACKET_L,  val: "(", new Position( row: 5, col: 1)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_STRING,  val: "Hello", new Position( row: 6, col: 1)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_REG_BRACKET_R,  val: ")", new Position( row: 13, col: 1)));
    expectedTokens.add(new Token(TokenType.T_SEMICOLON,  val: ";", new Position( row: 14, col: 1)));
    String x = "while   (i < 20)\n print(\"Hello\");";
    ArrayList<Token> returnedTokens = new ArrayList<Token>();
    initLexer(x);
    while (myLexer.isRunning()) {
        Token newToken = myLexer.getToken();
        returnedTokens.add(newToken);
    }
    for (int i = 0; i<returnedTokens.size(); i++)
        assertToken(expectedTokens.get(i), returnedTokens.get(i));
    Token newToken = myLexer.getToken();
    assertToken(newToken, new Token(TokenType.T_EOF,  val: "EOF", new Position( row: 15, col: 1)));
}
```

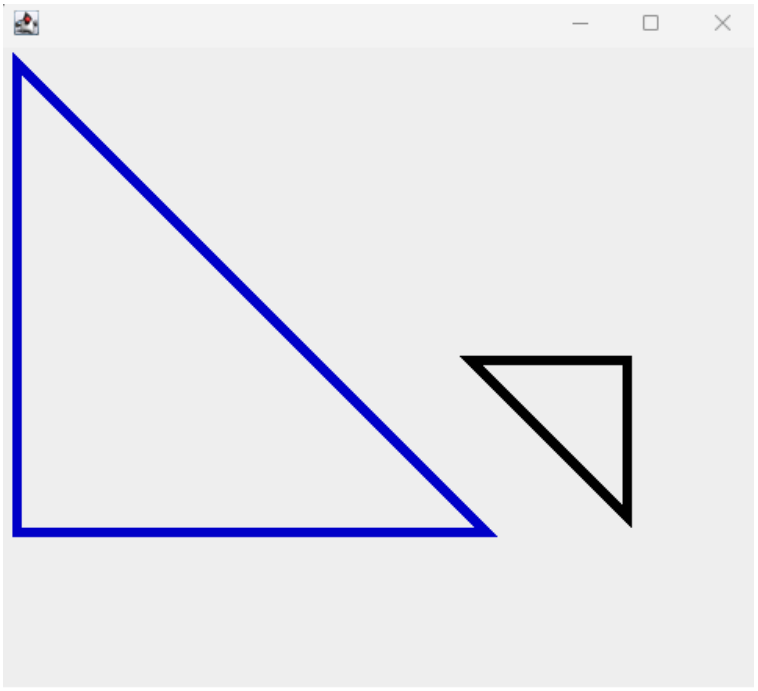
Testowanie parsera:

- Sprawdzenie odpowiedniego rozpoznawania wszystkich symboli terminalnych i nieterminalnych
- Zgłoszenie błędu w przypadku wykrycia nieznanej produkcji np. sekwencji tokenów: T_POINT, T_CURLY_BRACKET_L

Testowanie interpretera:

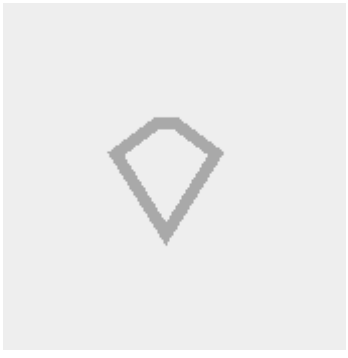
- Podstawowe funkcjonalności takie jak dodawanie, instrukcje warunkowe, odpowiednia kolejność przetwarzania zagnieżdżonych operacji czy wywołanie zdefiniowanych przez użytkownika funkcji
- Poprawne zgłaszanie wyjątków np. przy dzieleniu przez 0, niepoprawnego tworzenia obiektów, czy wykorzystywania odpowiednich typów danych z odpowiednimi metodami
- Nietrywialnie zachowania np. odpowiednie wychodzenie z funkcji po wcześniejszym return'ie, nieutrzymywanie w rezultatach wartości zwróconej z wywołania funkcji, jeśli nie została ona do żadnej zmiennej przypisana
- Krótkie przykładowe testowe „programy", które weryfikowałyby poprawność całego potoku przetwarzania – tworzenia punktów, linii, figur a następnie wyświetlania całej sceny z figurami

Przykład z wyświetlaniem sceny:



```
function main(){
   test();
}

function test(){
   i = 0;
   x = 10;
   y = 10;
   list = List();
   while (i<4){
      list.add(Point(x, y));
      x = x+100;
      y = y+100;
      i = i+1;
      print(x);
      print(y);
      print(i);
   }
   list.add(Point(10, y-100));
   fig=Figure(list);
   fig.color(0, 0, 200);
   figList = List();
   figList.add(fig);
   list2 = List();
   list2.add(Point(300, 200));
   list2.add(Point(400, 300));
   list2.add(Point(400, 200));
   fig2 = Figure(list2);
   figList.add(fig2);
   figList.show();
}
```



```
function diamond(){
   list = List();
   list.add(Point(200, 200));
   list.add(Point(220, 185));
   list.add(Point(230, 185));
   list.add(Point(250, 200));
   list.add(Point(225, 240));
   fig = Figure(list);
   figList = List();
   fig.color(169, 169, 13*13);
   figList.add(fig);
   figList.show();
}
```