

KURS JĘZYKA JAVA

KALKULATOR ONP

Instytut Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego

Paweł Rzechonek

Zadanie 1.

Zaprojektuj hierarchię klas, która umożliwi łatwe zapamiętywanie a potem obliczanie wyrażeń zapisanych w *Odwrotnej Notacji Polskiej*. Wyrażenie ONP to ciąg symboli (abstrakcyjna klasa `Symbol`). Symbolami tymi mogą być albo operandy (klasa `Operand`) albo funkcje (klasa `Funkcja`). Operandy to liczby (klasa `Liczba` z wartością typu `double`) albo zmienne (klasa `Zmienna` z nazwą zmiennej — identyfikatorem pasującym do wzorca `"\\p{Alpha}\\p{Alnum}*"`). Funkcje to przede wszystkim dwuargumentowe operatory dodawania, odejmowania, mnożenia i dzielenia; należy też zaimplementować funkcje dwuargumentowe `Min`, `Max`, `Log` i `Pow`, jednoargumentowe `Abs`, `Sgn`, `Floor`, `Ceil`, `Frac`, `Sin`, `Cos`, `Atan`, `Acot`, `Ln` i `Exp` oraz funkcje bezargumentowe (pełniące rolę stałych) `E` i `Pi` (żadna zmienna nie powinna mieć takiej samej nazwy jak funkcja).

Jaką funkcjonalność powinny mieć te klasy? Zarówno operandy (liczby i zmienne) jak i funkcje (bezargumentowe, jednoargumentowe i dwuargumentowe) powinny implementować interfejs `Obliczalny`:

```
public interface Obliczalny
{
    double obliczWartość () throws WyjątekONP;
}
```

Metoda `obliczWartość()` w odniesieniu do liczb i zmiennych powinna przekazywać pamiętane w operandach wartości a w odniesieniu do funkcji wyliczać wartość na podstawie przekazanych wcześniej argumentów. Funkcje powinny więc posiadać mechanizm umożliwiający przekazywanie im argumentów przed wykonaniem obliczenia. Można go zapisać w postaci interfejsu `Funkcyjny`:

```
public interface Funkcyjny extends Obliczalny
{
    int arność ();
    int brakująceArgumenty ();
    void dodajArgument (double) throws WyjątekONP;
}
```

Metoda `arność()` mówi o arności funkcji czy operatora. Metoda `brakująceArgumenty()` informuje o liczbie brakujących argumentów, czyli argumentów które trzeba jeszcze dostarczyć do funkcji za pomocą metody `dodajArgument()`, zanim wywoła się metodę `obliczWartość()`. Oto przykład wykorzystania tego interfejsu do obliczenia wartości funkcji:

```

while (fun.brakujaceArgumenty()>0) do
    fun.dodajArgument(...);
double wynik = fun.obliczWartość();

```

Gdy liczba dostarczonych argumentów jest niezgodna z arnością funkcji to wywołanie metody `obliczWartość()` powinno skutkować zgłoszeniem wyjątku `WyjątekONP`.

Pozostaje jeszcze pytanie: skąd i jak należy brać argumenty dla funkcji? Argumenty te będą nam potrzebne w trakcie obliczania wartości wyrażenia. Można więc zdefiniować klasę `Wyrażenie`, która będzie zawierała wyrażenie ONP w postaci kolejki symboli i stos z wynikami pośrednimi. To właśnie z tego stosu należy pobierać argumenty dla funkcji i operatorów. Należy jeszcze tak zaprojektować klasy związane z wyrażeniem, aby umożliwić dostęp do stosu symbolom z kolejki.

```

class Wyrażenie
{
    private Kolejka kolejka; // kolejka symboli wyrażenia ONP (elementy typu Symbol)
    private Stos stos; // stos z wynikami pośrednimi obliczeń (elementy typu double)

    private Lista zmienne; // lista zmiennych czyli pary klucz-wartość (String-double)

    public Wyrażenie (String onp, Lista zm) throws WyjątekONP { /*...*/ }

    // ...
}

```

Klasa `Wyrażenie` powinna też mieć referencję do zbioru asocjacyjnego ze zmiennymi (będą one potrzebne w trakcie obliczania wartości wyrażenia). Referencję tą możesz przekazać do obiektu klasy `Wyrażenie` w konstruktorze.

Na koniec wyjątki. Zaprojektuj hierarchię klas wyjątków kontrolowanych przez kompilator, dziedziczących po wspólnej klasie `WyjątekONP`. Tylko te wyjątki powinny być używane w klasach reprezentujących wyrażenie ONP.

```

class WyjątekONP extends Exception { /*...*/ }

class ONP_DzieleniePrzez0 extends WyjątekONP { /*...*/ }
class ONP_NieznanySymbol extends WyjątekONP { /*...*/ }
class ONP_BłędneWyrażenie extends WyjątekONP { /*...*/ }
class ONP_PustyStos extends WyjątekONP { /*...*/ }
// ...

```

Hierarchia twoich wyjątków powinna być co najmniej dwupoziomowa i składać się co najmniej pięciu klas.

Do zapamiętania wyrażenia ONP i do obliczenia jego wartości będą nam potrzebne trzy proste struktury danych: *lista*, *kolejka* i *stos*. Zaimplementuj je w postaci list dwukierunkowych (homogeniczne dynamiczne struktury danych oparte na węzłach, opakowane klasą pośredniczącą w dostępie do danych) i nie korzystaj z kolekcji z pakietów standardowych Javy. Klasa `Lista` niech będzie klasą generyczną a klasy `Kolejka` i `Stos` niech korzystają z listy i naniej budują swoją strukturę.

Definicje wszystkich klas, interfejsów i wyjątków umieść w pakiecie `narzedzia` oraz dopisz do nich komentarze dokumentacyjne. Udokumentuj także cały pakiet `narzedzia` umieszczając komentarz dokumentacyjny w pliku `package-info.java`.

Zadanie 2.

Finalną częścią tego projektu będzie program *interaktywnego kalkulatora ONP*. Kalkulator ma interpretować i obliczać wyrażenia zapisane w postaci ONP. Program powinien odczytywać polecenia ze standardowego wejścia (każde polecenie w osobnym wierszu), wykonywać obliczenia i wypisywać wyniki na standardowe wyjście. Wszelkie komentarze i informacje o błędach program ma wysyłać na standardowe wyjście dla błędów.

Program powinien rozpoznawać dwa rodzaje poleceń:

- `calc wyrażenieONP (zm =) *`

Obliczenie wartości wyrażenia *wyrażenieONP* i wypisanie jej na standardowym wyjściu. Wyrażenie będzie zapisane w postaci postfiksowej (*Odwrotna Notacja Polska*). Czytając kolejne tokeny wyrażenia program powinien je zamieniać na obliczalne symbole i umieszczać w kolejce. Przy obliczaniu wartości wyrażenia należy się posłużyć stosem.

W wersji rozszerzonej o nazwę zmiennej i znak przypisania, należy dodatkowo utworzyć nową zmienną *zm* i przypisać jej wartość obliczonego wyrażenia *wyrażenieONP*. Jeśli zmienna *zm* była zdefiniowana już wcześniej, to należy tylko zmodyfikować zapisaną w niej wartość. Takich przypisań można zrobić kilka w jednym wyrażeniu. Przykłady:

```
calc 7.5 r =
calc r
calc pi r 2 power *
calc 2.5 x = y = z =
```

- `clear (zm) *`

Usunięcie wskazanych zmiennych z kolekcji asocjacyjnej.

Jeśli w tym poleceniu nie występują żadne nazwy zmiennych, to wówczas należy usunąć wszystkie używane do tej pory zmienne z kolekcji. Przykłady:

```
clear r
clear
```

- `exit`

Wyjście z programu. Alternatywą dla tego polecenia powinno być zamknięcie strumienia wejściowego. Przykład:

```
exit
```

Jeśli w wyrażeniu ONP (polecenie `calc`) zostanie wykryty błąd (źle sformułowane wyrażenie, błędna nazwa, błędny literal stałopozycyjny, czy nierozpoznany operator, funkcja lub zmienna) to należy wypisać stosowny komunikat o błędzie, ale nie przerywać działania programu.

Do swojego programu wstaw asercję, która zgłosi wyjątek `AssertionError` gdy użytkownik wpisze nieznaną komendę (inną niż `calc`, `clear`, `exit`).

Uwaga.

Program należy napisać, skompilować i uruchomić w zintegrowanym środowisku programistycznym *NetBeans*! Wygeneruj też dokumentację całej zawartości pakietu *narzedzia* używając odpowiedniego polecenia w *NetBeans* (menu *Run*, pozycja *Generate Javadoc*).