Динамічні структури даних (мова Паскаль)

Стек

Переклад: Р. М. Васильчик

Стек





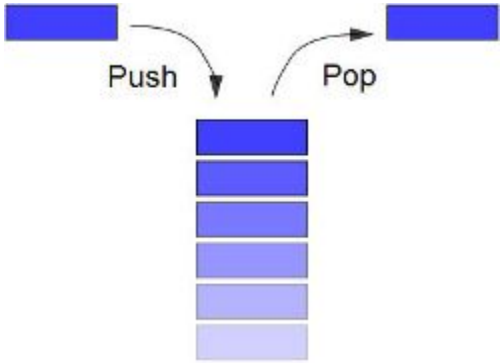
Стек – це лінійна структура даних, в якій додавання і видалення елементів можливо тільки з одного кінця (**вершини стека**). *Stack* = кипа, куча, стопка (англ.)

LIFO = *Last In – First Out*

«Хто останнім увійшов, той першим вийшов».

Операції зі стеком:

1) додати елемент на вершину (*Push* = заштовхнути);
2) зняти елемент з вершини (*Pop* = вилетіти зі звуком).



Приклад завдання

Завдання: вводиться символьний рядок, в якому записано вираз з дужками трьох типів: `[]`, `{}` і `()`. Визначити, чи правильно розставлені дужки (не звертаючи уваги на інші символи). Приклади:

`[()]{}` `][` `[({)]}`

Спрощене завдання: те ж саме, але з одним видом дужок.

Рішення: лічильник вкладеності дужок. Послідовність правильна, якщо в кінці лічильник дорівнює нулю і при проході ні разу не ставав негативним.

(	(	)	)	(	)
1	2	1	0	1	0

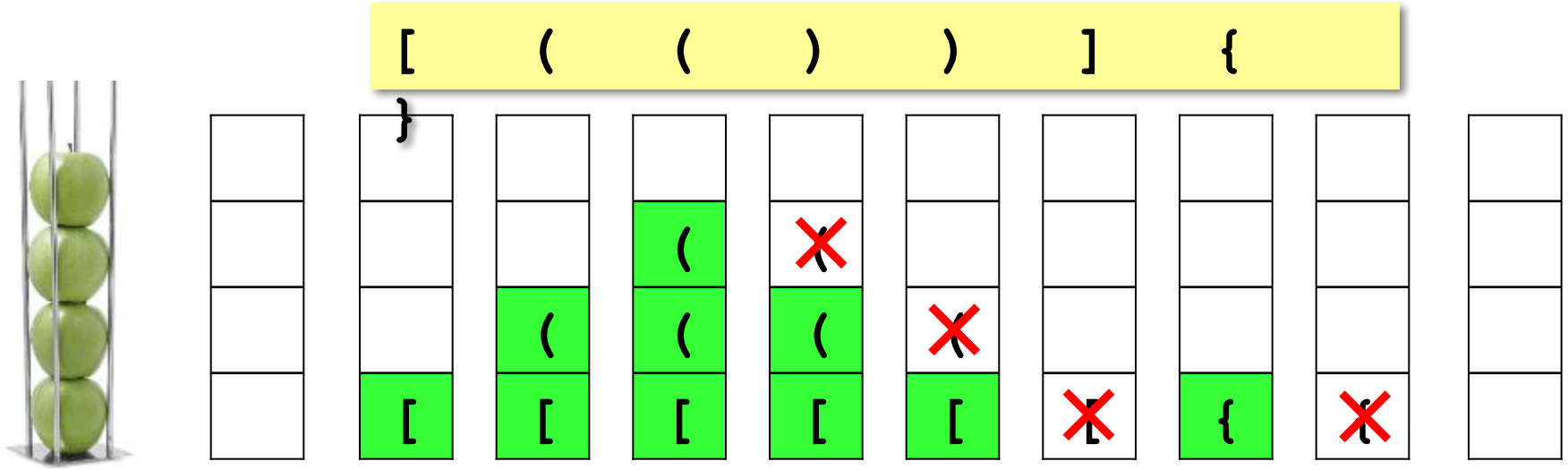
(	(	)	)	)	(
1	2	1	0	-1	0

(	(	)	)	(
1	2	1	0	1

Чи можна вирішити вихідне завдання так само, але з трьома лічильниками?

	[	(	{	)	]	}
(:	0		1		0	
[:	0	1				0
{:	0			1		0

Рішення завдання з дужками



Алгоритм:

1) на початку стек порожній;
2) в циклі переглядаємо всі символи рядка по порядку;
3) якщо черговий символ – відкриваюча дужка, заносимо її на вершину стека;
4) якщо символ – закриваюча дужка, перевіряємо вершину стека: там повинна бути **відповідна** відкриваюча дужка (якщо це не так, то помилка);
5) якщо наприкінці стек не порожній, вираз неправильний.

Реалізація стека (масив)

Структура-стек:

```
const MAXSIZE = 100;
type Stack = record  { стек на 100 символів }
       data: array[1..MAXSIZE] of char;
       size: integer; { кількість елементів }
     end;
```

Додавання елемента:

```
procedure Push( var S: Stack; x: char);
begin
  if S.size = MAXSIZE then Exit;
  S.size := S.size + 1;
  S.data[S.size] := x;
end;
```

помилка: переповнення стека

добавити елемент

Що погано?

Реалізація стека (масив)

Зняття елемента з вершини:

```
function Pop ( var S:Stack ): char;
begin
  if S.size = 0 then begin
    Result := char(255);
    Exit;
  end;
  Result := S.data[S.size];
  S.size := S.size - 1;
end;
```

помилка: стек порожній

Порожній чи ні?

```
function isEmpty ( S: Stack ): Boolean;
begin
  Result := (S.size = 0);
end;
```

Програма

```
var br1, br2, expr: string;
    i, k: integer;
    upper: char;     { то, що зняли зі стека }
    error: Boolean; { ознака помилки }
    S: Stack;
begin
  br1 := '([{'; br2 := ')]}';
  S.size := 0;
  error := False;
  writeln('Введіть вираз з дужками');
  readln(expr);
  ...  { тут буде основний цикл обробки }
  if not error  and  isEmpty(S) then
       writeln('Вираз правильний.')
  else writeln('Вираз неправильний.')
end.
```

відкриваючі дужки

закриваючі дужки

Обробка рядка (основний цикл)

```
for i:=1 to length(expr)
do begin
   for k:=1 to 3 do begin
     if expr[i] = br1[k] then begin { відкр. дужка }
       Push(S, expr[i]); { заштовхнути в стек}
       break;
     end;
     if expr[i] = br2[k] then begin { закр. дужка }
       upper := Pop(S); { зняти символ із стека }
       error := upper <> br1[k];
       break;
     end;
   end;
   if error then break;
end;
```

цикл по всіх символах рядка **expr**

цикл за всіма видами дужок

помилка: стек порожній або не та дужка

була помилка: далі немає сенсу перевіряти

Реалізація стека (список)

Структура вузла:

```
type PNode = ^Node; { вказівник на вузол }
     Node = record
       data: char;  { дані }
       next: PNode; { вказівник на наст. елемент }
     end;
```

Додавання елемента:

```
procedure Push( var Head: PNode; x: char);
var NewNode: PNode;
begin
  New(NewNode);              { виділити пам'ять }
  NewNode^.data := x;        { записати символ }
  NewNode^.next := Head;     { зробити першим вузлом }
  Head := NewNode;
end;
```

Реалізація стека (список)

Зняття елемента з вершини:

```
function Pop ( var Head: PNode ): char;
var q: PNode;
begin
  if Head = nil then begin { стек порожній }
   Result := char(255);{невикористовуваний символ}
   Exit;
  end;
  Result := Head^.data;   { взяти верхній символ }
  q := Head;              { запам'ятати вершину }
  Head := Head^.next;     { видалити вершину з стека }
  Dispose(q);             { видалити з пам'яті }
end;
```

Чи можна переставляти оператори?

Реалізація стека (список)

Порожній чи ні?

```
function isEmpty ( S: Stack ): Boolean;
begin
  Result := (S = nil);
end;
```

Зміни в основній програмі:

```
var S: Stack;
...
S.size := 0;
```

```
var S: PNode;
```

```
S := nil;
```

Більше нічого не змінюється!

Обчислення арифметичних виразів

Як обчислювати автоматично:

```
(a+b) / (c+d-1)
```

Інфіксний запис
(знак операції **між** операндами)

необхідні дужки!

Префіксний запис (знак операції **до** операндів)

```
/ a + b c + d - 1
```

польська нотація,
Jan Łukasiewicz (1920)

дужки не потрібні, можна однозначно обчислити!

Постфіксний запис (знак операції **після** операндів)

```
a + b c + d - 1 /
```

зворотна польська нотація,
F. L. BauerF. L. Bauer and E. W. Dijkstra

Запишіть в постфіксній формі

(32*6-5)*(2*3+4)/(3+7*2)

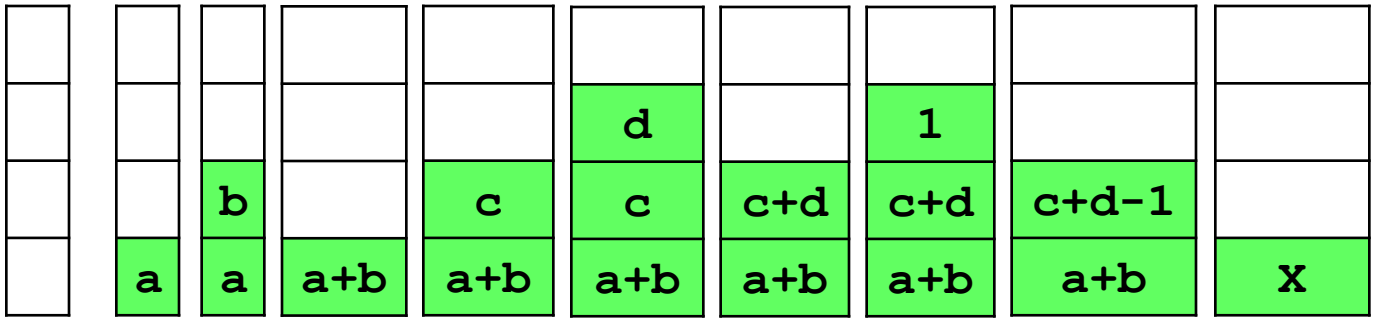
(2*4+3*5)*(2*3+18/3*2)*(12-3)

(4-2*3)*(3-12/3/4)*(24-3*12)

Обчислення виразів

Постфіксна форма:

X =	a	b	+	c	d	+	1	-	/



Алгоритм:

1) взяти черговий елемент;
2) якщо це не знак операції, добавить його в стек;
3) якщо це знак операції, то
   - взяти з стека два операнди;
   - виконати операцію і записати результат в стек;
4) перейти до кроку 1.

Системний стек (*Windows – 1 Мб*)

Використовується для

1) розміщення **локальних змінних**;
2) зберігання **адрес повернення** (за якими переходить програма після виконання функції або процедури);
3) передачі **параметрів** в функції та процедури;
4) тимчасового зберігання даних (в програмах на мові *Асемблер*).

Переповнення стека *(stack overflow):*

1) занадто багато локальних змінних (**вихід** – використовувати динамічні масиви);
2) дуже багато рекурсивних викликів функцій і процедур (**вихід** – переробити алгоритм так, щоб зменшити глибину рекурсії або відмовитися від неї взагалі).