Линейные списки

Линейные списки

Линейным списком называется упорядоченная структура, каждый элемент которой связан с соседним элементом. Наибольшее распространение получили два вида линейных списков: стеки и очереди.

Стек это список типа LIFO (последним пришел – первым вышел). Стек имеет одну точку доступа, которая называется вершиной.

Аналогом стека является стопка книг, в которой дополнение и изъятие книг происходит сверху.

Другим примером может служить обойма с патронами (магазин), в которой зарядка и подача для стрельбы выполняется с одного конца. Именно этим примером объясняется бывшее в употреблении русскоязычное название стека “магазин”.

В программировании через стеки передаются параметры при обращении к процедурам. Если имеется цепочка вызова функций, то локальные переменные могут сохраняться в стеке, который расширяется при загрузке функции и сокращается при возврате из нее.

Иногда стеки реализуются аппаратным образом. В Ассемблере имеется регистр стека и соответствующие команды для работы с ним.

Стеки: представление в ОП

Стеки могут представляться как в статической, так и динамической памяти. В статическом представлении стек задается одномерным массивом, величина которого определяется с запасом. Пусть он описан в виде Var Stack[1..N] of T, где T – тип элементов стека. Вершина стека задается индексом массива Top.

Дополнение в стек (push) производится командами

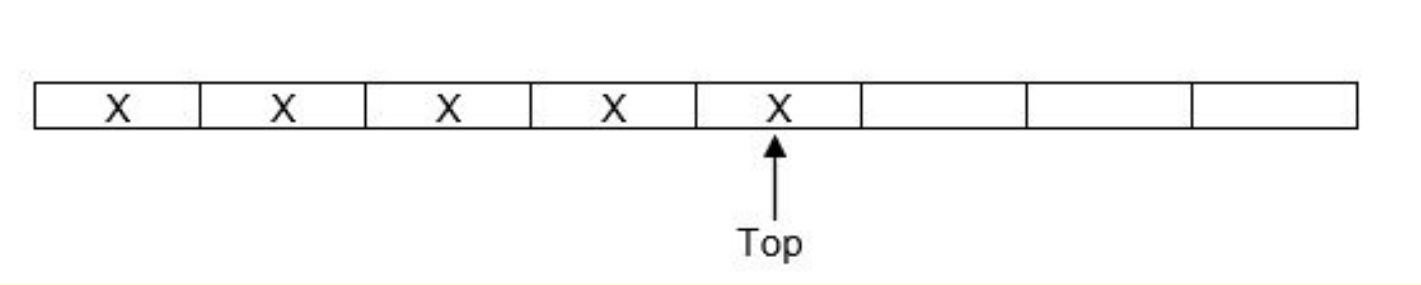
Top := Top+1;

Stack[Top] := NewElement;

Удаление из стека (pop) выполняется командой Top:= Top-1.

Для обработки возможных ошибок при дополнении необходимо проверять выход за границы массива, а при удалении проверять непустоту стека.

Признаком пустого стека при индексации с 1 является условие Top = 0.

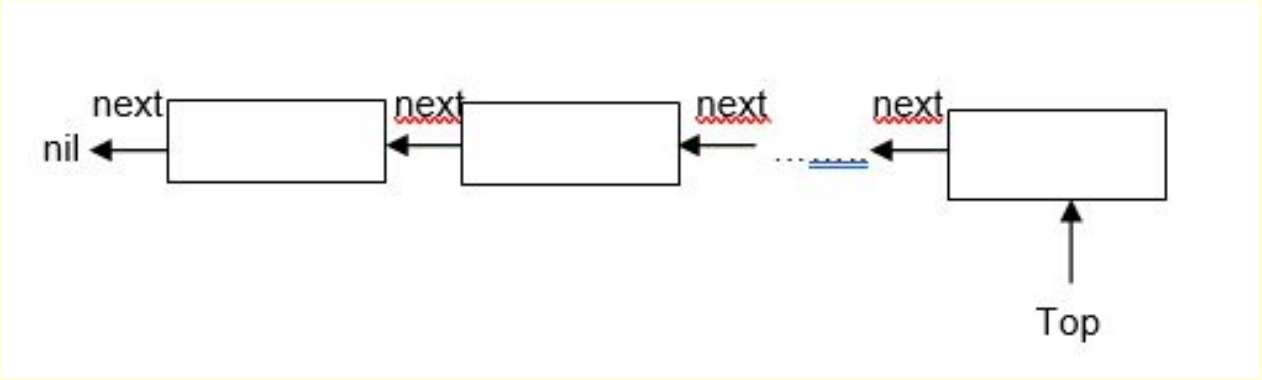


Стеки: представление в ОП

В динамической памяти стек представляется в виде

```
Type
    Ukaz = ^Stek;
    Stek = record
              name: string;
              next: ukaz;
           end;
    Var
      Top, Kon: ukaz;
```

Здесь в качестве примера информационная часть элементов описана переменной name, а указатель next обеспечивает связь с предыдущим элементом.



Операции со стеками

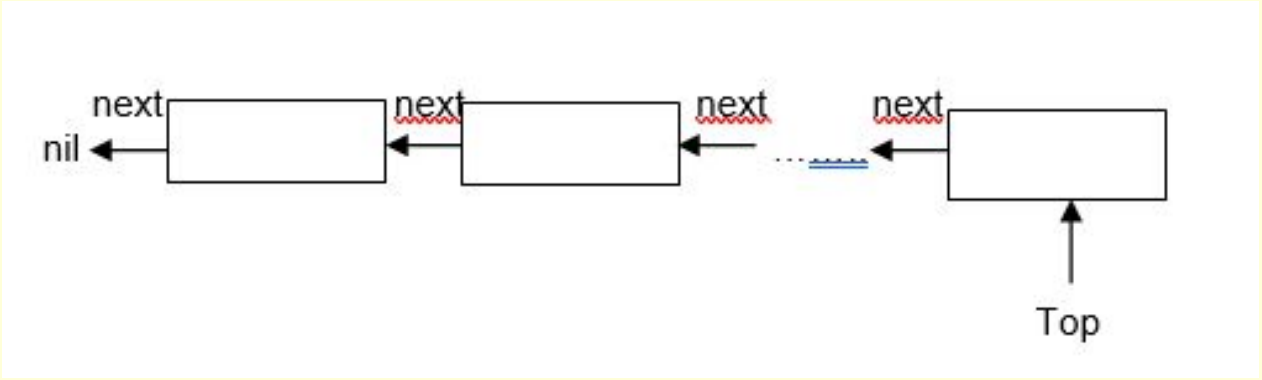
Включение в стек (push) реализуется командами

```
New(Kon);          { создание элемента, на который указывает Kon }
Kon^.next:=Top;
Kon^.name:=NewName;
Top:=Kon;
```

Удаление из стека (pop):

```
Kon:=Top;
Top:=Top^.next;
Dispose(Kon);      { удаление бывшей вершины стека }
```

Операции push и pop обычно оформляют в виде функций или процедур. Признаком пустого стека является условие Top = nil.

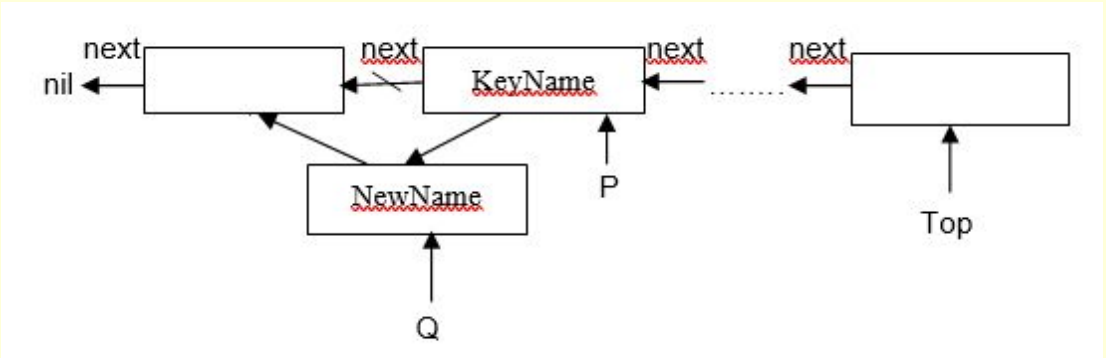


Операции со стеками

Обычно изменение стека идет через его вершину. Для демонстрации гибкости динамических структур рассмотрим другую задачу. Имеется стек, описанный ранее. Требуется вставить элемент с именем NewName после элемента KeyName.

Пусть переменные P и Q имеют тип Ukaz, а B имеет тип boolean. Необходимая корректировка данных показана на рисунке и выполняется так:

```
P:=Top; B:=true;
While (P<>nil) and B do
  if P^.Name = KeyName then
    Begin
       B:=false; {для выхода из цикла}
       New(Q);
       Q^.Name:= NewName;
       Q^.next:=P^.next;
       P^.next:=Q;
    End
else   P:= P^.next;
```



Операции со стеками

А теперь видоизменим задачу. Пусть вставка требуется перед элементом KeyName. На первый взгляд кажется, что сейчас придется сохранять указатель на предыдущий элемент либо анализировать вместе с текущим и следующий элемент, но указатели позволяют выбрать более простое и красивое решение.

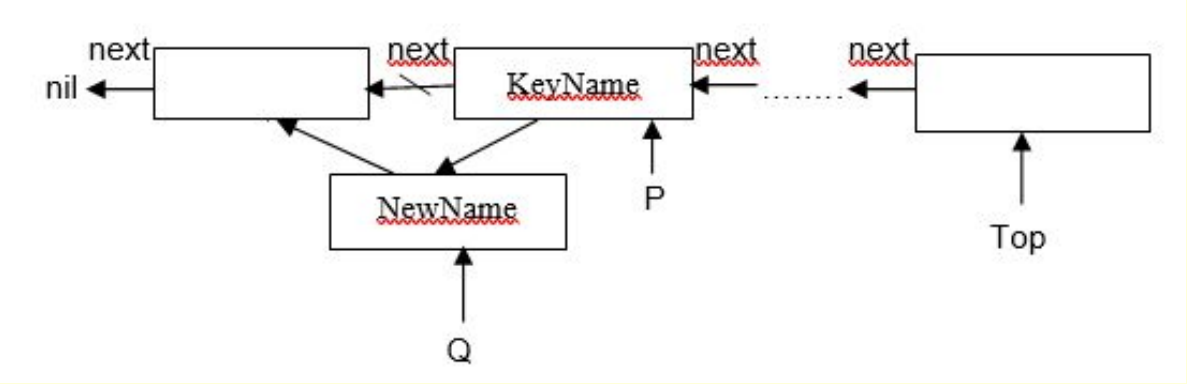
Изменения касаются последних трех операторов, следующих после New(Q).

Q^:= P^;

P^.Name:=NewName;

P^.next:=Q;

Первый оператор обеспечивает копирование элемента KeyName на место вновь организуемого элемента. При этом автоматически обеспечивается связь с элементом, стоявшим ранее после KeyName, так как поле указателя next также копируется. Остается откорректировать старый элемент KeyName.



Формы представления алгебраических выражений

Постфиксная запись представляет собой такую запись алгебраического выражения, в которой сначала записываются операнды, а затем – знак операции.

Например, для выражения **a + b * c** постфиксная запись будет **a b c * +**. Здесь операндами операции ***** будут **b** и **c** (два ближайших операнда), а операндами операции **+** будут **a** и составной операнд **b c ***.

Эта запись удобна тем, что она не требует скобок. Например, для выражения **(a + b) * c** постфиксная запись будет **a b + c ***. В этой записи не требуется ставить скобки для того, чтобы изменить порядок вычисления, зависящий от приоритета операций, как в исходном выражении. Поэтому постфиксная запись удобна для вычисления алгебраических выражений и широко применяется на практике.

В **префиксной записи** сначала наоборот записывается знак операции, а затем операнды. Например, для выражения **a + b * c** префиксная запись будет **+ a * b c**.

Префиксная запись также не требует расстановки скобок. Префиксную форму называют еще **польской записью**, а постфиксную – **обратной польской записью**.

Формы представления алгебраических выражений

Привычная форма записи со скобками называется **инфиксной**.

Выражение может включать как двуместные операции, так и одноместные. Примерами одноместных операций могут быть функции.

Вычислить значение выражения, записанного в постфиксной записи, очень просто. Требуется единственный последовательный просмотр символов (лексем) выражения.

Просматриваем постфиксную запись. Значения переменных и констант кладутся в стек. Когда встречается операция, из стека берутся два верхних (последних) значения, вычисляется результат применения операции к этим значениям, и результат помещается в стек. Если встречается функция, то берётся одно значение из стека, а результат помещается в стек на его место.

Например, выражение в постфиксной форме **a b c + * d – sin** соответствует инфиксной форме **sin (a * (b + c) - d)** и вычисляется в порядке, задаваемом скобками.

Алгоритм Дейкстры преобразования выражения из инфиксной формы в постфиксную

Алгоритм Дейкстры перевода в постфиксную запись обрабатывает исходный массив лексем и строит новый массив из тех же лексем, расположенных в другом порядке. Кроме того, необходим еще стек – аналогичный массив, используемый для временного хранения операций.

Операции имеют разные приоритеты. Наименьший приоритет у операций ‘+’ и ‘-‘. Более высокий приоритет имеют операции ‘*’ и ‘/’. Еще более высокий приоритет у операции возведения в степень ‘^’. Самый высокий приоритет имеют операции, задаваемые функциями, такими как ‘sin‘, ‘cos’, ‘exp’. Заметим, что для этих операций требуется единственный операнд.

Если операнд представляет собой выражение с другими знаками операций, то он должен заключаться в скобки.

Алгоритм Дейкстры преобразования выражения из инфиксной формы в постфиксную

1. Константы и переменные → запись.
2. Операция:
   1) стек пустой или вершина ‘(’ , операция → стек;
   2) приоритет операции больше, чем в вершине - операция → стек;
   3) левоассоциативная (‘+’, ‘-‘, ‘*’, ‘/’) - операции из стека ≥ приоритета до ‘(’ или до конца стека → запись, новая операция → стек;
   4) правоассоциативная (‘^’, ‘sin‘, ‘cos’, ‘exp’) - операции из стека > приоритета до ‘(’ или до конца стека → запись, новая операция → стек;
3. ‘(’ - операция → стек.
4. ‘)’ - стека → запись все операции до ближайшей ‘(’, ‘(’ удаляется из стека.
5. Конец выражения - стека → запись.

Алгоритм Дейкстры: пример 1
a – b + c

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
a	a		1
-	a	-	2-1)
b	a b	-	1
+	a b -	+	2-3)
c	a b - c	+	1
Конец	a b - c +		5

Алгоритм Дейкстры: пример 2
a + b - c * d

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
a	a		1
+	a	+	2-1)
b	a b	+	1
-	a b +	-	2-3)
c	a b + c	-	1
*	a b + c	- *	2-2)
d	a b + c d	- *	1
Конец	a b + c d * -		5

Алгоритм Дейкстры: пример 3
a + b * c - d

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
a	a		1
+	a	+	2-1)
b	a b	+	1
*	a b	+ *	2-2)
c	a b c	+ *	1
-	a b c * +	-	2-3)
d	a b c * + d	-	1
Конец	a b c * + d -		5

Алгоритм Дейкстры: пример 4
(a + b * c) / 2

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
(		(	3
a	a	(	1
+	a	(+	2-1)
b	a b	(+	1
*	a b	(+ *	2-2)
c	a b c	(+ *	1
)	a b c * +		4
/	a b c * +	/	2-1)
2	a b c * + 2	/	1
Конец	a b c * + 2 /		5

Алгоритм Дейкстры: пример 5
(a * (b + c) + d) / 2

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
(		(	3
a	a	(	1
*	a	(*	2-1)
(	a	(* (	3
b	a b	(* (	1
+	a b	(* (+	2-1)
c	a b c	(* (+	1
)	a b c +	(*	4
+	a b c + *	(+	2-3)
d	a b c + * d	(+	1
)	a b c + * d +		4
/	a b c + * d +	/	2-1)
2	a b c + * d + 2	/	1
Конец	a b c + * d + 2 /		5

Алгоритм Дейкстры: пример 6

a ^ b ^ c

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
a	a		1
^	a	^	2-1)
b	a b	^	1
^	a b	^ ^	2-4)
c	a b c	^ ^	1
Конец	a b c ^ ^		5

Алгоритм Дейкстры: пример 7
sin cos a

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
sin		sin	1
cos		sin cos	3-4)
a	a	sin cos	1
Конец	a cos sin		5

Алгоритм Дейкстры: пример 8
exp(a * ln b)

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
exp		exp	1
(		exp (	3
a	a	exp (	1
*	a	exp (*	2-2)
ln	a	exp (* ln	2-2)
b	a b	exp (* ln	1
)	a b ln *	exp	4
Конец	a b ln * exp		5

Алгоритм Дейкстры: пример 9
sin a ^ b

Обрабатываемая лексема	Результат	Стек	Пункт алгоритма
sin		sin	2-1)
a	a	sin	1
^	a sin	^	2-4)
b	a sin b	^	1
Конец	a sin b ^		5

Вычисление выражения a b c + * d + 2 /
a = 1, b = 2, c = 3, d = 4

Обрабатываемая лексема	Стек
a	1
b	1 2
c	1 2 3
+	1 5
*	5
d	5 4
+	9
2	9 2
/	4.5

Вычисление выражения x x sin 2 * +
x = 3.14

Обрабатываемая лексема	Стек
x	3.14
x	3.14 3.14
sin	3.14 0
2	3.14 0 2
*	3.14 0
+	3.14

Операции со стеком на C++

```
#include <iostream>
using namespace std;

struct St
{
        int key;
        St *next;
};

void push(St *&p, int elem);  // включение в стек   (p меняется)
void pop(St *&p);             // удаление из стека       (p меняется)
void vivod(St *p);            // вывод содержимого стека на экран (p не меняется)
void clear(St *p);            // очистка стека                    (p не меняется)

int main()
{
        setlocale(LC_ALL, "rus");
        system("cls");
        St *top=0;          // признак пустого стека
        int answer = 1;
```

Операции со стеком на C++

```
while (answer != 5)
{
        printf("\n1 Включение в стек");
        printf("\n2 Удаление из стека");
        printf("\n3 Выдача стека");
        printf("\n4 Удаление всего стека");
        printf("\n5 Конец");
        printf("\nВаш выбор? ");
        cin >> answer;
        switch (answer)
        {
                case 1:    // Включение в стек
                        int k;
                        printf("Введите целое число ");
                        cin >> k;
                        push(top, k);
                        break;
                case 2:    // Удаление из стека
                        if (top)
                        {
                        pop(top);
                        }
                        else printf("Стек пуст\n");
                        break;
```

Операции со стеком на C++

```
                case 3:    // Вывод на экран
                if (top)
                {
                    vivod(top);
                }
                else printf("Стек пуст\n");
                break;
            case 4:    // Очистка стека
                if (top)
                {
                    clear(top);
                }
                else printf("Стек пуст\n");
                top = 0;   // функция clear не возвращает top!
                break;
            case 5:
                clear(top);  // Сначала очистка стека
                top = 0;     // функция clear не возвращает top!
                break;
        }
    }
    return 0;
}
```

Благодарю за внимание!