

Оригинал : <http://5fan.ru/wiewjob.php?id=4753>

Массивы. Многомерные массивы

Часто бывает необходимо представить таблицы данных в формате строк и столбцов. Для этого используют многомерные массивы.

Доступ к элементам, например, двухмерного массива (матрицы) осуществляется с помощью двух индексов. Первый индекс отвечает за строку, второй – за столбец: $a[1,3]$, $a[0,4]$ и т.д., например:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix}$$

Формат описания двумерного массива в разделе объявления переменных:

Var

`<имя_массива>:array<[тип_индекса, тип_индекса]>of<тип_данных>`

Например

Var

`A : array [1..10, 1..10] of real;`

Описывается двумерный массив вещественных чисел A , который максимально может состоять из 10 строк и 10 столбцов. Нижняя граница индексов по обоим измерениям равна 1, верхняя – 10.

В среде Delphi для ввода и вывода массивов используется компонент StringGrid, поэтому работа с массивами в Delphi сильно отличается от работы в Pascal.

Краткая характеристика компонента StringGrid

Компонент StringGrid группы Additional представляет собой таблицу, содержащую строки. Таблица может иметь полосы прокрутки, причем

заданное число первых строк и столбцов может быть фиксированным и не подвергаться прокрутке. Таким образом, можно задать заголовки столбцов и строк, постоянно присутствующих в окне компонента. Каждой ячейке таблицы может быть поставлен в соответствии некоторый объект.

Свойства компонента StringGrid

Cells	В этом свойстве хранятся все элементы таблицы. Имеет тип String.
FixedCols	Задаёт фиксированное количество столбцов в таблице
FixedRows	Задаёт фиксированное количество строк в таблице
Options → GoEditing	По умолчанию данные в таблицу вводить нельзя. Чтобы снять это запрет в этом свойстве надо задать True.
ColCount	Задаёт общее количество столбцов таблицы
RowCount	Задаёт общее количество строк таблицы

Пример использования в программе компонента StringGrid для вывода двумерного массива

Окно формы приложения



```

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
i,j,n,m : integer;
a : array [0..30,0..30] of integer;      {Описание массива}
begin
Randomize;      {Инициализация датчика случайных чисел}
n:=strtoint(Edit1.Text);      {Количество строк}
m:=strtoint(Edit2.Text);      {Количество столбцов}
for i:=0 to n-1 do
  for j:=0 to m-1 do
    a[i,j]:=Round(Sin(Random(100))*100); {Заполнение массива случайными
                                          числами из диапазона [-100,100]}
StringGrid1.RowCount:=n+1;      {Количество строк в заголовке таблицы}
StringGrid1.ColCount:=m+1;      {Количество столбцов в заголовке таблицы}

with StringGrid1 do
  {Оператор with в данном случае позволяет не использовать имя объекта
  при обращении к свойствам этого объекта}
  begin
    i:=0;      {столбец 0}
    for j:=1 to RowCount do      {вывод номеров строк}
      Cells[i,j]:=IntToStr(j);
    j:=0;      {строка 0}
    for i:=1 to ColCount do      {вывод номеров столбцов}
      Cells[i,j]:=IntToStr(i);
    end;
  {Вывод элементов массива в таблицу}
  with StringGrid1 do
    for i:=1 to n do |
      for j:=1 to m do
        Cells[j,i]:=IntToStr(a[i-1,j-1]);
    end;

  end.

```

К типовым задачам с двухмерными массивами относятся задачи на вычисление суммы, произведения, количества, среднего арифметического, максимума, минимума элементов каждой строки или каждого столбца, заданной строки или заданного столбца.

Вычисления подобного рода осуществляются при помощи стандартных приемов, особенность которых заключается в организации вложенных циклов при обработке массивов.

Схемавложенногоциклапараметром

```

For i := a1 to b1 do
  begin . . . . .
    For j := a2 to b2 do
      begin

```

end;
end;

.

Цикл, который содержит другой цикл называют *внешним* циклом, а цикл, содержащийся в теле другого цикла, называют *внутренним*. Все операторы внутреннего цикла должны полностью располагаться в теле внешнего цикла.

Всякий раз, когда внутренний цикл завершается, внешний цикл увеличивает значение своего счетчика цикла на 1, и внутренний цикл выполняется вновь.

Поэтому, если за счетчик внешнего цикла взять индекс строки, а за счетчик внутреннего – номер столбца, то обработка двумерного массива будет идти по строкам, а если наоборот, то по столбцам.

Пример. Заполнить двумерный массив $M * N$ случайными целыми числами из диапазона $[-40,40]$. Определить:

1. сумму элементов каждой строки;
2. максимальные значения для каждого столбца;
3. произведение элементов k -ой строки, значения которых лежат в диапазоне от 20 до 40.

Окно формы приложения

Обработка двумерного массива

Количество строк:

Количество столбцов:

	1	2	3	4
1	38	21	-26	-12
2	-5	26	-22	-5
3	11	40	-26	40
4	33	-30	21	-30

Сумма элементов строк:

Максимальные значения столбцов:

Произведение элементов строки:

лежащих в диапазоне [20,40]:

```

var
i, j, s, max, k, p: integer;
flag: boolean;
begin
{Очистка текстовых окон}
edit4.Text:= ''; edit5.Text:= ''; edit6.Text:= '';
for i:=0 to n-1 do {Вложенный цикл для нахождения сумм по строкам}
begin
s:=0;
for j:=0 to m-1 do s:=s+a[i, j];
edit4.Text:=edit4.Text+inttostr(s)+' ';
end;
for j:=0 to m-1 do {Вложенный цикл для нахождения максимумов по столбцам}
begin
max:=a[0, j];
for i:=0 to n-1 do if a[i, j] > max then max:=a[i, j];
edit5.Text:=edit5.Text+inttostr(max)+' ';
end;
k:=strtoint(edit3.text)-1;
p:=1;
flag:=false;
{Цикл по столбцам для вычисления произведения чисел
k-ой строки, попавших в диапазон (20,40)}
for j:=0 to m-1 do
if (a[k, j]>20) and (a[k, j]<40)
then begin p:=p*a[k, j]; flag:=true end;
if flag then edit6.Text:=inttostr(p) else edit6.Text:='Таких элементов нет'

```

Преобразование двумерных массивов

Преобразование матриц заключается, как правило, в изменении порядка следования его элементов без изменения значений самих элементов.

Поворот матрицы на 90 и 180 градусов

Пример. Сформировать массив из $M \times N$ элементов. Получить новый массив, повернув исходный на:

1. 180° ;
2. 90° по часовой стрелке;
3. 90° против часовой стрелки.

Фрагменты кодов программы	Окно формы приложения																				
<pre>{поворот на 180 градусов} for i:=0 to n-1 do for j:=0 to m-1 do b[i,j]:=a[n-i-1,m-j-1]; {поворот на 90 градусов по часовой} for i:=0 to m-1 do for j:=0 to n-1 do b[i,j]:=a[n-j-1,i]; {поворот на 90 градусов против часовой} for i:=0 to m-1 do for j:=0 to n-1 do b[i,j]:=a[j,m-1-i];</pre>	<p>Обработка двумерного массива</p> <p>Количество строк: 4 Заполнить</p> <p>Количество столбцов: 3</p> <table border="1"><thead><tr><th></th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr></thead><tbody><tr><th>1</th><td>26</td><td>0</td><td>-26</td></tr><tr><th>2</th><td>16</td><td>-12</td><td>6</td></tr><tr><th>3</th><td>21</td><td>0</td><td>17</td></tr><tr><th>4</th><td>33</td><td>-17</td><td>17</td></tr></tbody></table> <p>Повернуть</p> <p><input type="radio"/> на 180 градусов</p> <p><input checked="" type="radio"/> на 90 градусов по часовой</p> <p><input type="radio"/> на 90 градусов против часовой</p> Поворот		1	2	3	1	26	0	-26	2	16	-12	6	3	21	0	17	4	33	-17	17
	1	2	3																		
1	26	0	-26																		
2	16	-12	6																		
3	21	0	17																		
4	33	-17	17																		

**Зеркальное отображение (поворот) массивов относительно
горизонтальной и вертикальной осей**

a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

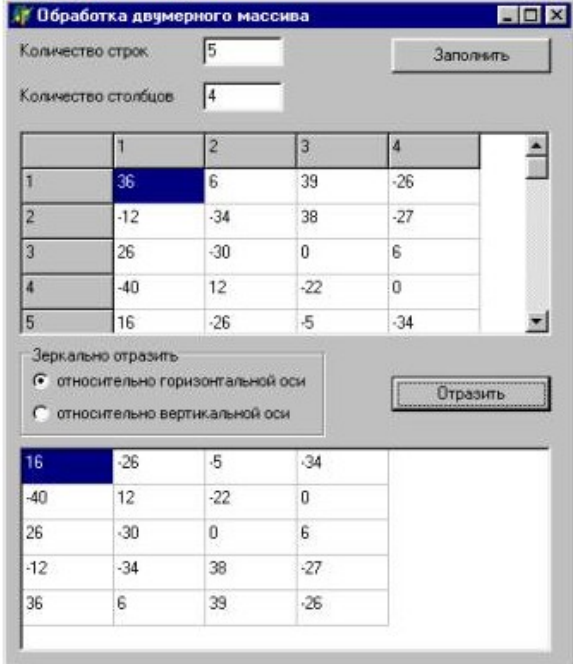
a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}
a_{51}	a_{52}	a_{53}	a_{54}

Пример. Сформировать массив из $M * N$ элементов. Зеркально отразить (повернуть) его относительно:

1. горизонтальной оси;
2. вертикальной оси.

Дополнительных массивов не создавать.

Важно! В первой задаче поворота массива относительно горизонтальной оси внешний цикл по строкам организуется только до $(n-1) \div 2$ (горизонтальной оси массива). Во второй задаче поворота массива относительно вертикальной оси внутренний цикл по столбцам организуется только до $(m-1) \div 2$ (вертикальной оси массива).

Фрагменты кодов программы	Окно формы приложения																																																		
<pre> {относительно горизонтальной оси} for i:=0 to (n-1) div 2 do for j:=0 to m-1 do begin d:= a[i,j]; a[i,j]:=a[n-i-1,j]; a[n-i-1,j]:=d; end; {относительно вертикальной оси} for i:=0 to n-1 do for j:=0 to (m-1) div 2 do begin d:= a[i,j]; a[i,j]:=a[i,m-j-1]; a[i,m-j-1]:=d; end; </pre>	 <p>Обработка двумерного массива</p> <p>Количество строк: 5 Заполнить</p> <p>Количество столбцов: 4</p> <table border="1" data-bbox="933 324 1476 526"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>1</th> <td>36</td> <td>6</td> <td>39</td> <td>-26</td> </tr> <tr> <th>2</th> <td>-12</td> <td>-34</td> <td>38</td> <td>-27</td> </tr> <tr> <th>3</th> <td>26</td> <td>-30</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> <tr> <th>4</th> <td>-40</td> <td>12</td> <td>-22</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>5</th> <td>16</td> <td>-26</td> <td>-5</td> <td>-34</td> </tr> </tbody> </table> <p>Зеркально отразить</p> <p><input checked="" type="radio"/> относительно горизонтальной оси Отразить</p> <p><input type="radio"/> относительно вертикальной оси</p> <table border="1" data-bbox="933 638 1476 840"> <tbody> <tr> <td>16</td> <td>-26</td> <td>-5</td> <td>-34</td> </tr> <tr> <td>-40</td> <td>12</td> <td>-22</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>-30</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>-12</td> <td>-34</td> <td>38</td> <td>-27</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>6</td> <td>39</td> <td>-26</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	1	36	6	39	-26	2	-12	-34	38	-27	3	26	-30	0	6	4	-40	12	-22	0	5	16	-26	-5	-34	16	-26	-5	-34	-40	12	-22	0	26	-30	0	6	-12	-34	38	-27	36	6	39	-26
	1	2	3	4																																															
1	36	6	39	-26																																															
2	-12	-34	38	-27																																															
3	26	-30	0	6																																															
4	-40	12	-22	0																																															
5	16	-26	-5	-34																																															
16	-26	-5	-34																																																
-40	12	-22	0																																																
26	-30	0	6																																																
-12	-34	38	-27																																																
36	6	39	-26																																																

Преобразование двумерного массива в одномерный

Пример. Сформировать массив А, содержащий N строк и M столбцов. Преобразовать его в одномерный массив В.

Существуют два способа решения этой задачи:

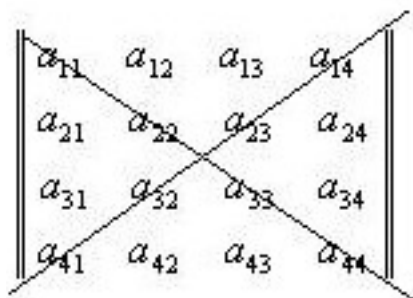
1. задать независимый счетчик k для результирующего одномерного массива;
2. вычислять значение очередного элемента массива по формуле $B(M * i + j) = A(i, j)$.

Фрагменты кодов программы

Использование независимого счетчика k для формирования одномерного массива	Вычисление очередного элемента одномерного массива по формуле $B(M * i + j) = A(i, j)$
<pre> var i, j, k: integer; b: array of integer; begin {Очистка текстовых окон} edit3.Text:= ''; SetLength(b, n*m); k:=0; {Вложенный цикл для формирования элементов нового массива} for i:=0 to n-1 do for j:=0 to m-1 do begin b[k]:=a[i, j]; edit3.Text:=edit3.Text+ inttostr(b[k])+ ' '; k:=k+1; end; end; end; </pre>	<pre> var i, j, k: integer; b: array of integer; begin {Очистка текстовых окон} edit3.Text:= ''; k:=n*m; SetLength(b, k); {Вложенный цикл для формирования элементов нового массива} for i:=0 to n-1 do for j:=0 to m-1 do b[m*i+j]:=a[i, j]; for i:=0 to k-1 do edit3.text:=edit3.text+ inttostr(b[i])+ ' '; end; end; </pre>

Типовые задачи с квадратными матрицами

К таким задачам, наряду с предыдущими, относятся: вычисление суммы, произведения, количества элементов, среднеарифметического, максимума, минимума элементов на главной и побочной диагонали, а также выше и ниже диагоналей в задачах с квадратными матрицами.



Способ отбора нужных элементов для решения такого рода задач заключается в следующем:

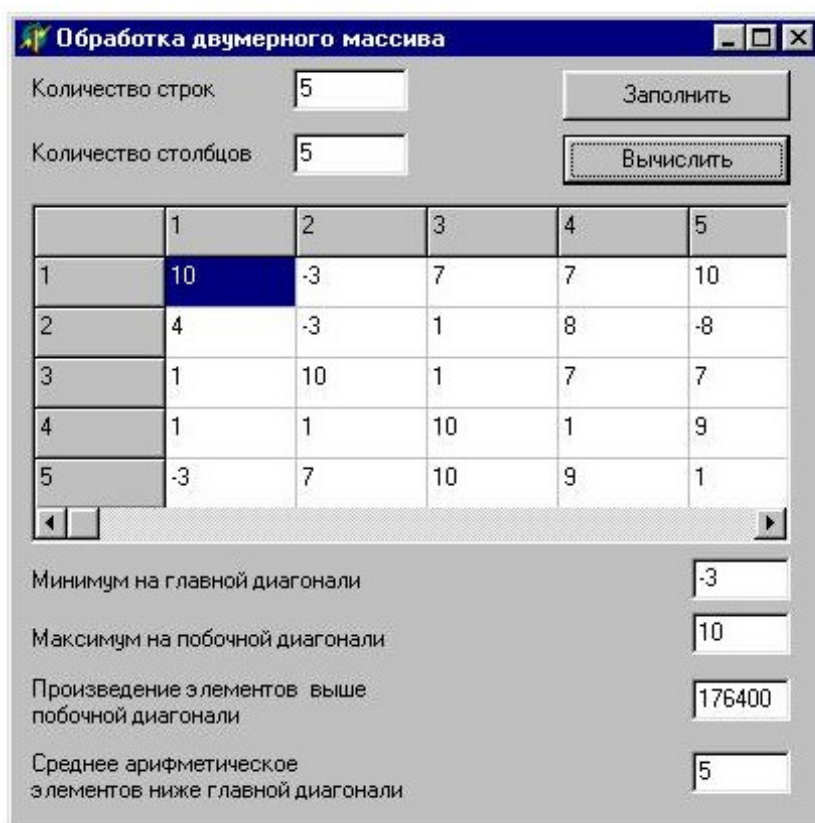
- для элементов, расположенных на главной диагонали, справедливо $i = j$ (i – индекс строки, j – индекс столбца), ниже $i > j$, выше $i < j$.
- для элементов, расположенных на побочной диагонали, справедливо $i = N - j - 1$ (i – индекс строки, j – индекс столбца), ниже $i > N - j - 1$, выше $i < N - j - 1$ (индексы элементов начинаются с 0!).

Для обработки элементов, расположенных на диагоналях, достаточно одного цикла. Для обработки элементов над или под диагоналями потребуются вложенные циклы, причем можно либо заложить во внутреннем цикле условие проверки индексов по приведенным формулам, либо организовать циклы так, чтобы рассматривать только требуемые элементы.

Пример Заполнить двухмерный массив $N * N$ случайными целыми числами из диапазона $[-40,40]$. Определить:

1. минимальное значение для элементов, расположенных на главной диагонали, и максимальное значение для элементов, расположенных на побочной диагонали;
2. произведение элементов, расположенных выше побочной диагонали;
3. среднее арифметическое элементов, расположенных ниже главной диагонали.

Окно формы приложения



Обработка двумерного массива

Количество строк: 5

Количество столбцов: 5

Заполнить

Вычислить

	1	2	3	4	5
1	10	-3	7	7	10
2	4	-3	1	8	-8
3	1	10	1	7	7
4	1	1	10	1	9
5	-3	7	10	9	1

Минимум на главной диагонали: -3

Максимум на побочной диагонали: 10

Произведение элементов выше побочной диагонали: 176400

Среднее арифметическое элементов ниже главной диагонали: 5

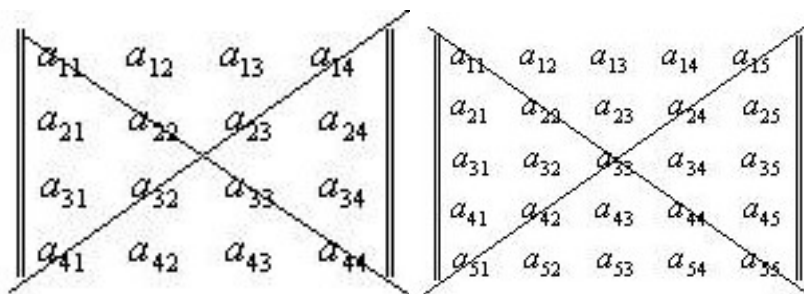
```

var
i,j,s,max,min,k,p: integer;
begin
{Очистка текстовых окон}
edit3.Text:= ''; edit4.Text:= '';
edit5.Text:= ''; edit6.Text:= '';
min:=a[0,0];
max:=a[0,n-1];
for i:=0 to n-1 do
begin
if a[i,i] < min then min:=a[i,i];           {минимум на главной}
if a[i,n-i-1] > max then max:=a[i,n-i-1]; {максимум на побочной}
end;
edit3.Text:=inttostr(min);
edit4.Text:=inttostr(max);
p:=1;
for i:=0 to n-1 do {Вложенный цикл для нахождения произведения}
for j:=0 to n-1 do {элементов выше побочной }
if i < n-j-1 then p:=p*a[i,j];
edit5.Text:=inttostr(p);
s:=0; k:=0;
for i:=0 to n-1 do {Вложенный цикл для нахождения суммы и}
for j:=0 to n-1 do {количества элементов ниже главной}
if i > j then begin s:=s+a[i,j]; k:=k+1 end;
edit6.Text:=floattostr(s/k);

```

Пример. Сформировать массив из $N * N$ элементов. Зеркально отразить (повернуть) его относительно:

1. главной диагонали;
2. побочной диагонали.



Важно! При решении задачи внешний и внутренний циклы организуются так, чтобы проход элементов осуществлялся *только* до нужной

диагонали (до $i-1$ при повороте относительно главной диагонали и $n-i-1$ при повороте относительно побочной), иначе, смена произойдет дважды и все останется на своих местах.

Фрагменты кодов программы

<pre>{Зеркальное отражение относительно главной диагонали} for i:=1 to n-1 do for j:=0 to i-1 do begin d:= a[i,j]; a[i,j]:=a[j,i]; a[j,i]:=d; end;</pre>	<pre>{Зеркальное отражение относительно побочной диагонали} for i:=0 to n-2 do for j:=0 to n-i-1 do begin d:= a[i,j]; a[i,j]:=a[n-j-1,n-i-1]; a[n-j-1,n-i-1]:=d; end;</pre>
--	---