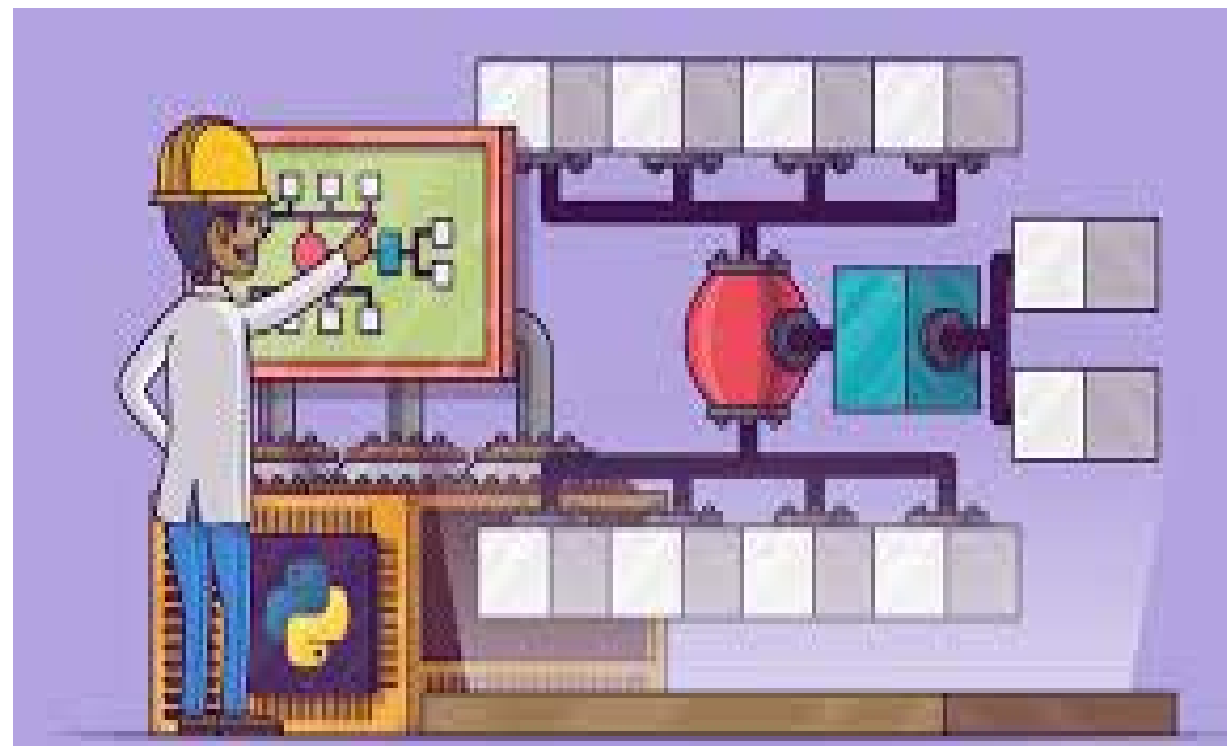




ساختمان داده ها

مدرس:
سمانه حسینی سمنانی

دانشگاه صنعتی اصفهان - دانشکده برق و
کامپیوتر





ADT ماتریس خلوت



ماتریس خلوت (اسپارس)

- یک ماتریس شامل m سطر و n ستون بوده و می تواند مانند شکل زیر نمایش داده شود.

	col1	col2	col3
row 0	-۲۷	۳	۴
row 1	۶	۸۲	-۲
row 2	۱۰۹	-۶۴	۱۱
row 3	۱۲	۸	۹
row 4	۴۸	۲۷	۴۷

	col1	col2	col3
row 0	۰	۳	۴
row 1	۶	۰	۰
row 2	۱۰۹	۰	۰
row 3	۰	۰	۹
row 4	۰	۰	۰

	col 0	col 1	col 2	col 3	col 4	col 5
row 0	15	0	0	22	0	-15
row 1	0	11	3	0	0	0
row 2	0	0	0	-6	0	0
row 3	0	0	0	0	0	0
row 4	91	0	0	0	0	0
row 5	0	0	28	0	0	0

(ب)



ADT ماتریس خلوت

```
class SparseMatrix
{ // A set of triples, <row, column, value>, where row and column are non-negative
  // integers and form a unique combination; value is also an integer.
public:
    SparseMatrix(int r, int c, int t);
    // The constructor function creates a SparseMatrix with
    // r rows, c columns, and a capacity of t nonzero terms.

    SparseMatrix Transpose();
    // Return the SparseMatrix obtained by interchanging the row and column
    // value of every triple in *this.

    SparseMatrix Add(SparseMatrix b);
    // If the dimensions of *this and b are the same, then the matrix produced by
    // adding corresponding items, namely those with identical row and column
    // values is returned; otherwise, an exception is thrown.

    SparseMatrix Multiply(SparseMatrix b);
    // If the number of columns in *this equals the number of rows in b then the
    // matrix d produced by multiplying *this and b according to the formula
    //  $d[i][j] = \sum (a[i][k] \cdot b[k][j])$ , where  $d[i][j]$  is the  $(i, j)$ th element, is returned.
    // k ranges from 0 to one less than the number of columns in *this;
    // otherwise, an exception is thrown.
};
```



ADT ماتریس خلوت

- هر عضو : سه تایی $\langle row, col, value \rangle$

	col 0	col 1	col 2	col 3	col 4	col 5
row 0	15	0	0	22	0	-15
row 1	0	11	3	0	0	0
row 2	0	0	0	-6	0	0
row 3	0	0	0	0	0	0
row 4	91	0	0	0	0	0
row 5	0	0	28	0	0	0

(ب)



	row	col	value
<code>smArray[0]</code>	0	0	15
<code>[1]</code>	0	3	22
<code>[2]</code>	0	5	-15
<code>[3]</code>	1	1	11
<code>[4]</code>	1	2	3
<code>[5]</code>	2	3	-6
<code>[6]</code>	4	0	91
<code>[7]</code>	5	2	28

- سه تایی های بدست آمده بر اساس سطرها مرتب هستند و سپس عناصری که در یک سطر قرار دارند به ترتیب

شماره ستون مرتب میشوند.



ADT ماتریس خلوت

```
class MatrixTerm
{
friend class SparseMatrix;
private:
    int row,col,value;
};
```

```
class SparseMatrix
{
private:
    int rows,cols,terms, capacity;
    MatrixTerm *smArr;
};
```

- Terms: number of non zero terms
- Capacity: size of smArr



ترانهاده ماتریس خلوت

	row	col	value
<i>smArray</i> [0]	0	0	15
[1]	0	3	22
[2]	0	5	-15
[3]	1	1	11
[4]	1	2	3
[5]	2	3	-6
[6]	4	0	91
[7]	5	2	28

(الف)



	row	col	value
<i>smArray</i> [0]	0	0	15
[1]	0	4	91
[2]	1	1	11
[3]	2	1	3
[4]	2	5	28
[5]	3	0	22
[6]	3	2	-6
[7]	5	0	-15

(ب)



ترانهاده ماتریس خلوت

for (each row i)

store $\langle i, j, value \rangle$ of the original matrix as $\langle j, i, value \rangle$ of the transpose.

- **difficulty**: where to put $\langle j, i, value \rangle$

$(0, 0, 15) \implies (0, 0, 15)$

$(0, 3, 22) \implies (3, 0, 22)$

$(0, 5, -15) \implies (5, 0, -15)$

$(1, 1, 11) \implies (1, 1, 11)$

for (all elements in column j)

store $\langle i, j, value \rangle$ of the original matrix as $\langle j, i, value \rangle$ of the transpose.

- آیا به این روش ستون های داخل هر سطر از ماتریس ترانهاده نیز به صورت صعودی مرتب می شود؟



ترانهاده ماتریس خلوت

```
1 SparseMatrix SparseMatrix::Transpose()
2 { // Return the transpose of *this.
3   SparseMatrix b(cols, rows, terms); // capacity of b.smArray is terms
4   if (terms > 0)
5   { // nonzero matrix
6     int currentB = 0 ;
7     for (int c = 0; c < cols ; c++) // transpose by columns
8       for (int i = 0 ; i < terms ; i++)
9         // find and move terms in column c
10        if (smArray[i].col == c)
11        {
12          b.smArray [currentB].row = c;
13          b.smArray [currentB].col = smArray [i].row;
14          b.smArray [currentB++].value = smArray [i].value;
15        }
16    } // end of if (terms > 0)
17    return b;
18  }
```



تحلیل تابع Transpose

```
1 SparseMatrix SparseMatrix::Transpose()
2 { // Return the transpose of *this.
3   SparseMatrix b(cols, rows, terms); // capacity of b.smArray is terms
4   if (terms > 0)
5     { // nonzero matrix
6       int currentB = 0 ;
7       for (int c = 0; c < cols; c++) // transpose by columns
8         for (int i = 0; i < terms; i++)
9           // find and move terms in column c
10          if (smArray[i].col == c)
11            {
12              b.smArray[currentB].row = c;
13              b.smArray[currentB].col = smArray[i].row;
14              b.smArray[currentB++].value = smArray[i].value;
15            }
16        } // end of if (terms > 0)
17    return b;
18 }
```

→ $O(\text{cols} \cdot \text{terms})$

- اگر از روش معمولی ترانپزاده ماتریس را محاسبه می کردیم پیچیدگی چقدر می شد؟ $O(\text{cols} \cdot \text{rows})$
- اگر برای ماتریس غیر خلوت از این روش استفاده کنیم پیچیدگی چقدر می شود؟ $O(\text{cols} \cdot \text{cols} \cdot \text{rows}) = O(\text{rows} \cdot \text{cols}^2)$



تحلیل تابع Transpose

- اگر از روش معمولی ترانپزاده ماتریس را محاسبه می کردیم پیچیدگی چقدر می شد؟ $O(cols.rows)$
- اگر برای ماتریس غیر خلوت از این روش استفاده کنیم پیچیدگی چقدر می شود؟ $O(cols.cols.rows) = O(rows.cols^2)$
- مشکل:

- آرایه `columns` بار بررسی می شود
- دنبال راهکاری با پیچیدگی $O(columns + elements)$ هستیم.

• راهکار:

- تعداد عناصر در هر ستون ماتریس اولیه را مشخص کنید
- شروع هر سطر ماتریس ترانپزاده را تعیین کنید



تابع FastTranspose

	row	col	value
smArray[0]	0	0	15
[1]	0	3	22
[2]	0	5	-15
[3]	1	1	11
[4]	1	2	3
[5]	2	3	-6
[6]	4	0	91
[7]	5	2	28

(الف)



rowSize = [0] [1] [2] [3] [4] [5]
rowstart = 1 3 4 6 8 8



تابع FastTranspose

	row	col	value
<i>smArray</i> [0]	0	0	15
[1]	0	3	22
[2]	0	5	-15
[3]	1	1	11
[4]	1	2	3
[5]	2	3	-6
[6]	4	0	91
[7]	5	2	28

(الف)

[0] [1] [2] [3] [4] [5]
rowsize = 2 1 2 2 0 1
rowstart = 1 3 4 6 8 8



	row	col	value
<i>smArray</i> [0]	0	0	15
[1]	0	4	91
[2]	1	1	11
[3]	2	1	3
[4]	2	5	28
[5]	3	0	22
[6]	3	2	-6
[7]	5	0	-15

(ب)