Informatyka 1 (ES1F1002)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr II, studia stacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2022/2023

Wykład nr 8 (28.11.2022)

dr inż. Jarosław Forenc

Plan wykładu nr 8

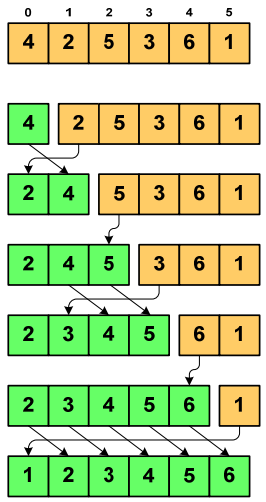
- Algorytmy komputerowe
  - algorytmy sortowania (bąbelkowe, szybkie - quick-sort)
- Język C
  - tablice jednowymiarowe (wektory)
  - tablice dwuwymiarowe (macierze)

Sortowanie

- Sortowanie polega na uporządkowaniu zbioru danych względem pewnych cech charakterystycznych każdego elementu tego zbioru (wartości każdego elementu)
- W przypadku liczb, sortowanie polega na znalezieniu kolejności liczb zgodnej z relacją ≤ lub ≥
- Przykładowe algorytmy sortowania
  - proste wstawianie (insertion sort)
  - proste wybieranie (selection sort)
  - bąbelkowe (bubble sort)
  - szybkie (quick sort)
  - przez scalanie (merge sort)
  - kubełkowe / przez zliczanie (bucket sort)

Proste wstawianie (insertion sort)

Przykład:

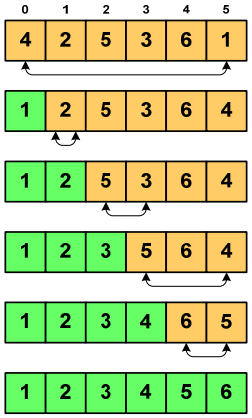


Program w języku C:

```
int main(void)
{
   int tab[N],i,j,tmp;
   // ...
   for (i=1; i<N; i++)
   {
      j=i;
      tmp=tab[i];
      while (tab[j-1]>tmp && j>0)
      {
         tab[j]=tab[j-1];
         j--;
      }
      tab[j]=tmp;
   }
}
```

Proste wybieranie (selection sort)

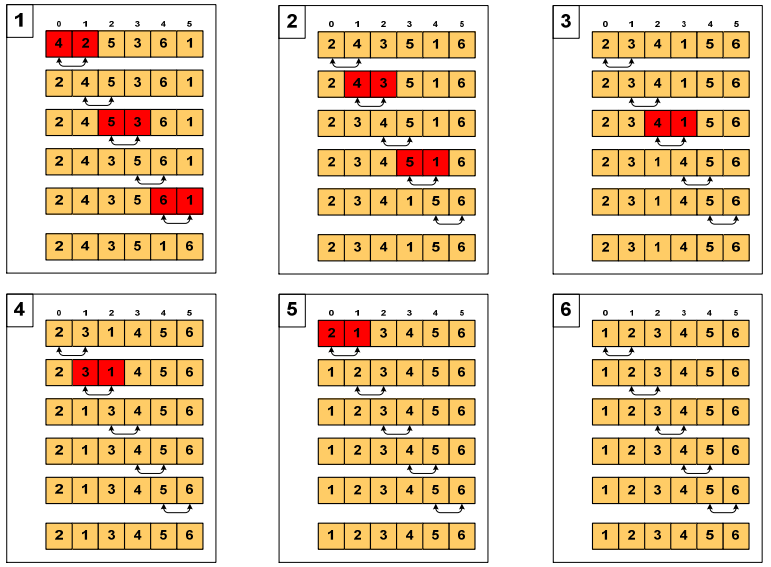
Przykład:



Program w języku C:

```
int main(void)
{
   int tab[N],i,j,k,tmp;
   // ...
   for (i=0;i<N-1;i++)
   {
      k=i;
      for (j=i+1; j<N; j++)
         if (tab[k]>=tab[j])
            k = j;
      tmp = tab[i];
      tab[i] = tab[k];
      tab[k] = tmp;
   }
}
```

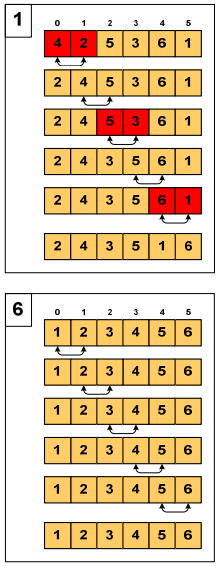

Bąbelkowe (bubble sort)



Bąbelkowe (bubble sort)

Program w języku C:

```
int main(void)
{
   int tab[N],i,j,tmp,koniec;
   // ...
   do {
      koniec=1;
      for (i=0;i<N-1;i++)
         if (tab[i]>tab[i+1])
         {
            tmp=tab[i];
            tab[i]=tab[i+1];
            tab[i+1]=tmp;
            koniec=0;
         }
   } while (!koniec);
}
```



Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - faza dzielenia

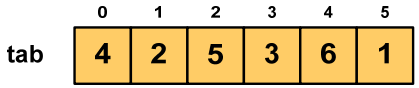
- Tablica jest dzielona na dwie części wokół pewnego elementu x (nazywanego elementem centralnym)
- Jako element centralny x najczęściej wybierany jest element środkowy (choć może to być także element losowy)
- Przeglądamy tablicę od lewej strony, aż znajdziemy element $a_i \geq x$, a następnie przeglądamy tablicę od prawej strony, aż znajdziemy element $a_j \leq x$
- Zamieniamy elementy a_i i a_j miejscami i kontynuujemy proces przeglądania i zamiany, aż nastąpi spotkanie w środku tablicy
- W ten sposób otrzymujemy tablicę podzieloną na lewą część z wartościami mniejszymi lub równymi x i na prawą część z wartościami większymi lub równymi x

Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - faza sortowania

- Zawiera dwa rekurencyjne wywołania tej samej funkcji sortowania: dla lewej i dla prawej części posortowanej tablicy
- Rekurencja zatrzymuje się, gdy wielkość tablicy wynosi 1

Przykład:

- Sortujemy 6-elementową tablicę tab:

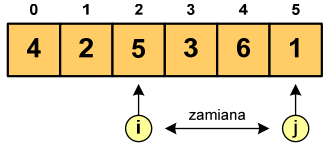


- Wywołanie funkcji QS() ma postać:

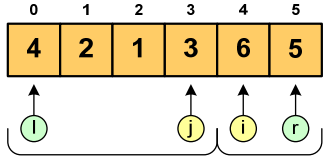
```
QS(tab,0,5);
```


Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - QS(tab,0,5)

- Element środkowy: (0+5)/2 = 2, x = tab[2] = 5
- Od lewej szukamy tab[i] ≥ x, a od prawej szukamy tab[j] ≤ x, zamieniamy elementy miejscami



- Poszukiwania kończymy, gdy indeksy i, j mijają się

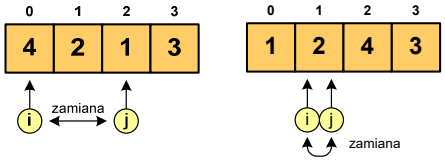


- Wywołujemy rekurencyjnie funkcję QS() dla elementów z zakresów [l,j] i [i,r]:

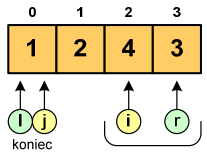
```
QS(tab,0,3);      QS(tab,4,5);
```


Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - QS(tab,0,3)

- Element środkowy: (0+3)/2 = 1, x = tab[1] = 2
- Od lewej szukamy tab[i] ≥ x, a od prawej szukamy tab[j] ≤ x, zamieniamy elementy miejscami



- Poszukiwania kończymy, gdy indeksy i, j mijają się

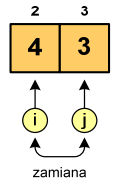


- Wywołanie QS() tylko dla elementów z zakresu [2,3], gdyż po lewej stronie rozmiar tablicy do posortowania wynosi 1:

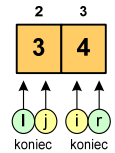
```
QS(tab,2,3);
```


Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - QS(tab,2,3)

- Element środkowy: (2+3)/2 = 2, x = tab[2] = 4
- Od lewej szukamy tab[i] ≥ x, a od prawej szukamy tab[j] ≤ x, zamieniamy elementy miejscami



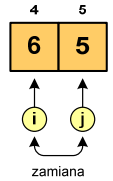
- Poszukiwania kończymy, gdy indeksy i, j mijają się



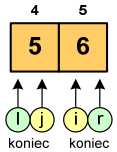
- Rozmiar obu tablic do posortowania wynosi 1 więc nie ma nowych wywołań funkcji QS()

Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - QS(tab,4,5)

- Element środkowy: (4+5)/2 = 4, x = tab[4] = 6
- Od lewej szukamy tab[i] ≥ x,
  a od prawej szukamy tab[j] ≤ x,
  zamieniamy elementy miejscami



- Poszukiwania kończymy,
  gdy indeksy i, j mijają się



- Rozmiar obu tablic do posortowania wynosi 1 więc nie ma nowych wywołań funkcji QS()

Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - funkcja w C

```
void QuickSort(int tab[], int l, int r)
{
   int i,j,x,y;

   i=l;
   j=r;
   x=tab[(l+r)/2];
   do
   {
      while (tab[i]<x) i++;
      while (x<tab[j]) j--;
      if (i<=j)
      {
         y=tab[i];
         tab[i]=tab[j];
         tab[j]=y;
         i++; j--;
      }
   } while (i<=j);
   if (l<j) QuickSort(tab,l,j);
   if (i<r) QuickSort(tab,i,r);
}
```


Funkcja qsort() w języku C

- Quick-Sort został zaimplementowany w języku C w funkcji:

QSORT stdlib.h

```
void qsort(void *baza, size_t n, size_t size,
      (*funkcja)(const void *element1, const void *element2));
```

- funkcja qsort() sortuje metodą Quick-Sort tablicę wskazywaną przez argument baza i zawierającą n elementów o rozmiarze size
- funkcja qsort() posługuje się funkcją porównującą funkcja(), której argumentami są wskazania do elementów tablicy baza
- funkcja() powinna zwracać wartości:
  - < 0, gdy *element1 < *element2
  - == 0, gdy *element1 == *element2
  - > 0, gdy *element1 > *element2

Funkcja qsort() w języku C - przykład (1/2)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#define  N 10

void generuj(int tab[])
{
   int i;
   srand(time(NULL));
   for (i=0;i<N;i++)
      tab[i]=rand()%100;
}

void drukuj(int tab[])
{
   int i;
   for (i=0;i<N;i++)
      printf("%2d  ",tab[i]);
   printf("\n");
}
```

Funkcja qsort() w języku C - przykład (2/2)

```
int funkcja(const void *element1, const void *element2)
{
    if (*(int*)element1  < *(int*)element2) return -1;
    if (*(int*)element1 == *(int*)element2) return 0;
    if (*(int*)element1  > *(int*)element2) return 1;
}

int main()
{
   int tab[N];

   generuj(tab);
   drukuj(tab);

   printf("\nqsort:\n");
   qsort((void*)tab,(size_t)N,sizeof(int),funkcja);
   drukuj(tab);

   return 0;
}
```


Funkcja qsort() w języku C - przykład (2/2)

```
65  22  15  26  87  43   3  21  11  73

qsort:
 3  11  15  21  22  26  43  65  73  87
```

```
int funkcja(const
{
    if (*(int*)ele
    if (*(int*)ele
    if (*(int*)ele
}

int main()
{
   int tab[N];

   generuj(tab);
   drukuj(tab);

   printf("\nqsort:\n");
   qsort((void*)tab,(size_t)N,sizeof(int),funkcja);
   drukuj(tab);

   return 0;
}
```


Język C - tablica elementów

- Tablica - ciągły obszar pamięci, w którym umieszczone są elementy tego samego typu

wektor

5	3	-2	1	-4

macierz

a	c	d	m
p	d	q	l
a	t	x	v

1.2	2.5	2.0	10.0
-0.1	4.3	6.2	-5.1
0.0	12.2	4.1	-2.2

Język C - tablica jednowymiarowa

- Tablica - ciągły obszar pamięci, w którym umieszczone są elementy tego samego typu
- Wektor - tablica jednowymiarowa

5	3	-2	0	-4

- liczby całkowite

3.1	0.2	2.3	-1.3	1.5	1.1	-4.0

- liczby rzeczywiste

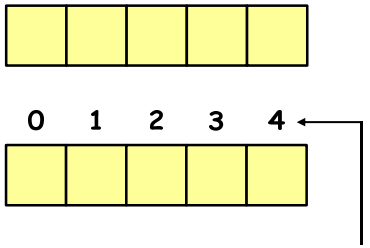
a	Z	x	&	M	+

- znaki

Język C - deklaracja tablicy jednowymiarowej

```
int tab[5];
```

rozmiar
nazwa
typ elementów



- rozmiar tablicy to wartość:
  - całkowita, dodatnia
  - znana na etapie kompilacji programu
    (stała liczbowa: 5, #define N 5, const int n = 5;)

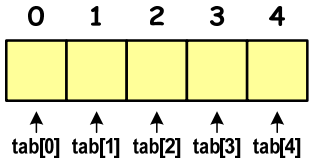
```
int tab[5];
```
```
int tab[N];
```
```
int tab[n];
```


Język C - odwołania do elementów tablicy

[ ] - dwuargumentowy operator indeksowania

```
tab[1];
```

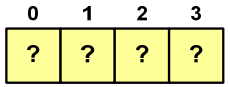
indeks elementu (drugi argument operatora)
nazwa tablicy (pierwszy argument operatora)



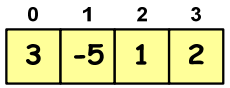
- indeks:
  - stała liczbowa, np. 0, 1, 10
  - nazwa zmiennej, np. i, idx
  - wyrażenie, np. i*j+5

Język C - odwołania do elementów tablicy

```
int tab[4];
```




```
tab[0] = 3;
tab[1] = -5;
tab[2] = 1;
tab[3] = 2;
```



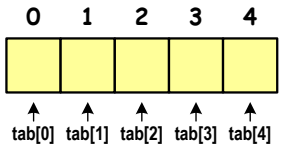
- Każdy element tablicy traktowany jest tak samo jak zmienna typu int

```
printf("%d",tab[0]);
```
```
scanf("%d",&tab[1]);
```


Język C - odwołania do elementów tablicy

- Przy odwołaniach do elementów tablicy kompilator nie sprawdza poprawności indeksów

```
int tab[5];
tab[5] = 10;
```



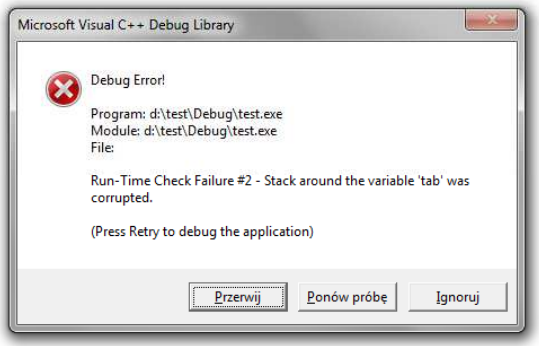
- błąd!!! - nie istnieje element tab[5]

- Kompilator nie zasygnalizuje błędu
- Program wykona operację
- Środowisko programistyczne może zasygnalizować problem

Język C - odwołania do elementów tablicy

- Przy odwołaniach do elementów tablicy kompilator nie sprawdza poprawności indeksów

```
int tab[5];
tab[5] = 10;
```



Język C - inicjalizacja tablicy jednowymiarowej

```
int tab[5] = {1,2,3,4,5};
```

0	1	2	3	4
1	2	3	4	5

```
int tab[5] = {1,2,3};
```

0	1	2	3	4
1	2	3	0	0

```
int tab[5] = {1,2,3,4,5,6};
```

- błąd kompilacji

```
int tab[] = {1,2,3,4,5};
```

0	1	2	3	4
1	2	3	4	5

Język C - odwołania do elementów tablicy

- Zapisanie wartości 1 do wszystkich elementów tablicy

```
int tab[5];
tab[0] = 1;
tab[1] = 1;
tab[2] = 1;
tab[3] = 1;
tab[4] = 1;
```

0	1	2	3	4
1	1	1	1	1

```
int tab[5], i;
for (i=0; i<5; i++)
    tab[i] = 1;
```


Język C - operacje na dużej ilości danych (tablica)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    double U[5] = { 5.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0 };
    double I[5] = { 0.16, 0.21, 0.27, 0.33, 0.36 };
    double R[5];
    int i;

    for (i=0; i<5; i++)
        R[i] = U[i]/I[i];

    for (i=0; i<5; i++)
        printf("R%d = %f\n",i+1,R[i]);

    return 0;
}
```

```
R1 = 31.250000
R2 = 47.619048
R3 = 55.555556
R4 = 60.606061
R5 = 69.444444
```

	0	1	2	3	4
U	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0
I	0.16	0.21	0.27	0.33	0.36
R	31.25	47.62	55.56	60.61	69.44

Język C - generator liczb pseudolosowych

- rand() - zwraca liczbę pseudolosową - zakres: 0 ... RAND_MAX (0 ... 32767)
- srand() - inicjalizuje generator liczb pseudolosowych
- Plik nagłówkowy: stdlib.h (time.h)

```
int x, y, z;
srand((unsigned int) time(NULL));
x = rand();              // zakres <0,32767>
y = rand() % 100;        // zakres <0,99>
z = rand() % (b-a+1)+a;  // zakres <a,b>
```


Język C - operacje na wektorze

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	14	9	6	11	6	18	9	10

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

#define N 10

int main(void)
{
     int tab[N], i;

     /* generowanie elementów tablicy */

     srand((unsigned int) time(NULL));

     for (i=0; i<N; i++)
          tab[i] = rand() % 20;
```


Język C - operacje na wektorze

```
/* wyświetlenie elementów tablicy */

printf("Elementy tablicy:\n");
for (i=0; i<N; i++)
    printf("%d  ",tab[i]);
printf("\n");
```

```
Elementy tablicy:
11  12  14  9  6  11  6  18  9  10
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	14	9	6	11	6	18	9	10

N = 10

Język C - operacje na wektorze

```
/* wyświetlenie elementów w odwrotnej kolejności */

printf("Elementy w odwrotnej kolejnosci:\n");
for (i=N-1; i>=0; i--)
    printf("%d  ",tab[i]);
printf("\n");
```

```
Elementy w odwrotnej kolejnosci:
10  9  18  6  11  6  9  14  12  11
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	14	9	6	11	6	18	9	10

N = 10

Język C - operacje na wektorze

```
/* wyszukanie elementu o najmniejszej wartości */

int min;

min = tab[0];
for (i=1; i<N; i++)
    if (tab[i]<min)
        min = tab[i];
printf("Wartosc elementu najmniejszego: %d\n",min);
```

```
Wartosc elementu najmniejszego: 6
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	14	9	6	11	6	18	9	10

N = 10

Język C - operacje na wektorze

```
/* indeksy elementów o najmniejszej wartości */

printf("Indeksy elementu najmniejszego: ");
for (i=0; i<N; i++)
    if (tab[i]==min)
        printf("%d  ",i);
printf("\n");
```

```
Indeksy elementu najmniejszego: 4  6
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	14	9	6	11	6	18	9	10

N = 10

Język C - operacje na wektorze

```
/* suma i średnia arytmetyczna elementów tablicy */

int suma = 0;
float srednia;

for (i=0; i<N; i++)
    suma = suma + tab[i];
srednia = (float) suma/N;
printf("Suma: %d, srednia: %g\n",suma,srednia);
```

```
Suma: 106, srednia: 10.6
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	14	9	6	11	6	18	9	10

N = 10

Język C - operacje na wektorze

```
/* liczba parzystych elementów tablicy  */

int ile = 0;

for (i=0; i<N; i++)
    if (tab[i]%2==0)
        ile++;
printf("Liczba parzystych elementow: %d\n",ile);
```

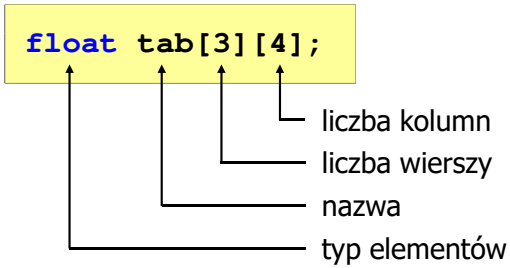
```
Liczba parzystych elementow: 6
```

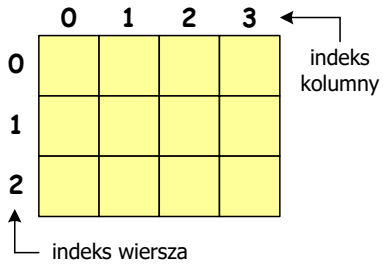
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	14	9	6	11	6	18	9	10

N = 10

Język C - deklaracja tablica dwuwymiarowej

```
float tab[3][4];
```



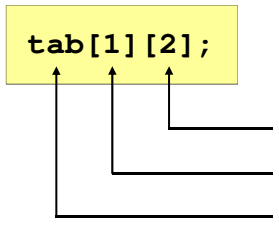


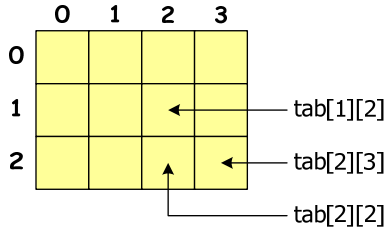
- Rozmiar tablicy (liczb wierszy i kolumn) to wartość:
  - całkowita, dodatnia
  - znana na etapie kompilacji programu
    (stała liczbowa: 5, #define N 5, const int n = 5;)

Język C - odwołania do elementów macierzy

```
tab[1][2];
```

[ ] - dwuargumentowy operator indeksowania





- Indeks:
  - stała liczbowa, np. 0, 1, 10
  - nazwa zmiennej, np. i, idx
  - wyrażenie, np. i*j+5
- Brak sprawdzania poprawności indeksów!

Język C - inicjalizacja elementów macierzy

```
int T[2][3] = {{1,2,3},{4,5,6}};
```

```
int T[2][3] = {1,2,3,4,5,6};
```

	0	1	2
0	1	2	3
1	4	5	6

```
int T[2][3] = {1,2,3,4};
```

	0	1	2
0	1	2	3
1	4	0	0

```
int T[2][3] = {{1},{4,5}};
```

	0	1	2
0	1	0	0
1	4	5	0

Język C - inicjalizacja elementów macierzy

```
int T[2][3] = {0};
```

```
int T[2][3] = {};
```

wyzerowanie elementów macierzy

	0	1	2
0	0	0	0
1	0	0	0

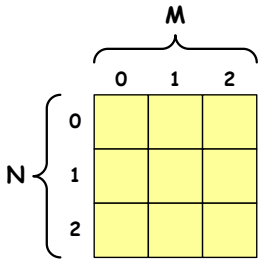
```
int T[][3] = {{1,2,3},{4,5,6}};
```

pominięcie liczby wierszy

	0	1	2
0	1	2	3
1	4	5	6

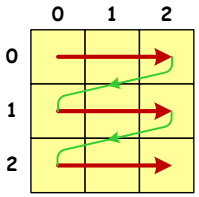
Język C - operacje na macierzy

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

#define N 3     /* liczba wierszy */
#define M 3     /* liczba kolumn */

int main(void)
{
    int  tab[N][M];
    int  i, j;
```

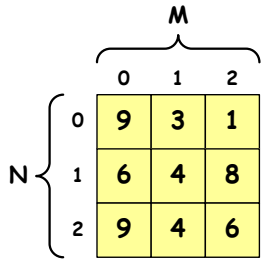


Język C - operacje na macierzy

```
/* generowanie pseudolosowe elementów macierzy */

srand((unsigned int) time(NULL));

for (i=0; i<N; i++)
    for (j=0; j<M; j++)
        tab[i][j] = rand() % 10;
```



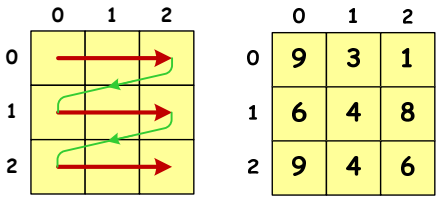
kolejność zapisywania wartości elementów macierzy



Język C - operacje na macierzy

```
/* wyświetlenie elementów macierzy */

for (i=0; i<N; i++)
{
    for (j=0; j<M; j++)
        printf("%3d",tab[i][j]);
    printf("\n");
}
```

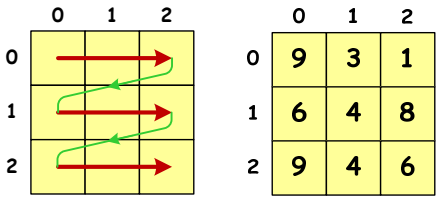
```
  9  3  1
  6  4  8
  9  4  6
```



Język C - operacje na macierzy

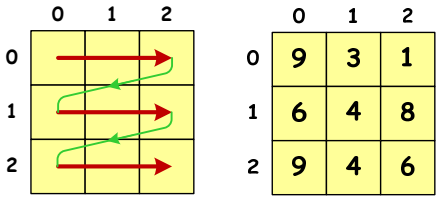
```
/* poszukiwanie elementu o wartości minimalnej */

int min = tab[0][0];
for (i=0; i<N; i++)
    for (j=0; j<M; j++)
        if (tab[i][j] < min)
            min = tab[i][j];
printf("Wartosc min: %d\n",min);
```

```
Wartosc min: 1
```



Język C - operacje na macierzy

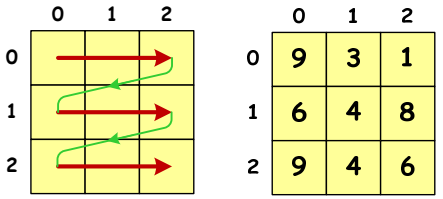
```
/* suma i średnia arytmetyczna elementów */
int suma = 0;
for (i=0; i<N; i++)
    for (j=0; j<M; j++)
        suma = suma + tab[i][j];
float srednia = (float) suma/(N*M);
printf("Suma:     %d\n",suma);
printf("Srednia: %f\n\n",srednia);
```




```
Suma:     50
Srednia: 5.555555
```


Język C - operacje na macierzy

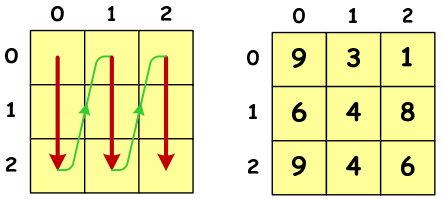
```
/* sumy elementów w poszczególnych wierszach */
for (i=0; i<N; i++)
{
    suma = 0;
    for (j=0; j<M; j++)
        suma = suma + tab[i][j];
    printf("Suma wiersza %d = %d\n",i,suma);
}
```




```
Suma wiersza 0 = 13
Suma wiersza 1 = 18
Suma wiersza 2 = 19
```


Język C - operacje na macierzy

```
/* sumy elementów w poszczególnych kolumnach */
for (j=0; j<M; j++)
{
    suma = 0;
    for (i=0; i<N; i++)
        suma = suma + tab[i][j];
    printf("Suma kolumny %d = %d\n",j,suma);
}
```



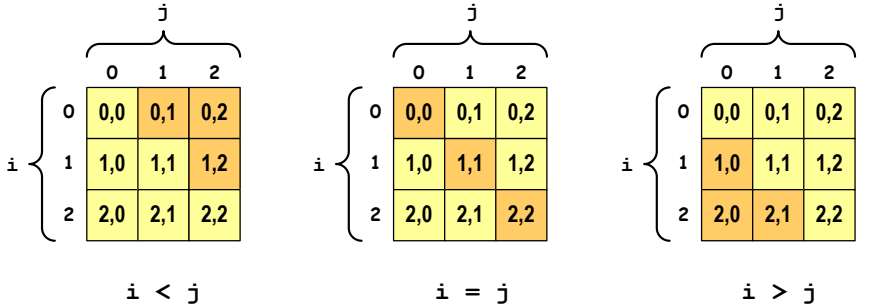

```
Suma kolumny 0 = 24
Suma kolumny 1 = 11
Suma kolumny 2 = 15
```


Język C - operacje na macierzy

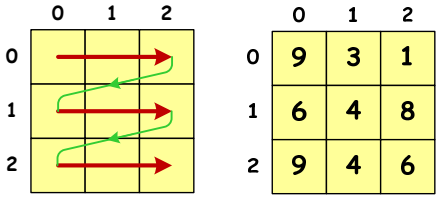
```
/* sumy elementów nad, na i poniżej przekątnej */
suma = suma1 = suma2 = 0;
for (i=0; i<N; i++)
    for (j=0; j<M; j++)
    {
        if (i < j) suma1+=tab[i][j];  /* nad */
        if (i > j) suma2+=tab[i][j];  /* pod */
        if (i == j) suma+=tab[i][j];  /* na  */
    }
printf("Suma nad: %d\n",suma1);
printf("Suma na:  %d\n",suma);
printf("Suma pod: %d\n",suma2);
```

```
Suma nad: 12
Suma na:  19
Suma pod: 19
```

Język C - operacje na macierzy



`i < j` `i = j` `i > j`




```
Suma nad: 12
Suma na:  19
Suma pod: 19
```


Koniec wykładu nr 8

Dziękuję za uwagę!