# Informatyka 2 (ES1E3017)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr III, studia stacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2020/2021

Wykład nr 2 (13.10.2020)

dr inż. Jarosław Forenc



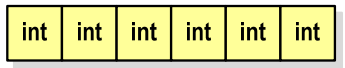
## Plan wykładu nr 2

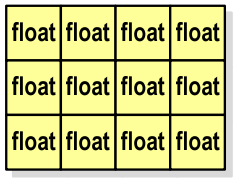
- Struktury, pola bitowe, unie
  - deklaracja struktury i zmiennej strukturalnej
  - odwołania do pól struktury
  - inicjalizacja zmiennej strukturalnej
  - złożone deklaracje struktur
- Wskaźniki
  - deklaracja, przypisanie wartości
  - związek z tablicami, operacje na wskaźnikach
- Dynamiczny przydział pamięci
  - funkcje calloc, malloc, free
  - przydział pamięci na wektor i macierz



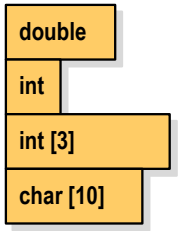
## Struktury w języku C

- Tablica - ciągły obszar pamięci zawierający elementy tego samego typu




- Struktura - zestaw elementów różnych typów, zgrupowanych pod jedną nazwą




## Deklaracja struktury

```
struct nazwa
{
    opis_pola_1;
    opis_pola_2;
    ...
    opis pola_n;
};
```

```
struct punkt
{
    int x;
    int y;
};
```

- Elementy struktury to pola (dane, komponenty, składowe) struktury
- Deklaracje pól mają taką samą postać jak deklaracje zmiennych
- Deklarując strukturę tworzymy nowy typ danych (struct punkt), którym można posługiwać się tak samo jak każdym innym typem standardowym

# Deklaracja struktury

```
struct osoba
{
    char imie[15];
    char nazwisko[20];
    int wiek, waga;
};
```

```
struct zesp
{
    float Re, Im;
};
```

- Deklaracja struktury nie tworzy obiektu (nie przydziela pamięci na pola struktury)
- Zapisanie danych do struktury wymaga zdefiniowania zmiennej strukturalnej



# Deklaracja zmiennej strukturalnej

```
struct osoba
{
    char imie[15];
    char nazwisko[20];
    int wiek, waga;
} Kowal, Nowak;
```


- Kowal, Nowak
  - zmienne strukturalne typu struct osoba



# Deklaracja zmiennej strukturalnej

```
#include <stdio.h>

struct osoba
{
    char imie[15];
    char nazwisko[20];
    int wiek, waga;
};

int main(void)
{
    struct osoba Kowal;
    struct osoba Nowak;
    ...
    return 0;
}
```




# Odwołania do pól struktury

- Dostęp do pól struktury możliwy jest dzięki konstrukcji typu:

```
nazwa_struktury.nazwa_pola
```

- Operator . nazywany jest operatorem bezpośredniego wyboru pola
- Zapisanie wartości 25 do pola wiek zmiennej Nowak ma postać

```
Nowak.wiek = 25;
```

- Wyrażenie Nowak.wiek traktowane jest jak zmienna typu int

```
printf("Wiek: %d\n", Nowak.wiek);
scanf("%d", &Nowak.wiek);
```

# Odwołania do pól struktury

- Dostęp do pól struktury możliwy jest dzięki konstrukcji typu:

```
nazwa_struktury.nazwa_pola
```

- Operator . nazywany jest operatorem bezpośredniego wyboru pola
- Zapisanie wartości Jan do pola imie zmiennej Nowak ma postać

```
strcpy(Nowak.imie,"Jan");
```

- Wyrażenie Nowak.imie traktowane jest jak łańcuch znaków

```
printf("Imie: %s\n", Nowak.imie);
gets(Nowak.imie);
```



# Odwołania do pól struktury

- Gdy zmienna strukturalna jest wskaźnikiem, to do odwołania do pola struktury używamy operatora pośredniego wyboru pola (**->**)

```
wskaźnik_do_struktury -> nazwa_pola
```

```
struct osoba Nowak, *Nowak1;
Nowak1 = &Nowak;
Nowak1 -> wiek = 25;
/* lub */
(*Nowak1).wiek = 25;
```

- W ostatnim zapisie nawiasy są konieczne, gdyż operator **.** ma wyższy priorytet niż operator ***



# Struktury - przykład (osoba)

```
#include <stdio.h>

struct osoba
{
    char imie[15];
    char nazwisko[20];
    int  wiek;
};

int main(void)
{
     struct osoba Nowak;
```



# Struktury - przykład (osoba)

```
    printf("Imie:     ");
    gets(Nowak.imie);

    printf("Nazwisko: ");
    gets(Nowak.nazwisko);

    printf("Wiek:     ");
    scanf("%d",&Nowak.wiek);

    printf("%s %s, wiek: %d\n", Nowak.imie,
            Nowak.nazwisko, Nowak.wiek);

    return 0;
}
```

```
Imie:     Jan
Nazwisko: Nowak
Wiek:     22
Jan Nowak, wiek: 22
```

# Struktury - przykład (miernik)

```
#include <stdio.h>

struct miernik
{
   double k;    // klasa dokładności
   int d;       // liczba działek podziałki
   double Zp;   // zakres pomiarowy
};

int main(void)
{
   // Amperomierz LE-3P
   struct miernik LE3P = {0.5, 75, 12.0};
   double Dpm, p;
```



# Struktury - przykład (miernik)

```
   printf("Amperomierz analogowy LE-3P\n");
   printf("Zakres pomiarowy: %g A\n",LE3P.Zp);
   printf("Liczba dzialek podzialki: %d\n",LE3P.d);
   printf("Klasa dokladnosci: %g\n",LE3P.k);
   printf("-------------------------------------\n");
   printf("Bezwzgledny maksymalny blad pomiaru:\n");
   p = 0.2;
   Dpm = LE3P.Zp*(LE3P.k/100+p/LE3P.d);
   printf("* dla p = %g, Dpm = %g A\n",p,Dpm);

   p = 0.5;
   Dpm = LE3P.Zp*(LE3P.k/100+p/LE3P.d);
   printf("* dla p = %g, Dpm = %g A\n",p,Dpm);

   return 0;
}
```



# Struktury - przykład (miernik)

```
   printf("Amperomi
   printf("Zakres p
   printf("Liczba d
   printf("Klasa do
   printf("--------

   printf("Bezwzgle
   p = 0.2;
   Dpm = LE3P.Zp*(L
   printf("* dla p = %g, Dpm = %g A\n",p,Dpm);

   p = 0.5;
   Dpm = LE3P.Zp*(LE3P.k/100+p/LE3P.d);
   printf("* dla p = %g, Dpm = %g A\n",p,Dpm);

   return 0;
}
```

```
Amperomierz analogowy LE-3P
Zakres pomiarowy: 12 A
Liczba dzialek podzialki: 75
Klasa dokladnosci: 0.5
-------------------------------------
Bezwzgledny maksymalny blad pomiaru:
* dla p = 0.2, Dpm = 0.092 A
* dla p = 0.5, Dpm = 0.14 A
```



# Inicjalizacja zmiennej strukturalnej

- Inicjalizowane mogą być tylko zmienne strukturalne, nie można inicjalizować pól w deklaracji struktury

```
struct osoba
{
   char imie[15];
   char nazwisko[20];
   int wiek, waga;
};

int main(void)
{
   struct osoba Nowak1 = {"Jan","Nowak",25,74};
   ...
}
```

# Struktury a operator przypisania (=)

- Struktury tego samego typu można sobie przypisywać (nawet jeśli zawierają tablice)

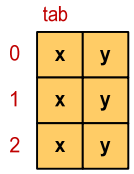
```
struct osoba
{
   char imie[15];
   char nazwisko[20];
   int wiek, waga;
};

int main(void)
{
   struct osoba Nowak1 = {"Jan","Nowak",25,74};
   struct osoba Nowak2;

   Nowak2 = Nowak1;
}
```

operator przypisania



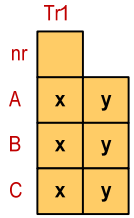
# Złożone deklaracje struktur

```
struct punkt
{
   int x;
   int y;
} tab[3];
```




```
tab[0].x = 10;
tab[0].y = 20;
tab[1].x = 15;
…
```

```
struct trojkat
{
   int nr;
   struct punkt A, B, C;
} Tr1;
```




```
Tr1.nr = 1;
Tr1.A.x = 10;
Tr1.A.y = 20;
Tr1.B.x = 15;
…
```



# Pola bitowe

- Umożliwiają dostęp do pojedynczych bitów oraz przechowywanie małych wartości zajmujących pojedyncze bity
- Pola bitowe deklarowane są wewnątrz struktur

```
typ id_pola : wielkość_pola;
```

rozmiar pola w bitach
nazwa pola (opcjonalna)
typ (int, unsigned int, signed int)

- Wartości zapisane w polach traktowane są jak liczby całkowite
- Zakres wartości pól wynika z wielkości_pola



# Pola bitowe

```
struct Bits
{
    unsigned int a : 4;    /* zakres: 0...15 */
    unsigned int b : 2;    /* zakres: 0...3 */
    unsigned int   : 4;
    unsigned int c : 6;    /* zakres: 0...63 */
};
```

- Dostęp do pól bitowych odbywa się na takiej samej zasadzie jak do normalnych pól struktury

```
struct Bits dane;
dane.a = 10;
dane.b = 3;
```

# Pola bitowe

```
struct Bits
{
    unsigned int a : 4;    /* zakres: 0...15 */
    unsigned int b : 2;    /* zakres: 0...3 */
    unsigned int   : 4;
    unsigned int c : 6;    /* zakres: 0...63 */
};
```

- Jeśli pole nie ma nazwy, to nie można się do niego odwoływać
- Pola bitowe nie mają adresów
  - nie można wobec pola bitowego stosować operatora & (adres)
  - nie można polu bitowemu nadać wartości funkcją scanf()



# Pola bitowe - przykład

```
struct Flags_8086
{
    unsigned int CF : 1;   /* Carry Flag */
    unsigned int    : 1;
    unsigned int PF : 1;   /* Parity Flag */
    unsigned int    : 1;
    unsigned int AF : 1;   /* Auxiliary – Carry Flag */
    unsigned int    : 1;
    unsigned int ZF : 1;   /* Zero Flag */
    unsigned int SF : 1;   /* Signum Flag */
    unsigned int TF : 1;   /* Trap Flag */
    unsigned int IF : 1;   /* Interrupt Flag */
    unsigned int DF : 1;   /* Direction Flag */
    unsigned int OF : 1;   /* Overflow Flag */
};
```



# Unie

- Specjalny rodzaj struktury umożliwiający przechowywanie danych różnych typów w tym samym obszarze pamięci

```
union zbior
{
    char   znak;
    int    liczba1;
    double liczba2;
};
```

- Do przechowywania wartości w unii należy zadeklarować zmienną

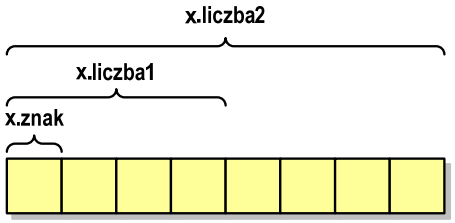
```
union zbior x;
```



# Unie

```
union zbior x;
```

- Zmienna x może przechowywać wartość typu char lub typu int lub typu double, ale tylko jedną z nich w danym momencie




```
union zbior
{
   char   znak;
   int    liczba1;
   double liczba2;
};
```

- Rozmiar unii wyznaczany jest przez rozmiar największego jej pola

# Unie

```
union zbior x;
```

- Dostęp do pól unii jest taki sam jak do pól struktury

```
x.znak = 'a';
x.liczba2 = 12.15;
```

- Unię można zainicjować jedynie wartością o typie jej pierwszej składowej

```
union zbior x = {'a'};
```

- Unie tego samego typu można sobie przypisywać

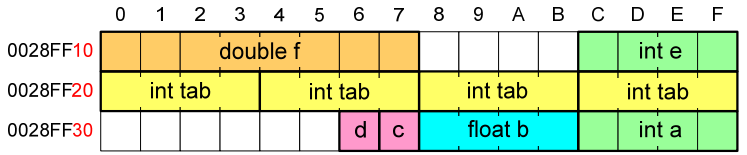


# Co to jest wskaźnik?

- Wskaźnik - zmienna mogącą zawierać adres obszaru pamięci - najczęściej adres innej zmiennej (obiektu)

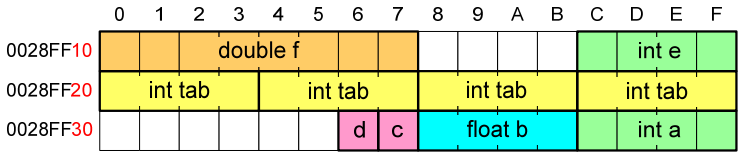
```
int a;
float b;
char c, d;
int tab[4], e;
double f;
```

- Zmienne przechowywane są w pamięci komputera






# Co to jest wskaźnik?

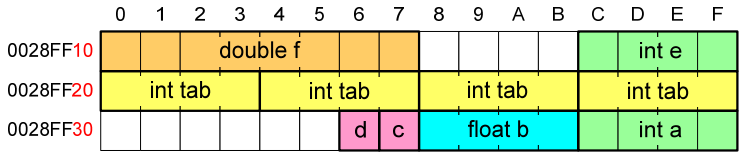



- Każda zmienna znajduje się pod konkretnym adresem i zależnie od typu zajmuje określoną liczbę bajtów
- Podczas kompilacji wszystkie nazwy zmiennych zastępowane są ich adresami
- Wyświetlenie adresu zmiennej:

```
printf("Adres zmiennej a:  %p\n", &a);
printf("Adres tablicy tab: %p\n", tab);
```



# Co to jest wskaźnik?




- Każda zmienna znajduje się pod konkretnym adresem i zależnie od typu zajmuje określoną liczbę bajtów
- Podczas kompilacji wszystkie nazwy zmiennych zastępowane są ich adresami
- Wyświetlenie adresu zmiennej:

```
printf("Adres zmiennej a:  %p\n", &a);
printf("Adres tablicy tab: %p\n", tab);
```

```
Adres zmiennej a:  0028FF3C
Adres tablicy tab: 0028FF20
```

# Deklaracja wskaźnika

- Deklarując wskaźnik (zmienną wskazującą) należy podać typ obiektu na jaki on wskazuje
- Deklaracja wskaźnika wygląda tak samo jak każdej innej zmiennej, tylko że jego nazwa poprzedzona jest symbolem gwiazdki (*)

```
typ *nazwa_zmiennej;
```

lub

```
typ* nazwa_zmiennej;
```

lub

```
typ * nazwa_zmiennej;
```

lub

```
typ*nazwa_zmiennej;
```



# Deklaracja wskaźnika

- Deklaracja zmiennej wskaźnikowej do typu int

```
int *ptr;
```

- Mówimy, że zmienna ptr jest typu: wskaźnik do zmiennej typu int
- Do przechowywania adresu zmiennej typu double trzeba zadeklarować zmienną typu: wskaźnik do zmiennej typu double

```
double *ptrd;
```

- Można konstruować wskaźniki do danych dowolnego typu łącznie z typami wskaźnik do wskaźnika do...

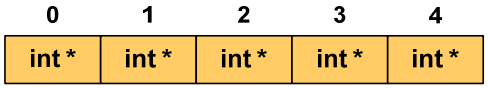
```
char **wsk;
```



# Deklaracja wskaźnika

- Można deklarować tablice wskaźników - zmienna tab_ptr jest tablicą zawierającą 5 wskaźników do typu int

```
int *tab_ptr[5];
```




- Natomiast zmienna ptr_tab jest wskaźnikiem do 5-elementowej tablicy liczb int

```
int (*ptr_tab)[5];
```



# Deklaracja wskaźnika

- W deklaracji wskaźnika lepiej jest pisać * przy zmiennej, a nie przy typie:

```
int *ptr1;   /* lepiej */
int* ptr2;   /* gorzej */
```

gdyż trudniej jest popełnić błąd przy deklaracji dwóch wskaźników:

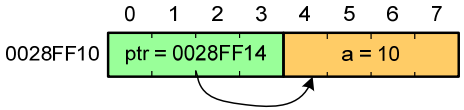
```
int *p1, *p2;
int* p3, p4;
```

- W powyższym przykładzie zmienne p1, p2 i p3 są wskaźnikami do typu int, zaś zmienna p4 jest „zwykłą” zmienną typu int

# Przypisywanie wartości wskaźnikom

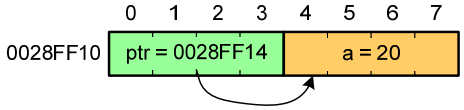
- Wskaźnikom można przypisywać adresy zmiennych
- Adresy takie tworzy się za pomocą operatora pobierania adresu &

```
int a = 10;
int *ptr;
ptr = &a;
```




- Mając adres zmiennej można „dostać się" do jej wartości używając tzw. operatora wyłuskania (odwołania pośredniego) - gwiazdki (*)

```
*ptr = 20;
```






# Wskaźnik pusty

- Wskaźnik pusty to specjalna wartość, odróżnialna od wszystkich innych wartości wskaźnikowych, dla której gwarantuje się nierówność ze wskaźnikiem do dowolnego obiektu
- Do zapisu wskaźnika pustego stosuje się wyrażenie całkowite o wartości zero (0)

```
int *ptr = 0;
```

- Zamiast wartości 0 można stosować makrodefinicję preprocesora NULL, która podczas kompilacji programu zamieniana jest na 0

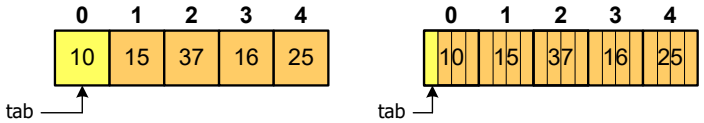
```
int *ptr = NULL;
```



# Wskaźniki a tablice

- Nazwa tablicy jest jej adresem (dokładniej - adresem elementu o indeksie 0)

```
int tab[5] = {10,15,37,16,25};
```



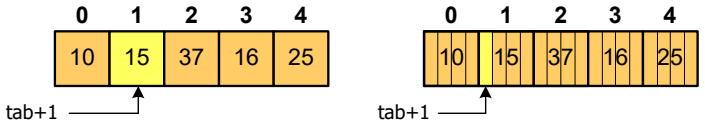

- Zastosowanie operatora * przed nazwą tablicy pozwala „dostać się" do zawartości elementu o indeksie 0

*tab jest równoważne tab[0]



# Wskaźniki a tablice

- Dodanie 1 do adresu tablicy przenosi nas do elementu tablicy o indeksie 1




zatem: *(tab+1) jest równoważne tab[1]

ogólnie: *(tab+i) jest równoważne tab[i]

- W zapisie *(tab+i) nawiasy są konieczne, gdyż operator * ma bardzo wysoki priorytet

# Wskaźniki a tablice

- Brak nawiasów powoduje błędne odwołania do elementów tablicy

```
int tab[5] = {10,15,37,16,25};
int x;

x = *(tab+2);
printf("x = %d",x);          /*  x = 37 */

x = *tab+2;
printf("x = %d",x);          /*  x = 12 */
```

x = *(tab+2); jest równoważne x = tab[2];

x = *tab+2; jest równoważne x = tab[0]+2;



# Operacje na wskaźnikach (1)

- Przypisanie - wskaźnikowi można przypisać:
  - adres zmiennej (nazwa zmiennej poprzedzona znakiem &)
  - inny wskaźnik
  - tablicę (nazwa to jej adres)

```
int tab[3] = {1, 2, 3};
int x = 10, *ptr1, *ptr2, *ptr3;

ptr1 = &x;
ptr2 = ptr1;
ptr3 = tab;
```

- Typ adresu i wskaźnika muszą być zgodne



# Operacje na wskaźnikach (2)

- Pobranie wartości (dereferencja)
  - otrzymanie wartości przechowywanej w pamięci, w miejscu wskazywanym przez wskaźnik
  - operator pobrania wartości (dereferencji, wyłuskania): *

```
int x = 10, *ptr, y;

ptr = &x;
y = *ptr;
printf("Wartosc x i y: %d\n",y);
```

```
Wartosc x i y: 10
```



# Operacje na wskaźnikach (3)

- Pobranie adresu wskaźnika
  - tak jak inne zmienne, także wskaźniki posiadają wartość i adres

```
int x = 10, *ptr;

ptr = &x;
printf("Adres zmiennej x:    %p\n",ptr);
printf("Adres wskaznika ptr: %p\n",&ptr);
```

```
Adres zmiennej x:    002CF920
Adres wskaznika ptr: 002CF914
```

# Operacje na wskaźnikach (4)

- Dodanie liczby całkowitej do wskaźnika
  - przed dodaniem liczby całkowitej jest ona mnożona przez liczbę bajtów zajmowanych przez wartość wskazywanego typu

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

printf("Adres tab:   %p\n",tab);
printf("Adres tab+2: %p\n",(tab+2));
printf("tab[0]:      %d\n",*tab);
printf("tab[2]:      %d\n",*(tab+2));
```

```
Adres tab:   002CFC60
Adres tab+2: 002CFC68
tab[0]:      0
tab[2]:      2
```



# Operacje na wskaźnikach (5)

- Zwiększenie wskaźnika (inkrementacja)
  - do wskaźnika można dodać 1 lub zastosować operator ++
  - wskaźnik będzie pokazywał na kolejny element tablicy

```
int tab[5] = {0,1,2,3,4}, *ptr;

ptr = tab;
printf("tab[0]:  %d\n",*ptr);
ptr++;
printf("tab[1]:  %d\n",*ptr);
ptr = ptr + 1;
printf("tab[2]:  %d\n",*ptr);
```

```
tab[0]:  0
tab[1]:  1
tab[2]:  2
```



# Operacje na wskaźnikach (5)

- Zwiększenie wskaźnika (inkrementacja)
  - do wskaźnika można dodać 1 lub zastosować operator ++
  - wskaźnik będzie pokazywał na kolejny element tablicy

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

printf("tab[0]:  %d\n",*tab);
tab++;
printf("tab[1]:  %d\n",*tab);
```

error C2105: '++' needs l-value



# Operacje na wskaźnikach (6/7)

- Odjęcie liczby całkowitej od wskaźnika
  - działa analogicznie jak dodanie liczby całkowitej do wskaźnika, ale wskaźnik musi być lewym operandem odejmowania
- Zmniejszenie wskaźnika (dekrementacja)
  - działa analogicznie jak inkrementacja

# Operacje na wskaźnikach (8)

- Odejmowanie wskaźników
  - różnicę między dwoma wskaźnikami oblicza się najczęściej dla wskaźników należących do tej samej tablicy
  - różnica ta określa jak daleko od siebie znajdują się elementy tablicy

```
int tab[5] = {0,1,2,3,4}, *ptr;

ptr = tab + 3;
printf("Roznica:  %d\n",ptr-tab);
```

```
Roznica:  3
```

  - różnica wskaźników należących do dwóch różnych tablic może spowodować błąd w programie



# Operacje na wskaźnikach (9)

- Porównanie wskaźników
  - porównanie może dotyczyć tylko wskaźników tego samego typu
  - w porównaniach stosowane są standardowe operatory: <, >, <=, >=, ==, !=

```
int tab[5] = {0,1,2,3,4}, *ptr;

ptr = tab + 2;
ptr--;
--ptr;
if (tab == ptr)
    printf("Ten sam wskaznik\n");
else
    printf("Inny wskaznik\n");
```

```
Ten sam wskaznik
```



# Dynamiczny przydział pamięci w języku C

- Kiedy stosuje się dynamiczny przydział pamięci?
  - gdy rozmiar tablicy będzie znany dopiero podczas wykonania programu a nie podczas jego kompilacji
  - gdy rozmiar tablicy jest bardzo duży (np. największy rozmiar tablicy elementów typu char w języku C wynosi ok. 1 000 000)
- Do dynamicznego przydziału pamięci stosowane są funkcje:
  - calloc()
  - malloc()
- Przydział pamięci następuje w obszarze sterty (stosu zmiennych dynamicznych)
- Przydzieloną pamięć należy zwolnić wywołując funkcję:
  - free()



# Dynamiczny przydział pamięci w języku C

CALLOC stdlib.h

```
void *calloc(size_t num, size_t size);
```

- Przydziela blok pamięci o rozmiarze num*size (mogący pomieścić tablicę num-elementów, każdy rozmiaru size)
- Zwraca wskaźnik do przydzielonego bloku pamięci
- Jeśli pamięci nie można przydzielić, to zwraca wartość NULL
- Przydzielona pamięć jest inicjowana zerami (bitowo)
- Zwracaną wartość wskaźnika należy rzutować na właściwy typ

```
int *tab;
tab = (int *) calloc(10,sizeof(int));
```

# Dynamiczny przydział pamięci w języku C

MALLOC stdlib.h

```
void *malloc(size_t size);
```

- Przydziela blok pamięci o rozmiarze określonym parametrem size
- Zwraca wskaźnik do przydzielonego bloku pamięci
- Jeśli pamięci nie można przydzielić, to zwraca wartość NULL
- Przydzielona pamięć nie jest inicjowana
- Zwracaną wartość wskaźnika należy rzutować na właściwy typ

```
int *tab;
tab = (int *) malloc(10*sizeof(int));
```



# Dynamiczny przydział pamięci w języku C

FREE stdlib.h

```
void *free(void *ptr);
```

- Zwalnia blok pamięci wskazywany parametrem ptr
- Wartość ptr musi być wynikiem wywołania funkcji calloc() lub malloc()

```
int *tab;
tab = (int *) calloc(10,sizeof(int));
/* ... */
free(tab);
```



# Dynamiczny przydział pamięci na wektor

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

int main(void)
{
   int   *tab, i, n, x;
   float suma = 0.0;

   printf("Podaj ilosc liczb: ");
   scanf("%d",&n);

   tab = (int *) calloc(n,sizeof(int));
   if (tab == NULL)
   {
      printf("Nie mozna przydzielic pamieci.\n");
      exit(-1);
   }
```



# Dynamiczny przydział pamięci na wektor

```
   for (i=0; i<n; i++)   /* wczytanie liczb */
   {
      printf("Podaj liczbe nr %d: ",i+1);
      scanf("%d",&x);
      tab[i] = x;
   }

   for (i=0; i<n; i++)
      suma = suma + tab[i];

   printf("Srednia %d liczb wynosi %f\n",n,suma/n);

   free(tab);

   return 0;
}
```

# Dynamiczny przydział pamięci na wektor

```
    for (i=0; i<n; i++)
    {
       printf("Podaj lic
       scanf("%d",&x);
       tab[i] = x;
    }

    for (i=0; i<n; i++)
       suma = suma + tab[i];

    printf("Srednia %d liczb wynosi %f\n",n,suma/n);

    free(tab);

    return 0;
}
```

```
Podaj ilosc liczb: 5
Podaj liczbe nr 1: 1
Podaj liczbe nr 2: 2
Podaj liczbe nr 3: 3
Podaj liczbe nr 4: 4
Podaj liczbe nr 5: 5
Srednia 5 liczb wynosi 3.000000
```



# Dynamiczny przydział pamięci na wektor

- Wczytanie liczb bezpośrednio do wektora tab

```
for (i=0; i<n; i++)   /* wczytanie liczb */
{
   printf("Podaj liczbe nr %d: ",i+1);
   scanf("%d",&tab[i]);
}
```

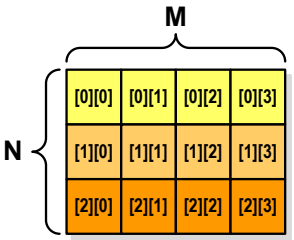
- Inny sposób odwołania do elementów wektora tab

```
for (i=0; i<n; i++)   /* wczytanie liczb */
{
   printf("Podaj liczbe nr %d: ",i+1);
   scanf("%d",(tab+i));
}
```



# Dynamiczny przydział pamięci na macierz

- Funkcje calloc() i malloc() umożliwiają bezpośrednio przydział pamięci tylko na wektor elementów
- Dynamiczny przydział pamięci na macierz wymaga zastosowania specjalnych metod
- Przydzielamy pamięć na macierz zawierającą N-wierszy i M-kolumn

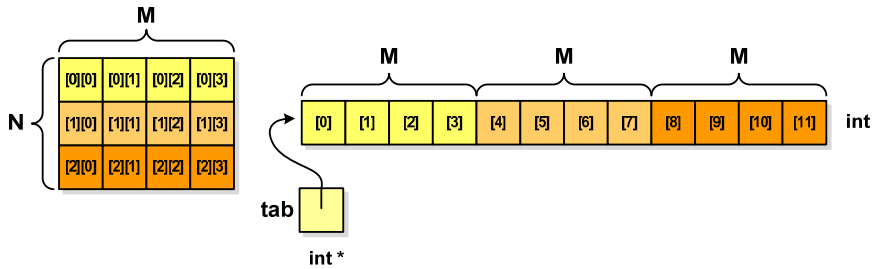





# Dynamiczny przydział pamięci na macierz (1)

- Wektor N×M-elementowy
- Przydział pamięci:

```
int *tab = (int *) calloc(N*M,sizeof(int));
```



# Dynamiczny przydział pamięci na macierz (1)

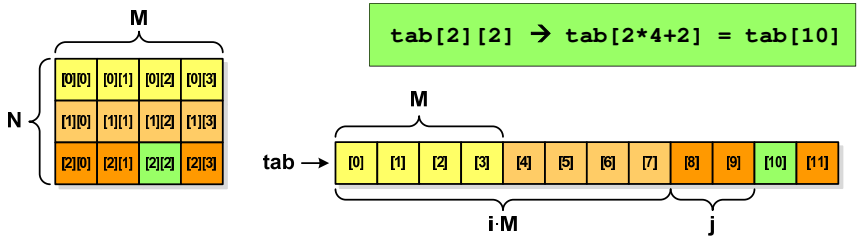
- Odwołanie do elementów macierzy:

```
tab[i*M+j]
```

lub

```
*(tab+i*M+j)
```

```
tab[2][2] → tab[2*4+2] = tab[10]
```




- Zwolnienie pamięci:

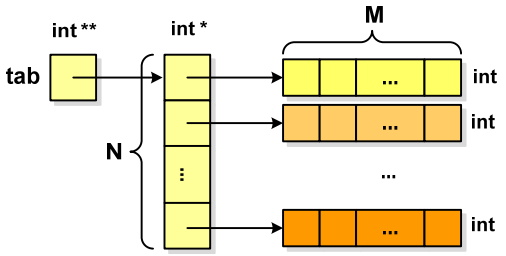
```
free(tab);
```



# Dynamiczny przydział pamięci na macierz (2)

- N-elementowy wektor wskaźników + N-wektorów M-elementowych
- Przydział pamięci:

```
int **tab = (int **) calloc(N,sizeof(int *));
for (i=0; i<N; i++)
    tab[i] = (int *) calloc(M,sizeof(int));
```





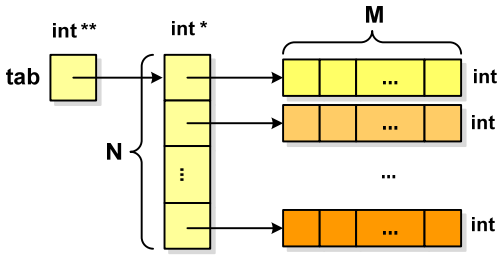

# Dynamiczny przydział pamięci na macierz (2)

- Odwołania do elementów macierzy:

```
tab[i][j]
```

- Zwolnienie pamięci:

```
for (i=0; i<N; i++)
    free(tab[i]);
free(tab);
```

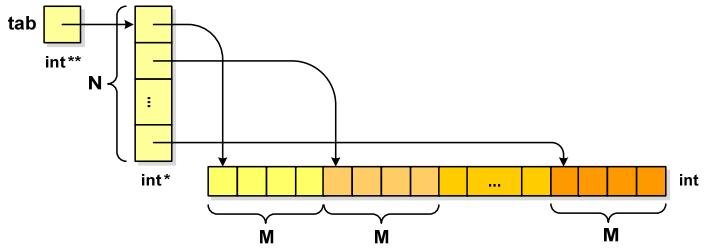





# Dynamiczny przydział pamięci na macierz (3)

- N-elementowy wektor wskaźników + wektor N×M-elementowy
- Przydział pamięci:

```
int **tab = (int **) malloc(N*sizeof(int *));
tab[0] = (int *) malloc(N*M*sizeof(int));
for (i=1; i<N; i++)
   tab[i] = tab[0]+i*M;
```



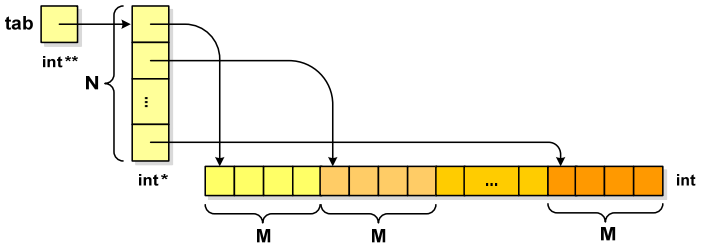
# Dynamiczny przydział pamięci na macierz (3)

- Odwołania do elementów macierzy:

```
tab[i][j]
```

- Zwolnienie pamięci:

```
free(tab[0]);
free(tab);
```






# Koniec wykładu nr 2

Dziękuję za uwagę!