Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój | Rzeczpospolita Polska | Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Wydział Elektryczny
Katedra Elektrotechniki, Energoelektroniki i Elektroenergetyki

Materiały do wykładu z przedmiotu:
Informatyka
Kod: EDS1B1007

WYKŁAD NR 4

Opracował: dr inż. Jarosław Forenc

Białystok 2020

Materiały zostały opracowane w ramach projektu „PB2020 - Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Białostockiej" realizowanego w ramach Działania 3.5 Programu Operacyjnego Wiedza, Edukacja, Rozwój 2014-2020 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Plan wykładu nr 4

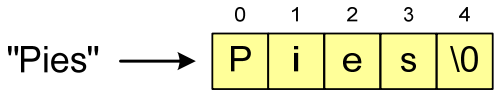
- Łańcuchy znaków w języku C
- Struktury, pola bitowe, unie
- Wskaźniki
- Dynamiczny przydział pamięci

Język C - łańcuchy znaków

- Łańcuch znaków (ciąg znaków, napis, literał łańcuchowy, stała łańcuchowa, C-string) - ciąg złożony z zera lub większej liczby znaków zawartych między znakami cudzysłowu

```
"Pies"
```

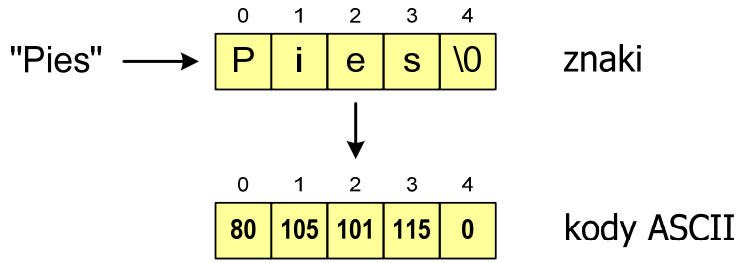
- Implementacja - tablica, której elementami są pojedyncze znaki (typ char)



- Ostatni znak (\0, liczba zero, znak zerowy) oznacza koniec napisu

Język C - łańcuchy znaków

- W rzeczywistości w tablicy zamiast znaków przechowywane są odpowiadające im kody ASCII (czyli liczby)



Język C - deklaracja łańcucha znaków

- Deklaracja zmiennej przechowującej łańcuch znaków

```
char nazwa_zmiennej[rozmiar];
```

Przykład:

```
chat txt[10];
```

- Tablica txt może przechowywać napisy o maksymalnej długości do 9 znaków

Język C - inicjalizacja łańcucha znaków

- Inicjalizacja łańcucha znaków

```
char txt1[10] = "Pies";
char txt2[10] = {'P','i','e','s'};
char txt3[10] = {80,105,101,115};
```

- Pozostałe elementy tablicy otrzymują wartość zero

P	i	e	s	\0	\0	\0	\0	\0	\0

```
char txt4[]   = "Pies";
char *txt5    = "Pies";
```


Język C - inicjalizacja łańcucha znaków

- Inicjalizacja możliwa jest tylko przy deklaracji

```
char txt[10];
txt = "Pies";    /* BŁĄD!!! */
```

- Przypisanie zmiennej txt wartości "Pies" wymaga zastosowania funkcji strcpy() z pliku nagłówkowego string.h

```
char txt[10];
strcpy(txt,"Pies");
```


Język C - stała znakowa

- Stałą znakową tworzy jeden znak ujęty w apostrofy

```
char zn = 'x';
```

- W rzeczywistości stała znakowa jest to liczba całkowita, której wartość odpowiada wartości kodu ASCII reprezentowanego znaku
- Zamiast powyższego kodu można napisać:

```
char zn = 120;
```

- Uwaga:
  - `'x'` - stała znakowa (jeden znak)
  - `"x"` - łańcuch znaków (dwa znaki: x oraz \0)

Język C - stała znakowa

- Niektóre znaki mogą być reprezentowane w stałych znakowych przez sekwencje specjalne, które wyglądają jak dwa znaki, ale reprezentują tylko jeden znak

`'\n'`	- nowy wiersz	`'\\'`	- \ (ang. backslash)
`'\t'`	- tabulator poziomy	`'\''`	- apostrof
`'\v'`	- tabulator pionowy	`'\"'`	- cudzysłów
`'\a'`	- alarm	`'\?'`	- znak zapytania

Język C - wyświetlenie tekstu

- Wyświetlenie tekstu funkcją printf() wymaga specyfikatora %s

```
char napis[15] = "Jan Kowalski";
printf("Osoba: [%s]\n", napis);
```

```
Osoba: [Jan Kowalski]
```

- W specyfikatorze %s: szerokość określa szerokość pola, zaś precyzja - liczbę pierwszych znaków z łańcucha

```
char napis[15] = "Jan Kowalski";
printf("[%10.6s]\n", napis);
```

```
[    Jan Ko]
```


Język C - wyświetlenie tekstu

- Do wyświetlenia tekstu można zastosować funkcję puts()

`puts()`	`int puts(const char *s);`

- Funkcja puts() wypisuje na stdout (ekran) zawartość łańcucha znakowego (ciąg znaków zakończony znakiem '\0'), zastępując znak '\0' znakiem '\n'

```
char napis[15] = "Jan Kowalski";
puts(napis);
```

```
Jan Kowalski
```


Język C - wyświetlenie tekstu

- Wyświetlenie znaku funkcją printf() wymaga specyfikatora %c

```
char zn = 'x';
printf("Znak to: [%c]\n", zn);
```

```
Znak to: [x]
```

Język C - wyświetlenie tekstu

- Łańcuch znaków jest zwykłą tablicą - można więc odwoływać się do jej pojedynczych elementów

```
char txt[15] = "Ola ma laptopa";

printf("Znaki: ");
for (int i=0; i<15; i++) printf("%c ",txt[i]);
printf("\n");

printf("Kody:  ");
for (int i=0; i<15; i++) printf("%d ",txt[i]);
printf("\n");
```

```
Znaki: O l a   m a   l a p t o p a
Kody:  79 108 97 32 109 97 32 108 97 112 116 111 112 97 0
```


Język C - wczytanie tekstu

- Do wczytania tekstu funkcją scanf() stosowany jest specyfikator %s

```
char napis[15];
scanf("%s", napis);
```

brak znaku &

- W specyfikatorze formatu %s można podać szerokość

```
char napis[15];
scanf("%10s", napis);
```

- W powyższym przykładzie scanf() zakończy wczytywanie tekstu po pierwszym białym znaku (spacja, tabulacja, enter) lub w momencie pobrania 10 znaków

Język C - wczytanie tekstu

- W przypadku wprowadzenia tekstu "To jest napis", funkcja scanf() zapamięta tylko wyraz "To"
- Zapamiętanie całego wiersza tekstu (do naciśnięcia klawisza Enter) wymaga użycia funkcji gets()

gets()	char *gets(char *s);

- Funkcja gets() wprowadza wiersz (ciąg znaków zakończony '\n') ze strumienia stdin (klawiatura) i umieszcza w obszarze pamięci wskazywanym przez wskaźnik s zastępując '\n' znakiem '\0'

```
char napis[15];
gets(napis);
```


Język C - plik nagłówkowy string.h

strcpy()	char *strcpy(char *s1, const char *s2);

- Kopiuje łańcuch s2 do łańcucha s1

strlen()	size_t strlen(const char *s);

- Zwraca długość łańcucha znaków, nie uwzględnia znaku '\0'

strcmp()	int strcmp(const char *s1, const char *s2);

- Porównuje łańcuchy s1 i s2 z rozróżnianiem wielkości liter

Język C - plik nagłówkowy string.h

strlwr()	char *strlwr(char *s);

- Zamienia w łańcuchu s wielkie litery na małe

strupr()	char *strupr(char *s);

- Zamienia w łańcuchu s małe litery na wielkie

strrev()	char *strrev(char *s);

- Odwraca kolejność znaków w łańcuchu s

Język C - plik nagłówkowy string.h (przykład)

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

int main(void)
{
    char napis1[] = "Tekst w buforze", napis2[20];

    printf("napis1: %s \n",napis1);
    int dlugosc = strlen(napis1);
    printf("liczba znakow w napis1: %d \n",dlugosc);
    strcpy(napis2,napis1);
    printf("napis2: %s \n",napis2);
    strrev(napis2);
    printf("napis2 (odwr): %s \n",napis2);

    return 0;
}
```


Język C - plik nagłówkowy string.h (przykład)

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

int main(void)
{
    char napis1[] = "

    printf("napis1: %s \n",napis1);
    int dlugosc = strlen(napis1);
    printf("liczba znakow w napis1: %d \n",dlugosc);
    strcpy(napis2,napis1);
    printf("napis2: %s \n",napis2);
    strrev(napis2);
    printf("napis2 (odwr): %s \n",napis2);

    return 0;
}
```

```
napis1: Tekst w buforze
liczba znakow w napis1: 15
napis2: Tekst w buforze
napis2 (odwr): ezrofub w tskeT
```


Język C - macierz elementów typu char

- Szczególny przypadek tablicy dwuwymiarowej

```
char txt[3][15] = {"Programowanie",
                   "nie jest","trudne"};
```

- Tablica w pamięci komputera

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	P	r	o	g	r	a	m	o	w	a	n	i	e	\0	\0
1	n	i	e		j	e	s	t	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0
2	t	r	u	d	n	e	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0

Język C - macierz elementów typu char

- Używając dwóch indeksów (nr wiersza i nr kolumny) można odwoływać się do jej pojedynczych elementów (znaków)

```
char txt[3][15] = {"Programowanie",
                   "nie jest","trudne"};
for (int i=0; i<3; i++)
{
    for (int j=0; j<6; j++)
       printf("%c",txt[i][j]);
    printf("\n");
}
```

```
Progra
nie je
trudne
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	P	r	o	g	r	a	m	o	w	a	n	i	e	\0	\0
1	n	i	e		j	e	s	t	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0
2	t	r	u	d	n	e	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0

Język C - macierz elementów typu char

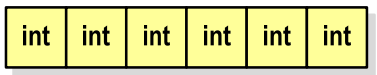
- Użycie jednego indeksu (numeru wiersza) powoduje potraktowanie całego wiersza jako łańcuch znaków (napisu)

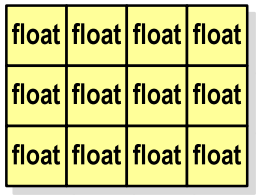
```
char txt[3][15] = {"Programowanie",
                   "nie jest","trudne"};
printf("%s ",txt[1]);
printf("%s ",txt[2]);
printf("%s ",txt[0]);
```

```
nie jest trudne Programowanie
```

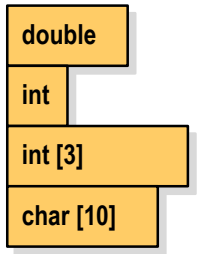

Struktury w języku C

- 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

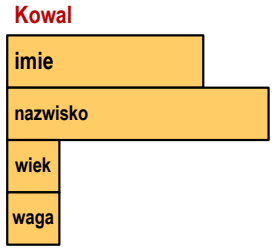
```
struct osoba
{
    char imie[15];
    char nazwisko[20];
    int wiek, waga;
};
```

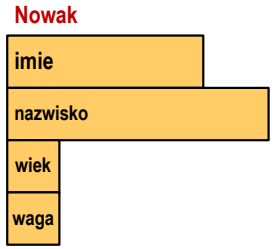
```
struct zesp
{
    float Re, Im;
};
```

- 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;
```

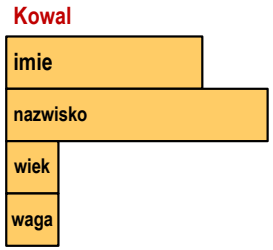


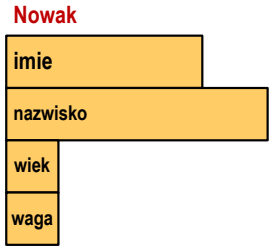


- Kowal, Nowak
  - zmienne strukturalne typu struct osoba

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);
```


Struktury - przykład

```
#include <stdio.h>

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

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


Struktury - przykład

```
    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
```


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

Struktury w języku C

```
#include <stdio.h>

struct date
{
   int day;
   int month;
   int year;
} day1;

int main(void)
{
   struct date day2 = {19,11,2018};
```

day1

day	?
month	?
year	?

day2

day	19
month	11
year	2018

Struktury w języku C

```
   day1.day = 1;
   day1.month = 9;
   day1.year = 2018;

   printf("Date1: %02d-%02d-%4d\n",
      day1.day,day1.month,day1.year);
   printf("Date2: %02d-%02d-%4d\n",
      day2.day,day2.month,day2.year);

   return 0;
}
```

```
Date1: 01-09-2018
Date2: 19-11-2018
```

day1

day	1
month	9
year	2018

day2

day	19
month	11
year	2018

Złożone deklaracje struktur

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

tab

	x	y
0		
1		
2		

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

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

Tr1

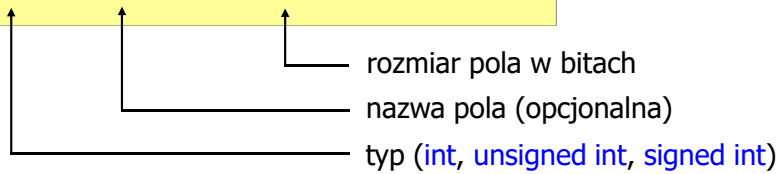
nr		
A	x	y
B	x	y
C	x	y

```
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;
```



- 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;
};
```

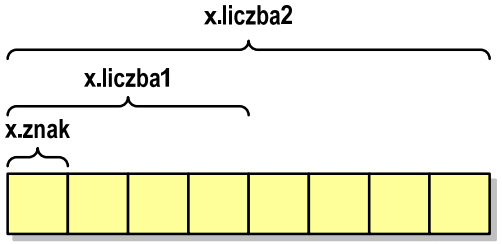
- Do przechowywania wartości w unii należy zadeklarować zmienną

```
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'};
```

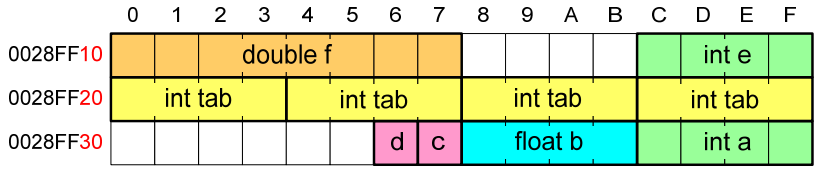
- Unie tego samego typu można sobie przypisywać

Co to jest wskaźnik?

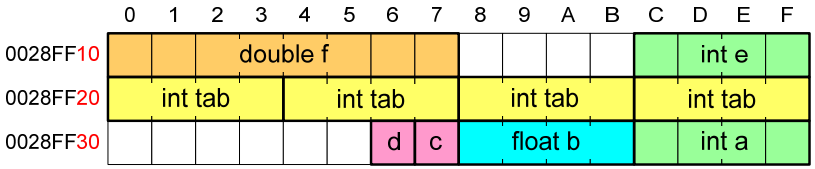
- Wskaźnik - zmienna mogącą zawierać adres obszaru pamięci - najczęściej adres innej zmiennej (obiektu)

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

- Zmienne przechowywane są w pamięci komputera



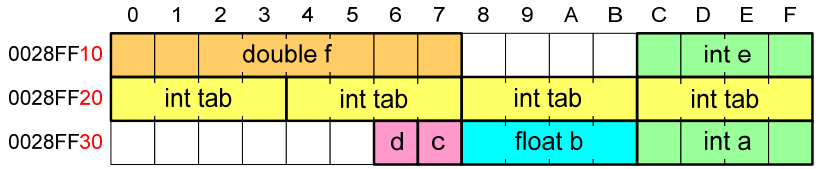
Co to jest wskaźnik?



- 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;
```

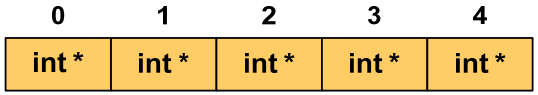
- Można konstruować wskaźniki do danych dowolnego typu łącznie z typami wskaźnik do wskaźnika do...

```
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:

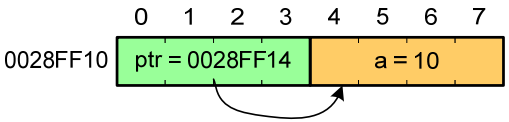
```
int *p1, *p2;
int* p3, p4;
```

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

Przypisywanie wartości wskaźnikom

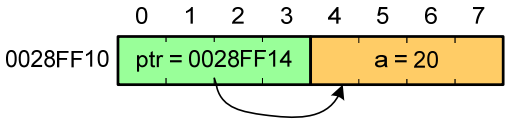
- Wskaźnikom można przypisywać adresy zmiennych
- Adresy takie tworzy się za pomocą operatora pobierania adresu &

```
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;
```

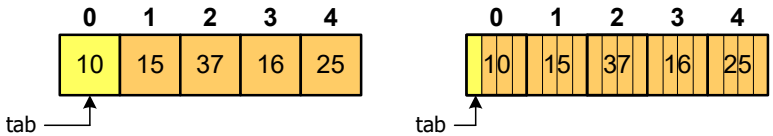
- Zamiast wartości 0 można stosować makrodefinicję preprocesora NULL, która podczas kompilacji programu zamieniana jest na 0

```
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};
```

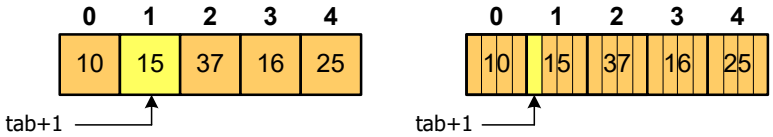


- Zastosowanie operatora * przed nazwą tablicy pozwala „dostać się" do zawartości elementu o indeksie 0

*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;

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;
   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",&tab[i]);
    }

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

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

    free(tab);

    return 0;
}
```

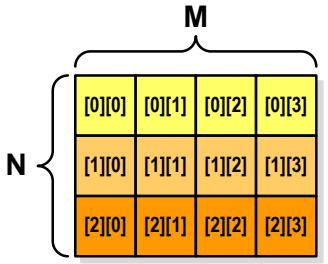

Dynamiczny przydział pamięci na wektor

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

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

    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 macierz

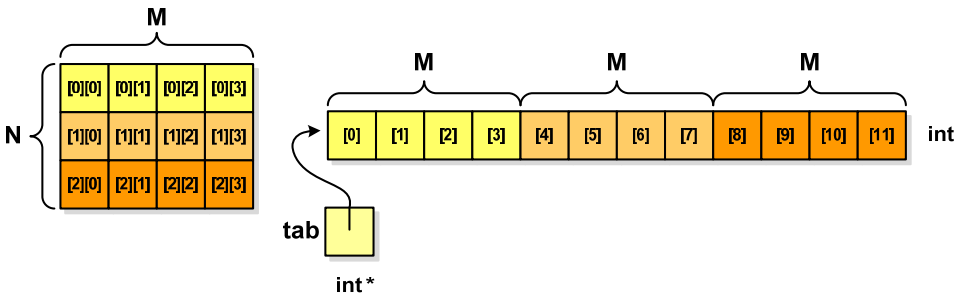
- Funkcje calloc() i malloc() umożliwiają bezpośrednio przydział pamięci tylko na wektor elementów
- Dynamiczny przydział pamięci na macierz wymaga zastosowania specjalnych metod
- Przydzielamy pamięć na macierz zawierającą N-wierszy i M-kolumn



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)

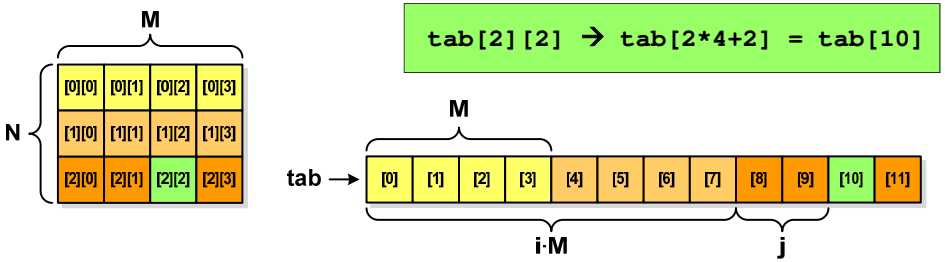
- Odwołanie do elementów macierzy:

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

lub

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

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



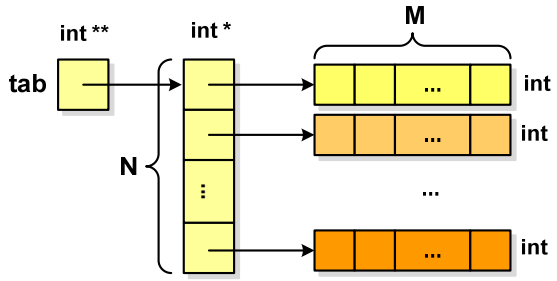
- Zwolnienie pamięci:

```
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));
```



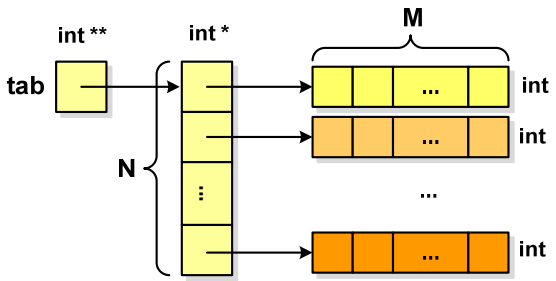
Dynamiczny przydział pamięci na macierz (2)

- Odwołania do elementów macierzy:

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

- Zwolnienie pamięci:

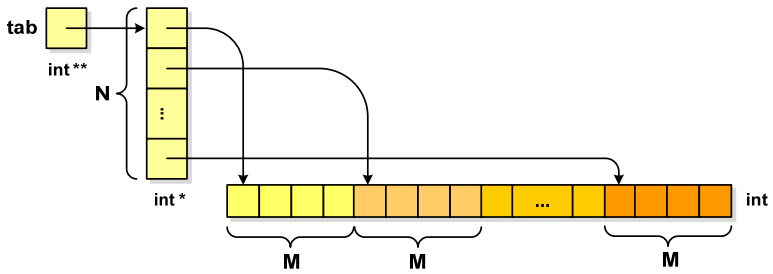
```
for (i=0; i<N; i++)
    free(tab[i]);
free(tab);
```



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;
```



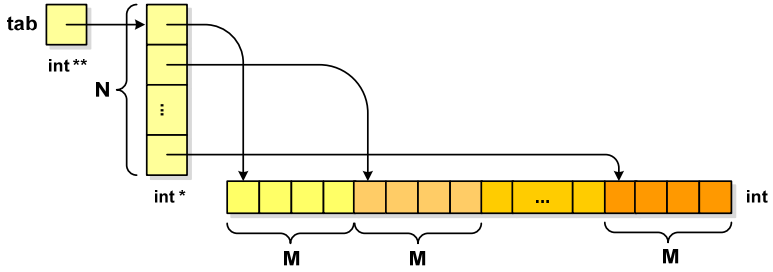
Dynamiczny przydział pamięci na macierz (3)

- Odwołania do elementów macierzy:

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

- Zwolnienie pamięci:

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



Koniec wykładu nr 4

Dziękuję za uwagę!