Informatyka 2

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr III, studia stacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2017/2018

Wykład nr 3 (23.10.2017)

dr inż. Jarosław Forenc

Plan wykładu nr 3

- Funkcje w języku C
  - ogólna struktura funkcji
  - argumenty i parametry funkcji, domyślne wartości parametrów
  - wskaźniki do funkcji
- Prototypy funkcji, typy funkcji
- Przekazywanie argumentów do funkcji
  - przez wartość i przez wskaźnik
  - przekazywanie wektorów, macierzy i struktur
- Pamięć a zmienne w programie
  - klasy pamięci zmiennych
  - struktura procesu w pamięci komputera, ramka stosu
- Programy wielomodułowe

Program w języku C

- Program w języku C składa się z funkcji i zmiennych
  - funkcje zawierają instrukcje wykonujące operacje
  - zmienne przechowują wartości

```
#include <stdio.h>     /* przekątna kwadratu */
#include <math.h>

int main(void)
{
    float a = 10.0f, d;

    d = a * sqrt(2.0f);
    printf("Bok = %g, przekatna = %g\n",a,d);

    return 0;
}
```

```
Bok = 10, przekatna = 14.1421
```


Program w języku C

- Program w języku C składa się z funkcji i zmiennych
  - funkcje zawierają instrukcje wykonujące operacje
  - zmienne przechowują wartości

```
#include <stdio.h>     /* przekątna kwadratu */
#include <math.h>

int main(void)
{
    float a = 10.0f, d;

    d = a * sqrt(2.0f);
    printf("Bok = %g, przekatna = %g\n",a,d);

    return 0;
}
```

definicja funkcji

Program w języku C

- Program w języku C składa się z funkcji i zmiennych
  - funkcje zawierają instrukcje wykonujące operacje
  - zmienne przechowują wartości

```
#include <stdio.h>     /* przekątna kwadratu */
#include <math.h>

int main(void)
{
    float a = 10.0f, d;

    d = a * sqrt(2.0f);
    printf("Bok = %g, przekatna = %g\n",a,d);

    return 0;
}
```

wywołania funkcji

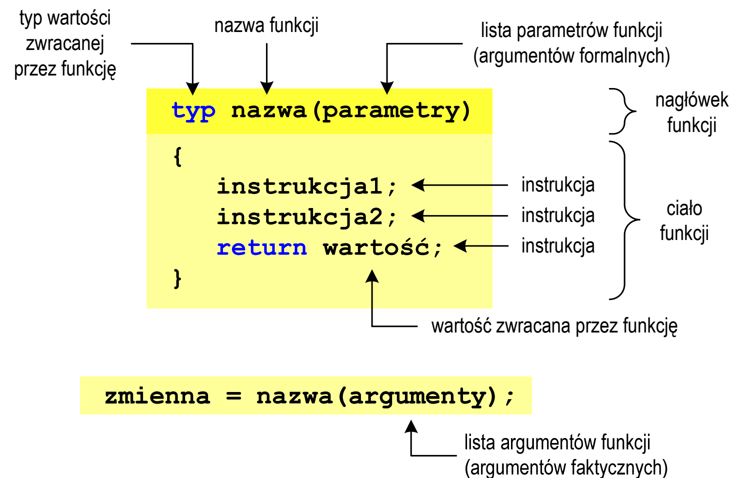
Funkcje w języku C

```
#include <stdio.h>     /* przekątna kwadratu */
#include <math.h>

float przekatna(float bok)
{
    float wynik;
    wynik = bok * sqrt(2.0f);
    return wynik;
}

int main(void)
{
    float a = 10.0f, d;
    d = przekatna(a);
    printf("Bok = %g, przekatna = %g\n",a,d);
    return 0;
}
```

definicja funkcji

definicja funkcji

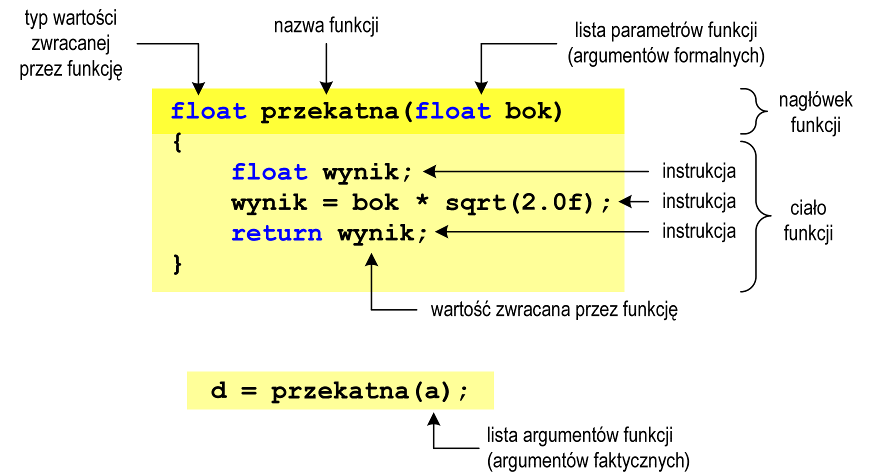
Ogólna struktura funkcji w języku C




```
zmienna = nazwa(argumenty);
```

lista argumentów funkcji (argumentów faktycznych)

Ogólna struktura funkcji w języku C




```
d = przekatna(a);
```

lista argumentów funkcji (argumentów faktycznych)

Argumenty funkcji

- Argumentami funkcji mogą być stałe liczbowe, zmienne, wyrażenia arytmetyczne, wywołania innych funkcji

```
d = przekatna(a);
d = przekatna(10);
d = przekatna(2*a+5);
d = przekatna(sqrt(a)+15);
```

- Wywołanie funkcji może być argumentem innej funkcji

```
printf("Bok = %g, przekatna = %g\n",
                              a, przekatna(a));
```


Parametry funkcji

- Parametry funkcji traktowane są tak samo jak zmienne zadeklarowane w tej funkcji i zainicjalizowane wartościami argumentów wywołania

```
float przekatna(float bok)
{
    float wynik;
    wynik = bok * sqrt(2.0f);
    return wynik;
}
```

- Funkcję przekatna() można zapisać w prostszej postaci:

```
float przekatna(float bok)
{
    return bok * sqrt(2.0f);
}
```


Parametry funkcji

- Jeśli funkcja ma kilka parametrów, to dla każdego z nich podaje się:
    - typ parametru
    - nazwę parametru
- Parametry oddzielane są od siebie przecinkami

```
/* przekątna prostokąta */

float przekatna(float a, float b)
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}
```


Parametry funkcji

- W różnych funkcjach zmienne mogą mieć takie same nazwy

```
#include <stdio.h>    /* przekątna prostokąta */
#include <math.h>

float przekatna(float a, float b)
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}

int main(void)
{
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;

    d = przekatna(a,b);
    printf("Przekatna prostokata = %g\n",d);

    return 0;
}
```

Domyślne wartości parametrów funkcji

- W definicji funkcji można jej parametrom nadać domyślne wartości

```
float przekatna(float a = 10, float b = 5.5f)
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}
```

- W takim przypadku funkcję można wywołać z dwoma, jednym lub bez żadnych argumentów

```
d = przekatna(a,b);
```

```
d = przekatna(a);
```

```
d = przekatna();
```

- Brakujące argumenty zostaną zastąpione wartościami domyślnymi

Domyślne wartości parametrów funkcji

- Nie wszystkie parametry muszą mieć podane domyślne wartości
- Wartości muszą być podawane od prawej strony listy parametrów

```
float przekatna(float a, float b = 5.5f)
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}
```

- Powyższa funkcja może być wywołana z jednym lub dwoma argumentami

```
d = przekatna(a,b);
```

```
d = przekatna(a);
```

- Domyślne wartości parametrów mogą być podane w deklaracji lub w definicji funkcji

Wartość zwracana przez funkcję

- Słowo kluczowe return może wystąpić w funkcji wiele razy

```
float ocena(int pkt)
{
    if (pkt>90)           return 5.0f;
    if (pkt>80 && pkt<91) return 4.5f;
    if (pkt>70 && pkt<81) return 4.0f;
    if (pkt>60 && pkt<71) return 3.5f;
    if (pkt>50 && pkt<61) return 3.0f;
    if (pkt<51)           return 2.0f;
}
```

91-100 pkt. → 5,0
81-90 pkt. → 4,5
71-80 pkt. → 4,0
61-70 pkt. → 3,5
51-60 pkt. → 3,0
0-50 pkt. → 2,0

Wskaźniki do funkcji

- Można deklarować wskaźniki do funkcji

```
typ (*nazwa)(parametry);
```

- Przykłady deklaracji funkcji i odpowiadającym im wskaźników

```
void foo();
int foo(double x);
void foo(char *x);
int *foo(int x,int y);
float *foo(void);
```

```
void (*fptr)();
int  (*fptr)(double);
void (*fptr)(char *);
int *(*fptr)(int,int);
float *(*fptr)(void);
```

Wywołanie funkcji przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

int suma(int x, int y)
{
    return x + y;
}

int main(void)
{
    int (*fptr)(int,int);     // deklaracja wskaźnika do funkcji
    int w;

    fptr = suma;              // przypisanie wskaźnikowi adresu funkcji
    w = fptr(5,10);           // wywołanie funkcji przez wskaźnik
    printf("w = %d\n",w);

    return 0;
}
```

```
w = 15
```


Prototyp funkcji

- Czy można zmienić kolejność definicji funkcji w kodzie programu?

```
#include <stdio.h>     /* przekątna prostokąta */
#include <math.h>

int main(void)                                   definicja funkcji
{
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;
    d = przekatna(a,b);
    printf("Przekatna prostokata = %g\n",d);
    return 0;
}

float przekatna(float a, float b)                definicja funkcji
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}
```


Prototyp funkcji

- Czy można zmienić kolejność definicji funkcji w kodzie programu?

```
#include <stdio.h>     /* przekątna prostokąta */
#include <math.h>

int main(void)                                   definicja funkcji
{
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;
    d = przekatna(a,b);
    printf("Przekatna prostokata = %g\n",d);
    return 0;
}

float przekatna(float a, float b)                definicja funkcji
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}
```

error C3861: 'przekatna': identifier not found

Prototyp funkcji

```
#include <stdio.h>     /* przekątna prostokąta */
#include <math.h>

float przekatna(float a, float b);               prototyp funkcji

int main(void)                                   definicja funkcji
{
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;
    d = przekatna(a,b);
    printf("Przekatna prostokata = %g\n",d);
    return 0;
}

float przekatna(float a, float b)                definicja funkcji
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}
```

Prototyp funkcji

- Prototyp funkcji jest to jej nagłówek zakończony średnikiem

```
float przekatna(float a, float b);
```

- Inne określenia prototypu funkcji:
  - deklaracja funkcji
  - zapowiedź funkcji
- Dzięki prototypowi kompilator sprawdza w wywołaniu funkcji:
  - nazwę funkcji
  - liczbę i typ argumentów
  - typ zwracanej wartości

```
d = przekatna(a,b);
```

- Nazwy parametrów nie mają znaczenia i mogą być pominięte:

```
float przekatna(float, float);
```


Prototyp funkcji

- W przypadku umieszczenia prototypu funkcji i pominięcia jej definicji błąd wystąpi nie na etapie kompilacji, ale łączenia (linkowania)

```
#include <stdio.h>    /* przekątna prostokąta */
#include <math.h>

float przekatna(float a, float b);

int main(void)
{
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;
    d = przekatna(a,b);
    printf("Przekatna prostokata = %g\n",d);
    return 0;
}
```

prototyp funkcji

definicja funkcji

Prototyp funkcji

- W przypadku umieszczenia prototypu funkcji i pominięcia jej definicji błąd wystąpi nie na etapie kompilacji, ale łączenia (linkowania)

```
1>Compiling...
1>test.cpp
1>Compiling manifest to resources...
1>Microsoft (R) Windows (R) Resource Compiler Version 6.0.5724.0
1>Copyright (C) Microsoft Corporation.  All rights reserved.
1>Linking...
1>test.obj : error LNK2019: unresolved external symbol "float __cdecl
przekatna(float,float)" (?przekatna@@YAMMM@Z) referenced in function _main
1>D:\test\Debug\test.exe : fatal error LNK1120: 1 unresolved externals
```


Typy funkcji (1)

- Dotychczas prezentowane funkcje miały argumenty i zwracały wartości
- Struktura i wywołanie takiej funkcji ma następującą postać

```
typ nazwa(parametry)
{
    instrukcje;
    return wartość;
}
```

```
typ zm;
zm = nazwa(argumenty);
```

- Można zdefiniować także funkcje, które nie mają argumentów i/lub nie zwracają żadnej wartości

Typy funkcji (2)

- Funkcja bez argumentów i nie zwracająca wartości:
  - w nagłówku funkcji, typ zwracanej wartości to void
  - zamiast parametrów, podaje się słowo void lub nie wpisuje się nic
  - jeśli występuje return, to nie może po nim znajdować się żadna wartość
  - jeśli return nie występuje, to funkcja kończy się po wykonaniu wszystkich instrukcji
- Struktura funkcji:

```
void nazwa(void)
{
   instrukcje;
   return;
}
```

```
void nazwa()
{
   instrukcje;
   return;
}
```


Typy funkcji (2)

- Funkcja bez argumentów i nie zwracająca wartości:
  - w nagłówku funkcji, typ zwracanej wartości to void
  - zamiast parametrów, podaje się słowo void lub nie wpisuje się nic
  - jeśli występuje return, to nie może po nim znajdować się żadna wartość
  - jeśli return nie występuje, to funkcja kończy się po wykonaniu wszystkich instrukcji
- Struktura funkcji:

```
void nazwa(void)
{
   instrukcje;
}
```

```
void nazwa()
{
   instrukcje;
}
```

- Wywołanie funkcji:

```
nazwa();
```


Typy funkcji (2) - przykład

```
#include <stdio.h>

void drukuj_linie(void)
{
    printf("---------------------------\n");
}

int main(void)
{
    drukuj_linie();
    printf("Funkcje nie sa trudne!\n");
    drukuj_linie();

    return 0;
}
```

```
---------------------------
Funkcje nie sa trudne!
---------------------------
```


Typy funkcji (3)

- Funkcja z argumentami i nie zwracająca wartości:
  - w nagłówku funkcji, typ zwracanej wartości to void
  - jeśli występuje return, to nie może po nim znajdować się żadna wartość
  - jeśli return nie występuje, to funkcja kończy się po wykonaniu wszystkich instrukcji
- Struktura funkcji:

```
void nazwa(parametry)
{
   instrukcje;
   return;
}
```

```
void nazwa(parametry)
{
   instrukcje;
}
```

- Wywołanie funkcji:

```
nazwa(argumenty);
```

Typy funkcji (3) - przykład

```
#include <stdio.h>

void drukuj_dane(char *imie, char *nazwisko, int wiek)
{
    printf("Imie:           %s\n",imie);
    printf("Nazwisko:       %s\n",nazwisko);
    printf("Wiek:           %d\n",wiek);
    printf("Rok urodzenia:  %d\n\n",2017-wiek);
}

int main(void)
{
    drukuj_dane("Jan","Kowalski",23);
    drukuj_dane("Barbara","Nowak",28);

    return 0;
}
```


Typy funkcji (3) - przykład


```
#include <stdio.h>

void drukuj_dane(char *imie,
{
    printf("Imie:
    printf("Nazwisko:
    printf("Wiek:
    printf("Rok urodzenia:
}

int main(void)
{
    drukuj_dane("Jan","Kowalski",23);
    drukuj_dane("Barbara","Nowak",28);

    return 0;
}
```


```
Imie:           Jan
Nazwisko:       Kowalski
Wiek:           23
Rok urodzenia:  1994

Imie:           Barbara
Nazwisko:       Nowak
Wiek:           28
Rok urodzenia:  1989
```


Typy funkcji (4)

- Funkcja bez argumentów i zwracająca wartość:
  - zamiast parametrów, podaje się słowo void lub nie wpisuje się nic
  - typ zwracanej wartości musi być zgodny z typem w nagłówku funkcji
- Struktura funkcji:

```
typ nazwa(void)
{
   instrukcje;
   return wartość;
}
```

```
typ nazwa()
{
   instrukcje;
   return wartość;
}
```

- Wywołanie funkcji:

```
typ zm;
zm = nazwa();
```


Typy funkcji (4) - przykład

```
#include <stdio.h>

int liczba_sekund_rok(void)
{
    return (365 * 24 * 60 * 60);
}

int main(void)
{
    int wynik;

    wynik = liczba_sekund_rok();
    printf("W roku jest: %d sekund\n",wynik);

    return 0;
}
```

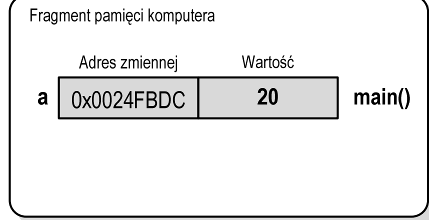
```
W roku jest: 31536000 sekund
```

Przekazywanie argumentów do funkcji

- Przekazywanie argumentów przez wartość:
  - po wywołaniu funkcji tworzone są lokalne kopie zmiennych skojarzonych z jej argumentami
  - w funkcji widoczne są one pod postacią parametrów funkcji
  - parametry te mogą być traktowane jak lokalne zmienne, którym przypisano początkową wartość
- Przekazywanie argumentów przez wskaźnik:
  - do funkcji przekazywane są adresy zmiennych będących jej argumentami
  - wszystkie operacje wykonywane w funkcji na takich argumentach będą odnosiły się do zmiennych z funkcji wywołującej

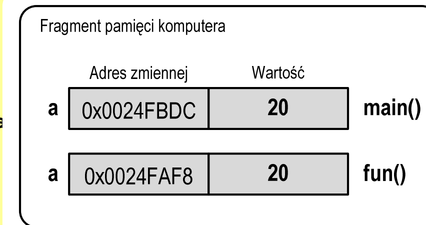
Przekazywanie argumentów przez wartość

```
#include <stdio.h>

void fun(int a)
{
    a = 10;
    printf("fun: a = %d\n",a
}

int main(void)
{
  int a = 20;

  fun(a);
  printf("main: a = %d\n",a);

  return 0;
}
```



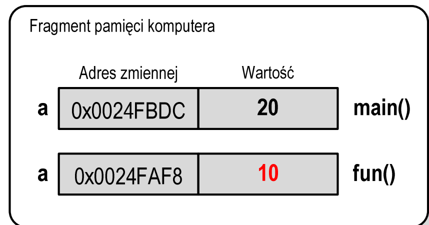
Przekazywanie argumentów przez wartość

```
#include <stdio.h>

void fun(int a)
{
    a = 10;
    printf("fun: a = %d\n",a
}

int main(void)
{
  int a = 20;

  fun(a);
  printf("main: a = %d\n",a);

  return 0;
}
```



Przekazywanie argumentów przez wartość

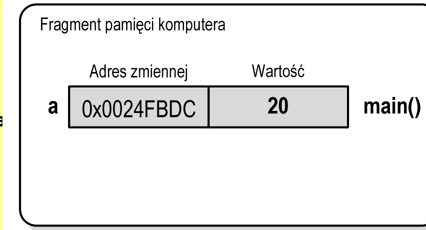
```
#include <stdio.h>

void fun(int a)
{
    a = 10;
    printf("fun: a = %d\n",a
}

int main(void)
{
  int a = 20;

  fun(a);
  printf("main: a = %d\n",a);

  return 0;
}
```




```
fun: a = 10
```

Przekazywanie argumentów przez wartość

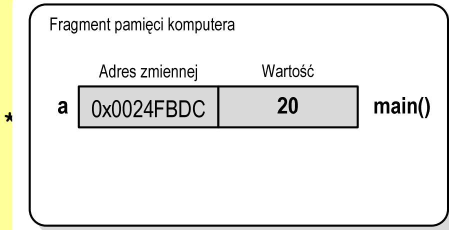
```
#include <stdio.h>

void fun(int a)
{
   a = 10;
   printf("fun: a = %d\n",a
}

int main(void)
{
  int a = 20;

  fun(a);
  printf("main: a = %d\n",a);

  return 0;
}
```



fun: a = 10
main: a = 20

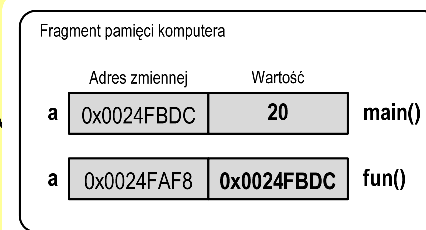
Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

void fun(int *a)
{
   *a = 10;
   printf("fun: a = %d\n",*
}

int main(void)
{
  int a = 20;

  fun(&a);
  printf("main: a = %d\n",a);

  return 0;
}
```



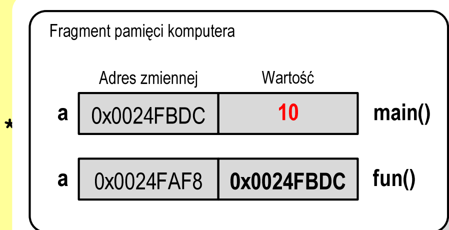
Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

void fun(int *a)
{
   *a = 10;
   printf("fun: a = %d\n",*
}

int main(void)
{
  int a = 20;

  fun(&a);
  printf("main: a = %d\n",a);

  return 0;
}
```



Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

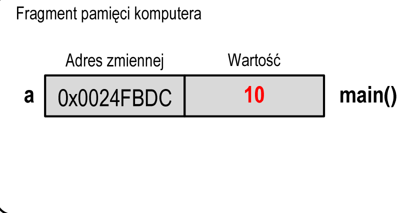
```
#include <stdio.h>

void fun(int *a)
{
   *a = 10;
   printf("fun: a = %d\n",*
}

int main(void)
{
  int a = 20;

  fun(&a);
  printf("main: a = %d\n",a);

  return 0;
}
```



fun: a = 10

Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

void fun(int *a)
{
   *a = 10;
   printf("fun: a = %d\n",*
}

int main(void)
{
  int a = 20;

  fun(&a);
  printf("main: a = %d\n",a);

  return 0;
}
```




```
fun:  a = 10
main: a = 10
```


Parametry funkcji - wektory

- Wektory przekazywane są do funkcji przez wskaźnik
- Nie jest tworzona kopia tablicy, a wszystkie operacje na jej elementach odnoszą się do tablicy z funkcji wywołującej
- W nagłówku funkcji podaje się typ elementów tablicy, jej nazwę oraz nawiasy kwadratowe z liczbą elementów tablicy lub same nawiasy kwadratowe

```
void fun(int tab[5])
{
   ...
}
```

```
void fun(int tab[])
{
   ...
}
```

- W wywołaniu funkcji podaje się tylko jej nazwę (bez nawiasów kwadratowych)

```
fun(tab);
```


Parametry funkcji - wektory (przykład)

```
#include <stdio.h>

void drukuj(int tab[])
{
   for (int i=0; i<5; i++)
      printf("%3d",tab[i]);
   printf("\n");
}

void zeruj(int tab[5])
{
   for (int i=0; i<5; i++)
      tab[i] = 0;
}
```

```
float srednia(int tab[])
{
   float sr = 0;
   int suma = 0;

   for (int i=0; i<5; i++)
      suma = suma + tab[i];

   sr = (float)suma / 5;

   return sr;
}
```


Parametry funkcji - wektory (przykład)

```
int main(void)
{
    int tab[5] = {1,2,3,4,5};
    float sred;

    drukuj(tab);

    sred = srednia(tab);
    printf("Srednia elementow: %g\n", sred);
    printf("Srednia elementow: %g\n", srednia(tab));

    zeruj(tab);
    drukuj(tab);

    return 0;
}
```

```
  1  2  3  4  5
srednia elementow: 3
srednia elementow: 3
  0  0  0  0  0
```

Parametry funkcji - const

- Jeśli funkcja nie powinna zmieniać wartości przekazywanych do niej zmiennych, to w nagłówku, przed odpowiednim parametrem, dodaje się identyfikator const

```
void drukuj(const int tab[])
{
   for (int i=0; i<5; i++)
   {
      printf("%3d",tab[i]);
      tab[i] = 0;
   }
   printf("\n");
}
```

- Podczas kompilacji takiej funkcji wystąpi błąd

```
error C3892: 'tab' : you cannot assign to a variable that is const
```


Parametry funkcji - const

- Przykładowe prototypy funkcji z pliku nagłówkowego string.h

```
char* strcpy(char *dest, const char *source);
```

```
size_t strlen(const char *str);
```

```
char* strupr(char *str);
```


Parametry funkcji - macierze

- Macierze przekazywane są do funkcji przez wskaźnik
- W nagłówku funkcji podaje się typ elementów tablicy, jej nazwę oraz w nawiasach kwadratowych liczbę wierszy i kolumn lub tylko liczbę kolumn

```
void fun(int tab[2][3])
{
   ...
}
```

```
void fun(int tab[][3])
{
   ...
}
```

- W wywołaniu funkcji podaje się tylko jej nazwę (bez nawiasów kwadratowych)

```
fun(tab);
```


Parametry funkcji - macierze (przykład)

```
#include <stdio.h>

void zero(int tab[][3])
{
   for (int i=0; i<2; i++)
      for (int j=0; j<3; j++)
         tab[i][j] = 0;
}

void drukuj(int tab[2][3])
{
   for (int i=0; i<2; i++)
   {
      for (int j=0; j<3; j++)
         printf("%3d",tab[i][j]);
      printf("\n");
   }
}
```

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

   drukuj(tab);
   zero(tab);
   printf("\n");
   drukuj(tab);

   return 0;
}
```

Parametry funkcji - macierze (przykład)

```
#include <stdio.h>

void zero(int tab[][3])
{
   for (int i=0; i<2; i++)
      for (int j=0; j<3; j++)
         tab[i][j] = 0;
}

void drukuj(int tab[2][3])
{
   for (int i=0; i<2; i++)
   {
      for (int j=0; j<3; j++)
         printf("%3d",tab[i][j]);
      printf("\n");
   }
}
```

```
int main
{
   int t
       {

   druku
   zero(
   printf("\n");
   drukuj(tab);

   return 0;
}
```

```
1  2  3
4  5  6

0  0  0
0  0  0
```


Parametry funkcji - struktury

- Struktury przekazywane są do funkcji przez wartość (nawet jeśli daną składową jest tablica)

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

struct pkt
{
    float x, y;
};

float odl(struct pkt pkt1, struct pkt pkt2)
{
     return sqrt(pow(pkt2.x-pkt1.x,2)+
            pow(pkt2.y-pkt1.y,2));
}
```


Parametry funkcji - struktury (przykład)

```
int main(void)
{
    struct pkt p1 = {2,3};
    struct pkt p2 = {-2,1};
    float wynik;

    wynik = odl(p1,p2);

    printf("Punkt nr 1:  (%g,%g)\n",p1.x,p1.y);
    printf("Punkt nr 2:  (%g,%g)\n",p2.x,p2.y);
    printf("Odleglosc = %g\n",wynik);

    return 0;
}
```

```
Punkt nr 1:  (2,3)
Punkt nr 2:  (-2,1)
Odleglosc = 4.47214
```


Pamięć a zmienne w programie

- Ze względu na czas życia wyróżnia się w programie:
  - obiekty statyczne - istnieją od chwili rozpoczęcia działania programu aż do jego zakończenia
  - obiekty dynamiczne - tworzone i usuwane z pamięci w trakcie wykonania programu
    - automatycznie (bez udziału programisty)
    - kontrolowane przez programistę
- O typie obiektu (statyczny lub dynamiczny) decyduje klasa pamięci obiektu (ang. storage class)
  - auto - zmienne automatyczne
  - register - zmienne umieszczane w rejestrach procesora
  - extern - zmienne zewnętrzne
  - static - zmienne statyczne

Zmienne automatyczne - auto

- Miejsce deklaracji: najczęściej początek bloku funkcyjnego ograniczonego nawiasami klamrowymi { i }
- Pamięć przydzielana automatycznie przy wejściu do bloku i zwalniana po wyjściu z niego
- Zakres widzialności: ograniczony do bloku, w którym zmienne zostały zadeklarowane (zmienne lokalne)
- Dostęp do zmiennych z innych bloków możliwy przez wskaźnik
- Jeśli zmienne są inicjalizowane, to odbywa się ona przy każdym wejściu do bloku, w którym zostały zadeklarowane
- Nie ma potrzeby jawnego używania auto, gdyż domyślnie zmienne wewnątrz bloków funkcyjnych są lokalne

```
auto int x;
```


Zmienne rejestrowe - register

- Zazwyczaj o miejscu umieszczenia zmiennej automatycznej decyduje kompilator:
  - pamięć operacyjna - wolniejszy dostęp
  - rejestry procesora - szybszy dostęp
- Programista może zasugerować kompilatorowi umieszczenie określonej zmiennej automatycznej w rejestrach procesora
- Najczęściej dotyczy to zmiennych:
  - często używanych
  - takich, dla których czas dostępu jest bardzo ważny

```
register int x;
```


Zmienne zewnętrzne - extern

- Miejsce deklaracji: poza blokami funkcyjnymi, najczęściej na początku pliku z kodem źródłowym
- Pamięć na zmienne jest przydzielana, gdy program rozpoczyna pracę i zwalniana, gdy program kończy się
- Zakres widzialności: globalny - od miejsca deklaracji do końca pliku z kodem źródłowym (zmienne globalne)
- Jeśli inna zmienna lokalna, ma taką samą nazwę jak globalna, to lokalna przesłania widoczność zmiennej globalnej
- W większości implementacji języka C zmienne extern są automatycznie inicjalizowane zerem
- Etykieta extern może być pominięta (chyba, że program składa się z kilku plików z kodem źródłowym)
- Zalecane jest ograniczenie stosowania zmiennych globalnych

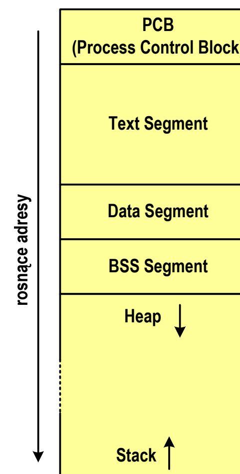
Zmienne statyczne - static

- Miejsce deklaracji: w bloku funkcyjnym jako automatyczne lub poza blokami funkcyjnymi, jako globalne
- Istnieją przez cały czas wykonywania programu, nawet po zakończeniu bloku funkcyjnego, w którym zostały zadeklarowane
- Zakres widzialności: zależny od sposobu deklaracji (automatyczne lub globalne)
- Zmienne static są automatycznie inicjalizowane zerem
- Mogą być inicjalizowane podczas deklaracji (tylko stałą wartością), inicjalizacja jest wykonywana tylko raz, podczas kompilacji programu

Klasy pamięci zmiennych

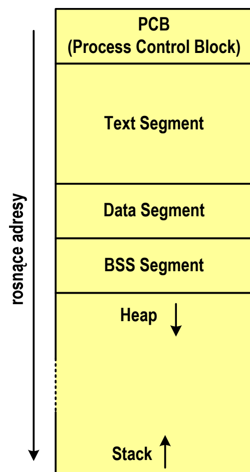
```
int a;                  /* extern int a; – zmienna globalna */
void fa();

int main(void)
{
   int b;               /* auto int b; – zmienna lokalna */
   register float a;    /* zmienna automatyczna, rejestrowa */
   fa(); fa(); fa();
   return 0;
}

void fa()
{
   static int c = 1;    /* zmienna statyczna */
   {
      double a;         /* zmienna lokalna */
   }
   c++;
}
```


Struktura procesu w pamięci komputera



- PCB - blok kontrolny procesu
  - obszar pamięci operacyjnej zarezerwowany przez system operacyjny do zarządzania procesem
- Text Segment
  - kod programu czyli instrukcje w postaci binarnej
- Data Segment
  - zmienne globalne i statyczne zainicjalizowane niezerowymi wartościami
- BSS Segment (Block Started by Symbol)
  - zmienne globalne i statyczne domyślnie zainicjalizowane zerowymi wartościami

Struktura procesu w pamięci komputera



- Heap - sterta
  - obszar zmiennych dynamicznych
  - pamięć w obszarze sterty przydzielana jest funkcjami calloc() i malloc()
- Stack - stos
  - zmienne lokalne (automatyczne)
  - parametry funkcji i adresy powrotu z funkcji (stack frame)

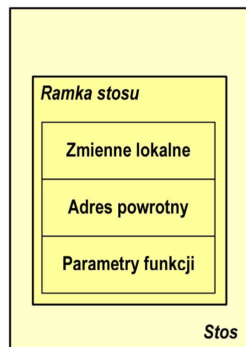
Zmienne w pamięci komputera

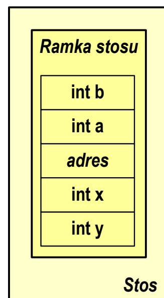
```
int a;                               /* BSS Segment */
void fa();

int main(void)
{
   int b;                            /* Stack */
   float *a;                         /* Stack */
   a = (float *) malloc(400);        /* Heap – 400 bajtów */
   return 0;
}

void fa()
{
   static int c = 1;                 /* Data Segment */
   {
      double a;                      /* Stack */
   }
   c++;
}
```

Ramka stosu (stack frame)

- Każde wywołanie funkcji powoduje odłożenie na stosie tzw. ramki stosu

```
void fun(int x, int y)
{
    int a, b;
}
```





Programy wielomodułowe

(Przykład w Visual C++ 2008)

Koniec wykładu nr 3

Dziękuję za uwagę!

(Następny wykład: 06.11.2017)