WYDZIAŁ FIZYKI
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Programowanie zaawansowane FM i NI

Wykład 2

Pętle, warunki, funkcje, rand

Krzysztof Piasecki

Semestr letni roku akad. 2023-24


krzysztof.piasecki@fuw.edu.pl

- **Pętle while i do..while**

[Link]

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int main ()
5  {
6    int i = 5;
7
8    while ( i <= 20 ) {
9      cout << "i = " << i << endl;
10     i += 1;
11   }
12   return 0;
13 }
```

Ta zmienna będzie pełnić rolę indeksu, po którym iterujemy kroki pętli. Przypisujemy wartość startową.

Sprawdza prawdziwość warunku **na początku** każdego kroku (*dokładniej: czy nie-fałsz*)

Pojedynczy krok pętli

[Link]

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int main () {
5    int i = 5;
6    do {
7      cout << i << endl;
8      i += 1;
9    } while ( i <= 10 ) ;
10
11   return 0;
12 }
```

Otwarcie pętli `do...while`

Pojedynczy krok pętli

Sprawdza prawdziwość warunku **na końcu** każdego kroku (*dokładniej: czy nie-fałsz*)

- **Pętla for:** w nagłówku ma zawsze 3 pola, oddzielone średnikami.

[Link]

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int main ()
5  {
6    for ( int i = 1 ; i <= 4 ; i++ )  {
7      cout << i << endl;
8    }
9    return 0;
10 }
```

Pole inicjalizacji

Można tu ustawić zmienną. Można też zadeklarować, ale nie jest to konieczne.

Wykona się zawsze 1×, na początku pętli.

Pole iteracji

Zwykle zmieniamy tu wartość indeksu.

Wykona się, gdy kod dotrze do **końca** kroku.

Pole warunku

Sprawdza prawdziwość warunku (*czy nie-fałsz*) **na początku** każdego kroku

- W polu iteracji użyliśmy `i++` . To **inkrementacja** (zwiększenie wartości zmiennej o 1).
  Można też tak: `i--` . To **dekrementacja** (zmniejszenie wartości zmiennej o 1).

- Można też zmienić wartość zmiennej o dowolną wartość:

```
i += 5 ;    i -= j ;    i *= 5 - k  ;    i /= sqrt(4.)  ;    i %= m ;
```

- Polecenia sterujące **break** i **continue**.

[Link]

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int main ()
5  {
6    int i = 0;
7    while ( true )
8    {
9      i++ ;
10     if ( i % 2 == 0 ) {
11       continue ;
12     }
13     if ( i == 9 )
14       break ;
15
16     cout << i << endl;
17   }
18   return 0;
19 }
```

`continue;`

przerywa bieżący krok pętli
(ale nie całą pętlę).
O ile warunek logiczny jest spełniony,
to pętla kontynuuje bieg.

`break;`

przerywa całą pętlę.
Kod przechodzi poniżej końca.

```
1
3
5
7
```

Brak tu nawiasów { } . Tym razem to nie błąd.
C++ pozwala wyjątkowo opuścić { },
jeżeli w środku jest tylko 1 polecenie.

Uwaga: niebezpieczeństwo błędu w działaniu kodu.
Dbaj o czytelność, stosując wcięcie + Enter

[Link]

- Instrukcja warunkowa **switch / case / default**

switch poddaje testowi wartość zmiennej, ale tylko typu całkowitego

W **case** kodujemy postępowanie, jeśli zmienna ma konkretną wartość

Jeśli przypadki mają być rozłączne, to na końcu case musi być **break**.

W **default** kodujemy działanie, gdyby żaden case nie pasował.

Można też sprawdzać znak w zmiennej typu char .

```
Pranie mocne kolorowe.
```

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int main ()
5  {
6    int Program = 2 ;
7    switch (Program) {
8      case 1 : cout << "Pranie lekkie " ;
9               break;
10     case 2 : cout << "Pranie mocne "  ;
11              break;
12     default: cout << "Brak programu"  << endl;
13              exit (0);
14   }
15   char Kolor = 'k' ;
16   switch (Kolor) {
17     case 'k' : cout << "kolorowe." << endl;
18                break;
19     case 'b' : cout << "białe."    << endl;
20                break;
21     default  : cout << "(wybierz kolor)" << endl;
22   }
23   return 0;
24 }
```

- **Funkcja:** to samodzielny blok kodu, który może przyjmować argumenty i zwraca coś (lub nic).
  Uwaga: w C++ nie można umieścić funkcji w środku funkcji.
  Funkcję zwykle **wywołuje się** (**call**) w danym miejscu, a wartość zwracana w to miejsce się „wkleja”.

[Link]

nazwa funkcji

typ, w jakim zostanie **zwrócony** rezultat.

Nagłówek funkcji (header)

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int reszta (int a, int b)
5  {
6    cout << " {obliczam} ";
7    return a % b ;
8  }
9
10 int main ()
11 {
12   int x = 7, y = 5 ;
13   cout << "x % y = "
14        << reszta (x, y) << endl;
15   return 0;
16 }
```

Tu deklarujemy zmienne, tzw. „**argumenty wejścia**”

Ich zakres istnienia jest ograniczony do funkcji.

Ciało funkcji (body)

`return`:
polecenie zwrotu

Miejsce **wywołania** funkcji.
Tu podajemy argumenty.
`return` tej funkcji wklei rezultat w to miejsce.

```
x % y =  {obliczam} 2
```

- Po funkcji `main` widać, że funkcja może nic nie przyjmować.
  Wywołanie wyglądałoby tak: `funkcja ();`

- Ale może też nie zwracać.
  Technicznie – zwraca wtedy **`void`** (*ang. pustka*).
  `void` jest określeniem typu.

Ta funkcja zwraca `void`. Czyli – nic.

Można pominąć `return`
lub napisać:
`return ;`
(kończymy i nic nie zwracamy)

`return` nie musi być
na końcu kodu funkcji.

Tu funkcja `powitanie` się wykona.

Wyjątkowo w `main` wolno
nie napisać `return` .

```
Witaj. Podaj x i y: 7 0
{Dzielenie przez 0} nan
```

[Link]

```
1  #include <iostream>
2  #include <cmath>
3  using namespace std;
4
5  void powitanie () {
6    cout << "Witaj. Podaj x i y: ";
7  }
8
9  float dzielenie (float a, float b) {
10   if (b == 0) {
11     cout << "{Dzielenie przez 0} " ;
12     return NAN;
13   }
14   return a / b ;
15 }
16
17 int main ()
18 {
19   float x, y ;
20   powitanie () ;
21   cin >> x >> y;
22   cout << dzielenie (x, y) << endl;
23 }
```

Zakres widocznosci (scope)

[Link]

① Każda zmienna zadeklarowana w obrębie { }, istnieje tylko w tych { }.

② Najbardziej zewnętrzne są **zmienne globalne** (przed { })

③ C++ dopuszcza, aby w { } wewnętrznym utworzyć zmienną o tej samej nazwie, co istniejąca zmienna w { } zewnętrznym. Ta zewnętrzna staje się „chwilowo niedostępna”. To tzw. **przesłanianie** (**shadowing**).

Jest to ***zła praktyka*** (czytelność kodu...) ale trzeba rozumieć, jak zadziała C++.

```
[Main Start] 7
[Myfun  A  ] -2
[Myfun  B  ] 7
[Main {  } ] 0
[Main  for ] 15
[Main After] 7
```

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

int A = -2;

void myfun (int B) {
  cout << "[Myfun  A  ] " << A << endl;
  cout << "[Myfun  B  ] " << B << endl;
}

int main ()
{
  int A = 7;
  cout << "[Main Start] " << A << endl;
  myfun (A) ;
  {
    int A = 0;
    cout << "[Main {  } ] " << A << endl;
    for (int A = 15; A <= 15; A++)
      cout << "[Main  for ] " << A << endl;
  }
  cout << "[Main After] " << A << endl;
}
```

- **Prototyp** funkcji a jej **implementacja**

1. Kompilator czyta kod od góry do dołu.
2. Wpierw deklaracja, później użycie.

Czy to znaczy, że funkcje muszą być zawsze umieszczane powyżej miejsca ich użycia?

Prototyp (nagłówek funkcji zakończony ;) to „zapowiedź” funkcji, wystarczająca aby funkcję umieścić gdzie indziej.

Implementacja (nagłówek i ciało) można umieścić gdziekolwiek poniżej prototypu.

Uwaga:
w prototypie, w nawiasie nie trzeba podawać nazw argumentów wejścia. Wymagane są typy.

```
1  #include <iostream>
2  #include <cmath>
3  using namespace std;
4
5  void powitanie () ;
6  float dzielenie (float, float) ;
7
8  int main () {
9    float x, y ;
10   powitanie () ;
11   cin >> x >> y;
12   cout << dzielenie (x, y) << endl;
13   return 0;
14 }
15
16 void powitanie () {
17   cout << "Witaj. Podaj x i y: ";
18 }
19
20 float dzielenie (float a, float b) {
21   if (b == 0) {
22     cout << "{Dzielenie przez 0} " ;
23     return NAN;
24   }
25   return a / b ;
26 }
```

- **Rekurencyjność** funkcji: może ona wywoływać siebie samą.
  Stan dotychczasowej funkcji „się zamraża”, dopóki komputer nie wróci z tej nowo-wywołanej.

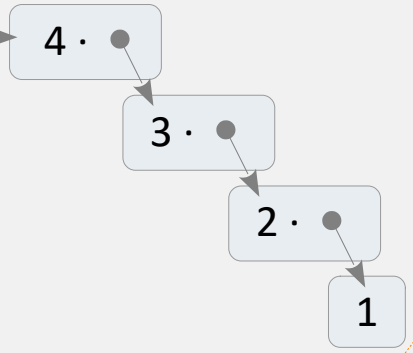
[Link]

Do rekurencji nadaje się np. silnia:

$$N! = N \cdot (N-1)!$$

Miejsce wywołania rekurencyjnego

Silnia (4)



Funkcja rekurencyjna nie może być wywoływana w ∞ .
Musi mieć punkt końcowy.

```
Podaj N: 5
N! = 120
Podaj N: 17
N! = -288522240
Podaj N: -1
```

ciekawe... ☺

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int silnia (int N) {
5    if (N == 0 || N == 1)
6      return 1;
7    else
8      return N * silnia (N - 1) ;
9  }
10
11 int main () {
12   int N;
13   while (true) {
14     cout << "Podaj N: ";
15     cin >> N;
16     if (N >= 0)
17       cout << "N! = " << silnia ( N ) << endl;
18     else
19       return 0;
20   }
21 }
```

- Funkcje **przeciążone** (**overloaded**): można zakodować funkcje o tej samej nazwie, ale różniące się typami argumentów wejścia i/lub ich liczbą. Są to wówczas zupełnie różne funkcje.

[Link]

```
1  #include<iostream>
2  using namespace std;
3
4  double myfun (int    i)  { return 1.; }
5  double myfun (char   c)  { return 2.; }
6  double myfun (double d)  { return 3.; }
7
8  int main() {
9    int    iinput =  7   ;
10   char   cinput = 72   ;  // (char) 72 == 'H'
11   double dinput = 72.5 ;
12
13   cout << "myfun (int  ) : " << myfun (iinput) << endl;
14   cout << "myfun (char ) : " << myfun (cinput) << endl;
15   cout << "myfun (double): " << myfun (dinput) << endl;
16 }
```

funkcje przeciążone

Komputer zorientuje się po typie podanego argumentu, którą funkcje ma wywołać

Uwaga: nie mogą istnieć funkcje różniące się jedynie typem zwracanym. Kompilator nie wiedziałby, którą ma wywołać.

```
myfun (int  ) : 1
myfun (char ) : 2
myfun (double): 3
```

- Podstawowa generacja **liczb pseudolosowych**

  Podstawową funkcją jest `rand()` w `<cstdlib>`. Zwraca ona „losowe” inty ∈ {0, 1, ... , RAND_MAX}. RAND_MAX na „typowym PC” – to ok. $2.15 \cdot 10^9$.

- Gdy kilkukrotnie włączymy program z generacją, zobaczymy, że sekwencja liczb się powtarza. Przyczyną jest, że rand startuje od tego samego Ziarna. Aby tego uniknąć, trzeba 1× zainicjować generator ziarnem „losowym”. Recepta:

```
#include <ctime>
...
srand ( time(NULL) ) ;
```

  Ziarnem będzie liczba sekund od 1.01.1970.

- Jak wygenerować losowy `int` z przedziału [a, b) ?

  → np.: `int val = a + rand() % (b-a) ;`

- Jak wygenerować losowy `float` ∈ [0, 1] ?

  → np.: `float val = rand() / float(RAND_MAX);`

- Jak wygenerować losowy `float` ∈ [a, b] ?

  → np.: `float val = a + (b-a) * ( rand() / float(RAND_MAX) );`

[Link]

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>
#include <ctime>
using namespace std ;

int main ()
{
 srand ( time (NULL) );
 cout << "Losowy int: " << rand() << endl;
 cout << "RAND_MAX wynosi " << RAND_MAX ;

 cout << "\nKilka  int'ow  z [2..8) : " ;
 for ( int proba = 1 ; proba < 7 ; proba++ )
   cout << 2 + rand() % (8 - 2) << ' ';

 cout << "\nKilka float'ow z [0..1] : " ;
 for ( int proba = 1 ; proba < 4 ; proba++ )
   cout << rand () / float( RAND_MAX ) << ' ' ;

 cout << "\nKilka float'ow z [3..7] : " ;
 for ( int proba = 1; proba < 4; proba++ )
  cout << 3. + 4. * ( rand () / float( RAND_MAX ) )
       << ' ' ;
}
```

- **Referencja** – to nowa nazwa na istniejącą zmienną
- Składnia na prostym przykładzie: (uwaga: &)

```
int  A = 5 ;
int& Aref = A ;
Aref = 7;       (sprawi, że zarazem A = 7 )
```

Nie da się zadeklarowac 'pustej' referencji:

```
int& Bref ;
```

Nie da się 'przepiąć' referencji na inną zmienną. To:

```
int C = 5 ;   Aref = C ;
```

będzie znaczyć tylko tyle, że do A przypiszemy 5.

- Główna użyteczność:
przy przekazywaniu zmiennej do podfunkcji.

Bez referencji - wywołana funkcja działa
na **kopii** zmiennej podanej w wywołaniu.
Zmiany w tej kopii nie zmieniają oryginału.

Działając na referencji - działamy na **oryginale**.
Tylko tak zmiana wartości zmiennej w funkcji
będzie się liczyć po powrocie do miejsca wywołania.

```
10
12
```

[Link]

```
1  #include<iostream>
2  using namespace std;
3
4  void Add_pass_via_Copy (int X) {
5    X    += 2;
6  }
7
8  void Add_pass_via_Ref (int& Xref) {
9    Xref += 2;
10 }
11
12 int main () {
13   int x = 10 ;
14   Add_pass_via_Copy ( x );
15   cout << x << endl;
16
17   x = 10 ;
18   Add_pass_via_Ref  ( x );
19   cout << x << endl;
20 }
```