Podstawy programowania
Materiały dydaktyczne do laboratorium

dr inż. Łukasz Kuszner

11 października 2016

Zadania domowe

1 Więcej o typach danych

Do dalszych ćwiczeń wykorzystamy typ `unsigned char`, który zwykle zajmuje w pamięci tylko 1 bajt (8 bitów) i pozwala na przechowanie wartości z zakresu od 0 do 255 ($2^8 = 256$ różnych wartości).

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

int main() {
  unsigned char x;
  x = 48;
  cout << x << endl;  // 0

  x = 65;
  cout << x << endl;  // A
  return 0;
}
```

Wydruk tego programu pokazuje, że wartości zapisane w typie `unsigned char` są domyślnie interpretowane przez strumień `cout` jako znaki.

Kolejne liczby z zakresu od 0 do 127 odpowiadają znakom wyświetlanym na ekranie zgodnie z kodami `ASCII`. Pozostałe kody od 128 do 255 to tak zwane rozszerzone kody `ASCII`, które mogą być różnie interpretowane w zależności od strony kodowej. Wszystkie dane w pamięci komputera zapisane są jako liczby, a typ danej zmiennej stanowi o tym, w jaki sposób dane te są interpretowane. Możemy zażądać zmiany sposobu interpretacji danych *konwertując* je na inny typ. Konwersje typu mogą być *jawne*, lub *niejawne*. Przypatrzmy się najpierw konwersji jawnej:

Przykład 1. Rzutowanie typów

```
#include<iostream>
```

```
using namespace std;

int main() {
  unsigned char x;
  x = 'A';
  cout << (int)x << endl;  // 65

  x = 65;
  cout << (int)x << endl;  // 65
  return 0;
}
```

Powyższy przykład pokazuje również w jaki sposób użyć kodu danej litery stosując apostrofy.

Zadanie 1. Napisz program, który wyświetla kody `ASCII` małych samogłosek w alfabecie łacińskim, t.j. liter: `aeiouy`.

Zadanie 2. Napisz program, który wyświetla znaki o kodach `ASCII`: `59, 93, 35`.

Zadanie 3*. Napisz program, który wyświetla znaki o kodach `ASCII`: `7, 9, 10, 13, 32`. Dowiedz się, w jaki sposób zapisywany jest znak końca wiersza w zależności od systemu operacyjnego (Unix, Windows, Mac OS).

Zadanie 4.** Spróbuj znaleźć sposób wyświetlenia reprezentacji w pamięci dowolnej zmiennej.

2 Operatory i niejawna konwersja typów

Przykład 2. Przekroczenie zakresu i konwersja niejawna

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

int main() {
  unsigned char x;
  x = 16;
  x = x * x;
  cout << (int)x << endl;          // 0

  unsigned char y;
  y = 16;
  cout << (int)(y * y) << endl;  // 256
  return 0;
}
```

Zadanie 5. Przeanalizuj powyższy przykład, skąd wzięło się `0` w pierwszym wypisanym wierszu? Wynik 256 w kolejnym wierszu wynika z tego, że przed wykonaniem obliczeń zmienne typu `char` konwertowane są niejawnie (bez żądania programisty) do typu `int`; podobnie jest dla typu `unsigned char`, który również jest konwertowany do `int` (z wyjątkiem sytuacji, gdy oba typy zajmują tyle samo bajtów pamięci).

Zadanie 6. Porównaj dwa poniższe zapisy:

```
unsigned char x;
x = 16 * 16;
x = x / 4;
```

oraz

Przykład 3.

```
unsigned char x;
x = 16 / 4;
x = x * 16;
```

Przeanalizuj (najpierw bez użycia komputera) jaka będzie wartość `x` w obu przypadkach? Sprawdź swoje przypuszczenia.

Zadanie 7*. Porównaj kody poniższych programów, skąd biorą się różnice w wynikach?

Przykład 4.

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

int main() {
  unsigned char x = 2;
  unsigned char y = 3;
  cout << x - y << endl;  // -1
  return 0;
}
```

Przykład 5.

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

int main() {
  unsigned int x = 2;
  unsigned int y = 3;
  cout << x - y << endl;  // duża liczba
  return 0;
}
```

Zadanie 8. Przeanalizuj poniższy program, zwróć uwagę na rzutowanie i typ literałów (`2` jest typu `int`, `2.0` jest typu `double`).

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

int main() {
  unsigned char x = 7;
  cout << x / 2 << endl;          // 3
  cout << x / 2.0 << endl;        // 3.5
```

```
  cout << (double)x / 2 << endl;  // 3.5
  return 0;
}
```

3 Obliczenia zmiennoprzecinkowe

Do typów zmiennoprzecinkowych zaliczamy między innymi `float` i `double`. Charakteryzują się one możliwością przechowywania liczb niecałkowitych w formacie $mantysa * 2^{cecha}$, w którym mantysa i cecha przechowywane są na osobnych bitach. Zmieniając wartość cechy, przy tej samej mantysie otrzymujemy liczby z przesuniętym przecinkiem (w sensie reprezentacji dwójkowej), stąd nazwa *typy zmiennoprzecinkowe*. Obliczenia wykonywane na typach zmiennoprzecinkowych nie mają wszystkich własności znanych z matematyki, na przykład dodawanie i mnożenie nie musi być łączne (kolejność wykonywania działań może mieć wpływ na wynik[1]).

Zadanie 9. Przeanalizuj poniższy przykład, zastanów się jaki powinien być wynik działania programu, a następnie uruchom go i zweryfikuj swoje przypuszczenia.

Przykład 6.

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

int main() {
  double x = 0.3;
  x = x - 0.1;
  x = x - 0.1;
  x = x - 0.1;
  if (x == 0)
    cout << "zero" << endl;
  else
    cout << "nie zero" << endl;
  cout << x << endl;
  return 0;
}
```

Zapamiętaj, że obliczenia z wykorzystaniem typów zmiennoprzecinkowych, takich jak `float` i `double`, mogą powodować błędy zaokrągleń. W szczególności warto zapamiętać, że skończone ułamki dziesiętne nie muszą mieć skończonego rozwinięcia dwójkowego (np. 0.1 ma nieskończone, okresowe rozwinięcie dwójkowe).

Zadanie 10. Dane są liczby a i b - współczynniki równania liniowego $ax+b=0$. Napisz program, który znajduje rozwiązanie tego równania.

Zadanie 11. Napisz program, który oblicza pole trójkąta o zadanych bokach.

Zadanie 12*. Napisz program, który oblicza pole koła o zadanym promieniu.

Zadanie 13.** Zapoznaj się dokładniej z normą IEEE 754, która opisuje standard reprezentacji binarnej i operacji na liczbach zmiennoprzecinkowych.

[1] Więcej informacji na ten temat można znaleźć na przykład tutaj: `http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/28/14/29/PDF/floating-point-article.pdf`.

4 Typ wskaźnikowy

Zmienna może przechowywać informacje o tym, gdzie znajduje się inna zmienna, a więc jej adres w pamięci komputera.

Zadanie 14. Przeanalizuj poniższy przykład, zastanów się jaki powinien być wynik działania programu, a następnie uruchom go i zweryfikuj swoje przypuszczenia.

Przykład 7.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  int x = 5;
  int *pi = &x;
  int y = x;
  *pi = 6;
  cout << x << " " << y << endl;
  return 0;
}
```

A jak będzie w tym przykładzie?

Przykład 8.

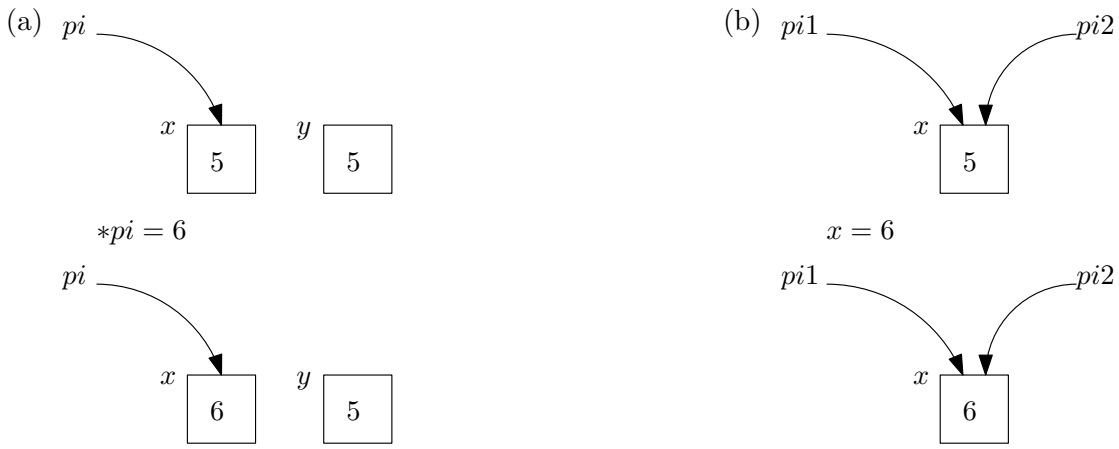
```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  int x = 5;
  int *pi1 = &x;
  int *pi2 = &x;
  cout << *pi1 << " " << *pi2 << endl;
  x = 6;
  cout << *pi1 << " " << *pi2 << endl;
  return 0;
}
```

Żeby uzmysłowić sobie jak działają operacje na wskaźnikach można reprezentować adres zmiennej poprzez strzałkę, która na niego pokazuje. Rysunek 1 obrazuje różnicę pomiędzy powyższymi przykładami.

Nic nie stoi na przeszkodzie, żeby zmienna wskaźnikowa przechowywała adres innej zmiennej wskaźnikowej. Proszę przeanalizować poniższy przykład i zrobić rysunek obrazujący tę sytuację:

Przykład 9.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  int x = 5;
  int *pi = &x;
  int **ppi = &pi;
  int y = x;
```



Rysunek 1: Ilustracja sytuacji z przykładów 7(a) i 8(b).

```
  *ppi = &y;
  *pi = 6;
  **ppi = 7;
  cout << x << " " << y << endl;
  return 0;
}
```

5 Więcej o instrukcjach iteracyjnych

Zadanie 15. Proszę zapoznać się ze składnią pętli `while` oraz `do-while`.

Zadanie 16. Przeanalizuj poniższy program, który kolejne liczby podane przez użytkownika przepisuje na standardowe wyjście. Jeśli podane dane są liczbami, to program kończy działanie, gdy zostanie podana liczba 0 lub ujemna.

Przykład 10.

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

int main() {
  int i;
  cin >> i;
  while (i > 0) {
    cout << i << endl;
    cin >> i;
  }
  return 0;
}
```

Zobacz co się stanie, gdy jako dane wejściowe podane zostaną liczba 12 a następnie litera `a`. Dlaczego tak się dzieje?

W kolejnych zadaniach, podobnie jak w przykładzie można założyć, że dane są liczbami.

Zadanie 17. Napisz program, który przepisuje na standardowe wyjście kolejne liczby podane przez użytkownika aż do momentu, gdy użytkownik poda tę samą liczbę dwa razy pod rząd.

Zadanie 18. Proszę porównać następujące programy (efekt działania każdego z nich jest taki sam).

Przykład 11 przedstawia najbardziej typowy zapis powodujący wykonanie grupy instrukcji określoną liczbę razy (tutaj 7 razy):

Przykład 11.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  for (int i = 0; i < 7; ++i) {
    cout << "Witaj przyjacielu" << endl;
  }
  return 0;
}
```

Poniżej, w przykładzie 12 wykorzystano równoważny zapis z użyciem pętli `while`. Jest on bardziej rozwlekły i dlatego zwykle w tej sytuacji używamy `for`.

Przykład 12.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  int i = 0;
  while (i < 7)
  {
    cout << "Witaj przyjacielu" << endl;
    ++i;
  }
  return 0;
}
```

Nic nie stoi na przeszkodzie, aby zastosować odliczanie do zera, jest to bardziej naturalne dla pętli `while`. Zapis taki może być wygodny, gdy liczba powtórzeń jest wartością pochodzącą z wcześniejszych obliczeń, nie musimy wtedy deklarować kolejnego licznika.

Przykład 13.

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

int main() {
  int i = 7;
  while (i > 0)
  {
    cout << "Witaj przyjacielu" << endl;
    i--;
```

```
  }
  return 0;
}
```

Dekrementację licznika można przenieść do warunku:

Przykład 14.

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

int main() {
  int i = 7;
  while (i--> 0) {
    cout << "Witaj przyjacielu" << endl;
  }
  return 0;
}
```

Kolejne przykłady zawierają niezalecane elementy.

Przykład 15.

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

int main() {
  int i = 7;
  while (i--) // brzydko,
              // zapis i>0 lepiej
              // oddaje intencję programisty
     cout << "Witaj przyjacielu" << endl;
              // brak nawiasów zmniejsza czytelność
              // i sprzyja powstawaniu błędów
              // przy późniejszych modyfikacjach
  return 0;
}
```

Liczba całkowita interpretowana jest jako wartość logiczna. Dlatego w przykładzie 15 pętla będzie się wykonywać tak długo jak wartość zmiennej i pozostanie niezerowa. Jednak użycie operatora porównania logicznego > poprawia czytelność programu.

Przykład 16.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  for (int i = 7; i > 0; i--)
  {
    cout << "Witaj przyjacielu" << endl;
  }
  return 0;
}
```

W przykładzie 16 licznik zmniejsza swoją wartość. Jest to dopuszczalny zapis również w pętli `for`, jednak w tym przypadku nieco gorzej oddaje intencje programisty, gdyż wprowadzenie nietypowego odliczania nie ma to żadnego uzasadnienia.

W przykładzie 17 nietypowe jest przeniesienie instrukcji inkrementacji licznika, do warunku, co pogarsza czytelność.

Przykład 17.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  for (int i = 7; i--- > 0; ) {
    cout << "Witaj przyjacielu" << endl;
  }
  return 0;
}
```

Ostatni przykład pokazuje bardzo zwarty zapis, który również nie jest typowy. Nie jest również czytelny, a dodatkowo prowokuje trudny do znalezienia błąd, gdy nie napiszemy średnika (kompilator tego błędu nie zauważy, po prostu wykona w pętli kolejną instrukcję).

Przykład 18.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  for (int i = 7; i--- > 0; cout << "Witaj przyjacielu" << endl);
  return 0;
}
```

6 Wybór wielowariantowy

Zadanie 19. Przeanalizuj poniższy przykład, uzupełnij program o zliczanie znaków interpunkcyjnych: `.,:;`

Przykład 19.

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

int main() {
  int samogloski = 0;
  int biale = 0;
  int inne = 0;
  int cyfry = 0;
  char z;
  while(cin >> noskipws >> z) {
    switch (z) {
      case 'a': case 'e': case 'i': case 'o': case 'u': case 'y':
      case 'A': case 'E': case 'I': case 'O': case 'U': case 'Y':
```

```
        samogloski++;
        break;
      case '0': case '1': case'2': case'3': case'4':
      case '5': case '6': case'7': case'8': case'9':
        cyfry++;
        break;
      case ' ': case '\t': case '\n':
        biale++;
        break;
      default:
        inne++;
    }
  }
  cout << "Wczytano" << endl;
  cout << " - samoglosek      : " << samogloski << endl;
  cout << " - cyfr            : " << cyfry << endl;
  cout << " - bialych znakow  : " << biale << endl;
  cout << " - pozostalych     : " << inne  << endl;
  cout << " ********************" << endl;
  return 0;
 }
```

Przykład 20.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  int samogloski = 0;
  int biale = 0;
  int inne = 0;
  int cyfry = 0;
  char z;
  while(cin >> noskipws >> z) {
    switch (z) {
      case 'a': case 'e': case 'i': case 'o': case 'u': case 'y':
      case 'A': case 'E': case 'I': case 'O': case 'U': case 'Y':
        samogloski++;
        break;
      case ' ': case '\t': case '\n':
        biale++;
        break;
      default:
        if (z >= '0' && z <= '9') cyfry++;
        else inne++;
    }
  }
  cout << "Wczytano" << endl;
  cout << " - samoglosek      : " << samogloski << endl;
  cout << " - cyfr            : " << cyfry << endl;
```

```
  cout << " - bialych znakow : " << biale << endl;
  cout << " - pozostalych     : " << inne  << endl;
  cout << " ********************" << endl;
  return 0;
}
```

Zadanie 20. W przykładzie 20 zastąpiono 10 instrukcji `case` jedną instrukcją warunkową. Było to możliwe, gdyż kody `ASCII` cyfr są kolejnymi liczbami. Podobnie jest dla liter. Wykorzystaj ten fakt i uzupełnij rozwiązanie zadania 19 o zliczanie spółgłosek.

Zadanie 21*. Napisz program, który wczyta zapis dodawania dwóch liczb zapisanych trzynastkowo (cyfry odpowiadające liczbom 10, 11 i 12 będą zapisane jako A, B i C) wykona działanie i wypisze wynik dziesiętnie. Na przykład dla danych: `1A045 + CA76` wypisze `78739`.

Praca na zajęciach

Zadanie 22. Czterech graczy: G_1, G_2, G_3 i G_4 uczestniczy w pewnej grze planszowej. Gracze na przemian rzucają kostką do gry, na której wypada : 1, 2, 3, 4, 5 albo 6 oczek. Zaczyna gracz $G1$. Każdy z graczy ma jeden pionek stojący początkowo na polu startowym. Wyrzucenie 1 i w następnym ruchu 6 pozwala graczowi wystartować. Liczba oczek uzyskana w kolejnych rzutach oznacza liczbę pól, o które gracz przemieszcza swój pionek. Na planszy, oprócz pola startowego jest X pól. Osiągnięcie ostatniego pola oznacza koniec gry i zwycięstwo gracza, którego pionek osiągnął ostatnie pole.

Mając dane rozmiar planszy i wyniki rzutów kostką. Przeprowadź symulację gry.

Format danych wejściowych:

Najpierw X - rozmiar planszy a następnie w kolejnych wierszach litera `M`, odstęp i wartość kolejnego rzutu albo litera `P` - żądanie wyświetlania stanu gry.

Format danych wyjściowych:

Dla każdej linii zawierającej `P` wypisz numery pól zajmowanych przez graczy G_1, G_2, G_3 i G_4 oddzielonych odstępami. Jeśli nastąpi koniec gry, przestań przetwarzać dane i wyświetl komunikat: `END OF GAME`.

Przykład

Dla danych wejściowych:

```
5
M 1
M 4
M 4
M 5
P
M 6
M 2
M 4
M 1
P
M 3
P
M 4
```

Odpowiednie dane wyjściowe:

```
0 0 0 0
0 0 0 0
3 0 0 0
```

Zadanie 23. Dana jest gra taka jak w zadaniu 22, ale dodatkowo każdy z graczy ma przypisane dwie diody. Doda S_i sygnalizuje, czy gracz i już wystartował, a dioda W_i sygnalizuje, że gracz i przebywa na polu o nieparzystym numerze. Zapamiętaj ich stan w `z` - zmiennej typu `unsigned char` w porządku $S_1W_1S_2W_2S_3W_3S_4W_4$. Do ustawiania odpowiednich bitów w `z` użyj operatorów bitowych `&` i `|`.

W danych wyjściowych, dla każdej komendy `P` dodatkowo wyświetl binarnie stan rejestru `z`.

Przykład

Dla danych wejściowych:

```
5
M 1
M 4
M 4
M 5
P
M 6
M 2
M 4
M 1
P
M 3
M 4
P
```

Odpowiednie dane wyjściowe:

```
0 0 0 0 00000000
0 0 0 0 10000000
3 0 0 0 11000000
```

Zadanie 24. Dana jest gra taka jak w zadaniu 23, ale dodatkowo każdy ruch, który kończy się na zajętym polu powoduje, że stojący tam wcześniej pionek trafia z powrotem na pole startowe i dopiero po uzyskaniu sekwencji startowej może się znowu poruszać.

1 Quiz

1. Podaj co wydrukuje poniższy program wiedząc, że liczby ujemne są kodowane w kodzie U2:

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

int main() {
  char x = 7;
  char z = x - 9;
  unsigned char c = z;
  cout << (int)c << " ";
```

```
  cout << (int)(z * c) << endl;
  return 0;
}
```

(a) 254 -508

(b) -2 4

(c) 254 64516

(d) 254 508

2* Przyjmijmy, że po uruchomieniu poniższego programu

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

int main() {
  int i;
  cin >> i;
  float x = i;
  while (x < (float)(i + 16)) {
    cout << x << endl;
    x++;
  }
  return 0;
}
```

użytkownik prawidłowo podał liczbę z zakresu typu `int` w reprezentacji 4 bajtowej, wtedy:

(a) za każdym razem program wypisze 16 kolejnych liczb,

(b) w zależności od podanej liczby program albo wypisze 16 kolejnych liczb albo wpadnie w nieskończoną pętlę,

(c) w zależności od podanej liczby może się zdarzyć, że program nic nie wypisze albo wpadnie w nieskończoną pętlę,

(d) za każdym razem program wypisze 16 liczb, ale niekoniecznie kolejnych.

3. Podaj co wydrukuje poniższy program przy założeniu, że typ `char` jest kodowany w ASCII.

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

int main() {
  cout << 3.0 / 2 << "␣";
  cout << 0x10 / 2 << "␣";
  cout << (int)('b' - 'a') << endl;
  return 0;
}
```

(a) 1 5 EOF

(b) 1.5 8 1

(c) 1.5 5 ?

(d) 1.5 ? ?

(e) 1 8 NAN

Symbol ? w odpowiedzi oznacza wartość nieokreśloną.

4. Podaj co wydrukuje poniższy program

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

int main() {
  int a = 2;
  int b = 6;
  int *p = &a;
  int *s = &b;
  int **q = &p;
  int **r = &s;
  *r = &a;
  cout << (*s) * a;
  a++;
  cout << " " << (*p) * a << endl;
  return 0;
}
```

(a) ? ?

(b) 4 9

(c) 2 12

(d) 2 6

(e) 4 4

Odpowiedzi do quizu

1 a, 2 c, 3 b, 4 b.

Zadania domowe

Zadanie 25. Dodaj pewien nowy element do gry z zadania 24. Na przykład: wyrzucenie pewnej liczby powoduje dodatkowy ruch; wybrane pole/pola mają specyficzne właściwości itp.