Podstawy informatyki

Katedra Telekomunikacji, **EiT**

dr inż. Jarosław Bułat

kwant@agh.edu.pl

Plan prezentacji

- Ankieta
- IDE
- Wskaźniki
- Tablice i wskaźniki
- Arytmetyka wskaźników
- Napisy w tablicach - char[]
- typ String
- Wskaźnik na strukturę
- Rozmiar wskaźnika
- Dynamiczne zarządzanie pamięcią (stos/sterta)

Ankieta

- Jakie są najtrudniejsze dla Was elementy labu/wykładu (teraz, nie te które już zostały rozwiązane) przykład: wskaźniki, pętle, środowisko programistyczne, zbyt małe litery na prezentacji, etc…
- Który zagadnienie było zbyt trudne i należy je powtórzyć/rozszerzyć (jeżeli będzie taka możliwość)
- student(ka) najbliżej drzwi wyjściowych “organizuje” kartkę A4, wpisuje datę, temat ankiety: “najtrudniejsze elementy przedmiotu” i rozpoczyna wypełniać

IDE

- **I**ntegrated **D**evelopment **E**nvironment
- Środowisko (program) ułatwiający programowanie:
  - edytor plików źródłowych
  - organizacja projektu (złożony program)
  - kompilacja
  - uruchomienie
  - debugowanie
- CLion, Visual Studio, XCode, Eclipse, NetBeans IDE, Code::Blocks, Qt Creator, Visual Studio Code, VIM+konsola ~~devCPP~~

IDE

- Dedykowane dla jednego języka lub uniwersalne
  - Eclipse: Java, C/C++, Python, PHP, etc...
- Windows only (VC) albo wieloplatformowe
- Darmowe - zazwyczaj Open Source albo Community Edition
- Komercyjne - CLion (jetbrains.com)
  - biznes: 200-100 EUR/rok + VAT
  - indywidualna: 90-50 EUR/rok
  - studencka: free
- Proste: Atom, Visual Studio Code

IDE - edytor

- Ułatwia pisanie kodu
- Podpowiada nazwy zmiennych, argumenty, ...
- Help - dokumentacja bibliotek, funkcji, środowiska, ...
- Refactoring
- Parser informujący o błędach (+ błędy z kompilacji)
- Koloruje składnie
- Pomaga formatować kod (indentation)
- Praca zespołowa - git: diffy, wersje, ...
- Debuger

IDE - Eclipse

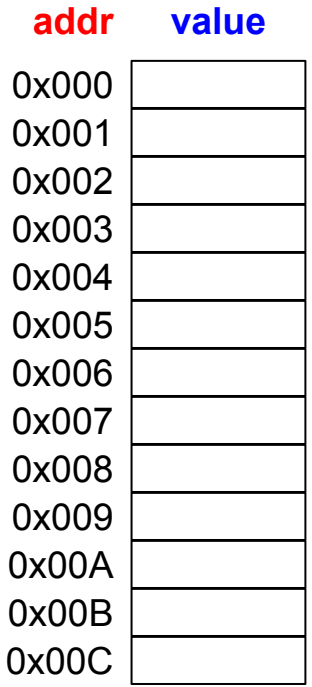
- **Projekt**: File/New/C++ Project: Executable/Hello... , Toolchains: Linux GCC
  - lab: każdy program to osobny projekt !!!
- **Kompilacja**: Ctrl-b, toolbar: młoteczek
- **Uruchomienie**: Ctrl-F11, toolbar: play
- Perspektywy: C/C++, Debug, Team
- Profile: Debug, Release
- save (ctr-s) -> compile (ctr-b) -> run (ctr-F11)
- Preferencje projektu
  - linkowanie **libm**: /lib/x86_64-linux-gnu/libm.so.6

Wskaźniki

można je lubić lub nienawidzić :-)

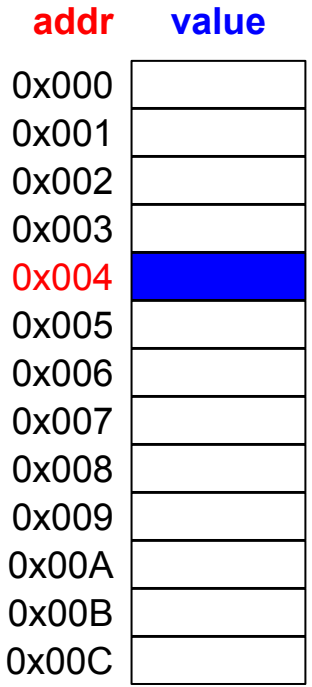
Organizacja pamięci

- Pamięć jest ciągła
- Pojedyncza komórka ma wielkość 8b
- Każda komórka ma unikalny adres



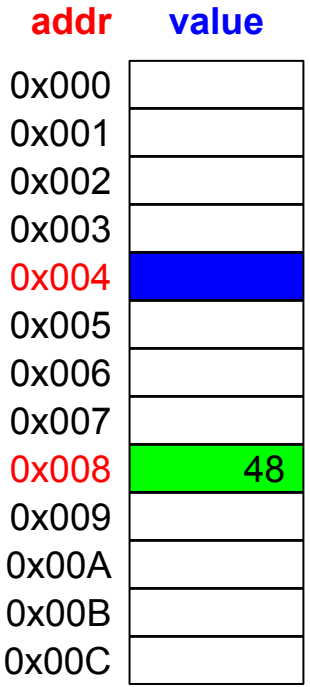
Organizacja pamięci

- Pamięć jest ciągła
- Pojedyncza komórka ma wielkość 8b
- Każda komórka ma unikalny adres
- Zawartość komórki jest dostępna przez jej adres
- **Dostęp przez adres to jedyny sposób na poziomie sprzętowym**



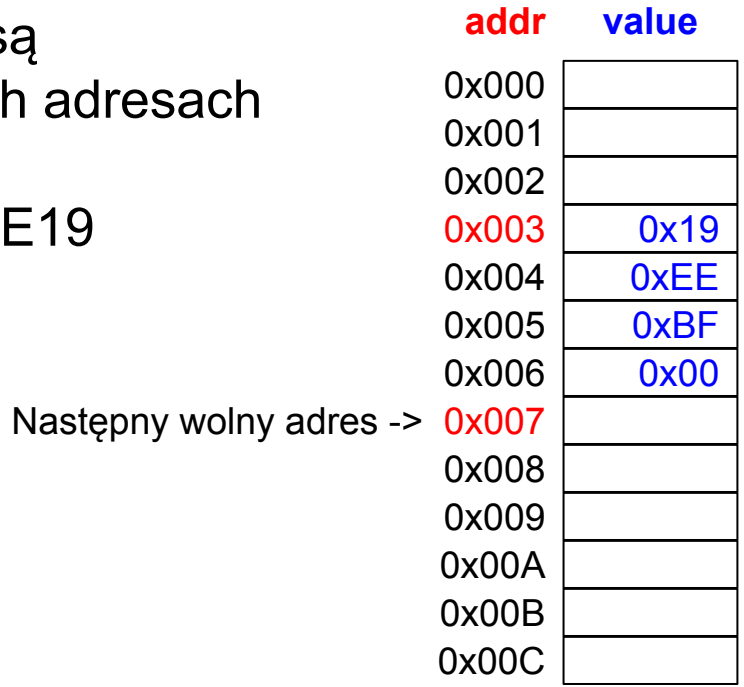
Organizacja pamięci

- Pamięć jest ciągła
- Pojedyncza komórka ma wielkość 8b
- Każda komórka ma unikalny adres
- Zawartość komórki jest dostępna przez jej adres
- **Dostęp przez adres to jedyny sposób na poziomie sprzętowym**
- Zmienna char c=48; znajduje się w jednej komórce pamięci (jej wartość)
  - program ma dostęp do niej przez nazwę albo adres
  - Nazwa zmiennej “c” istnieje tylko w programie !!!



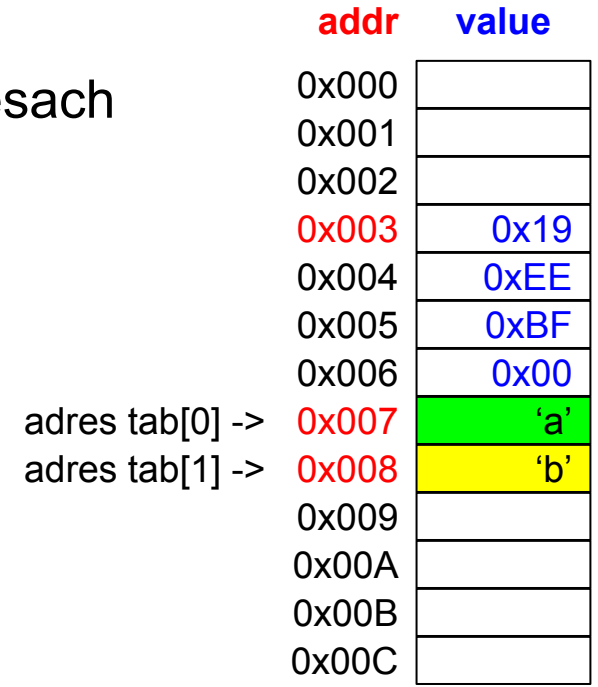
Organizacja pamięci

- Zmienne o rozmiarze >1B są przechowywane w kolejnych adresach (w ciągłej przestrzeni)
- **int x = 12578329;** // 0xBFEE19



Organizacja pamięci

- Zmienne o rozmiarze >1B są przechowywane w kolejnych adresach (w ciągłej przestrzeni)
- **int x = 12578329;** // 0xBFEE19
- **char tab[2];**
  - **tab[0] = ‘a’;**
  - **tab[1] = ‘b’;**



quiz

PI06_mem

socrative.com

- login
- student login

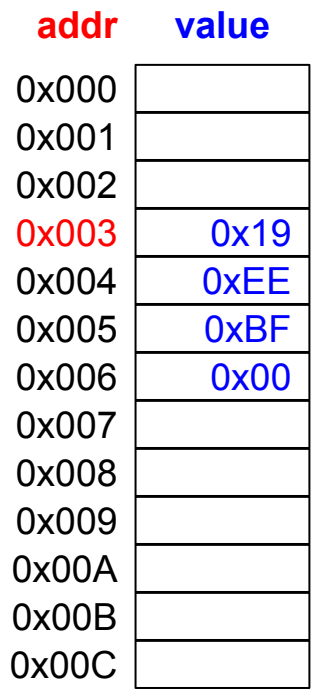
Room name:

KWANTAGH

Wskaźniki

- Wskaźnik to jest zmienna której wartością jest adres innej zmiennej (zmienna która “wskazuje” inną zmienną)
- Wskaźnik który nie wskazuje innej zmiennej jest *niezainicjalizowany*

int *x;	deklaracja wskaźnika do int (do typu int) **x** jest typu “wskaźnik do int”
x = &y;	operator & to pobranie adresu zmiennej y do x przypisuje się adres a nie jej wartość!!!
int z = *x;	wyłuskanie (ang. dereference) wartości zmiennej



Wskaźniki

- int x = 12578329; // 0xBFEE19
- int *y = **&x**; // inicjalizacja

- x == 12578329 typ: int
- &x == 0x003 typ: wskaźnik do int
- y == 0x003 typ: wskaźnik do int
- *y == 12578329 typ: int

addr	value
0x000	
0x001	
0x002	
0x003	0x19
0x004	0xEE
0x005	0xBF
0x006	0x00
0x007	
0x008	
0x009	
0x00A	
0x00B	
0x00C	

Wskaźniki

- int x;
- int *y = &x;
- char z;

x = y; błąd, próba przypisania adresu do zmiennej int

y = x; błąd, próba przypisania wartości int do adresu

cout << *x; błąd, próba wyłuskania na zmiennej a nie na wsk.

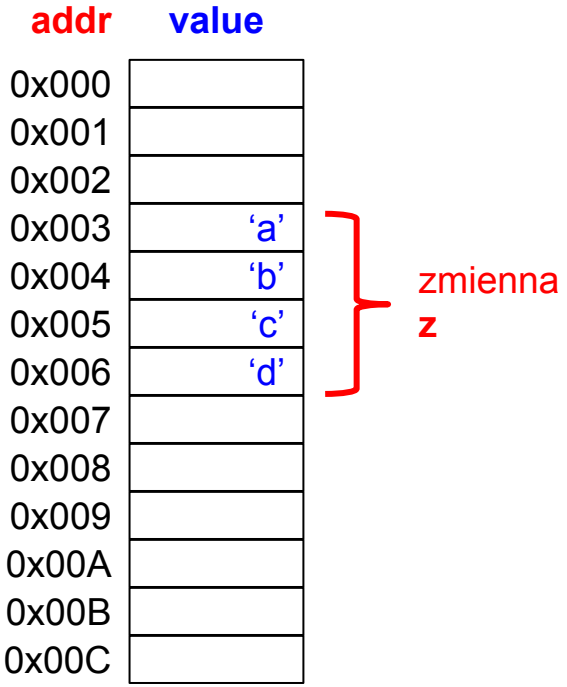
y = &z; błąd, typy się nie zgadzają int* != char*

Wskaźniki

- char x0 = ‘a’; // &x0 == 0x003
- char x1 = ‘b’; // &x1 == 0x004
- char x2 = ‘c’; // &x2 == 0x005
- char x3 = ‘d’; // &x3 == 0x006

- char *y = &x0; // ok
- cout << *y; // ok

- int *z = &x0;// not ok!!!
- cout << *z; // not ok!!!



quiz

PI06_point1

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

Wskaźniki: pobranie adresu

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

int main() {

    int x = 4;
    int *y;     // pointer to int

    y = &x;    // address-of operator

    cout << y << endl; // 0x7fffbe6781bc
    cout << *y << endl;      // 4

}
```

» “cout” zrozumie, że typ int* należy wypisać jako adres

Wskaźniki: wyłuskanie

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

int main() {

    int x = 4;
    int *y;          // pointer to int

    y = &x;          // address-of operator
    *y = 6;          // wyłuskanie

    cout << x << endl; // 6

}
```

» Operacja wyłuskania jest read/write:

- można przeczytać wartość wskazywanej zmiennej
- można też zmienić taką zmienną

Wskaźniki: pobranie adresu

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

int main() {

        int x0 = 4;
        int x1 = 7;
        int *y;

        y = &x0;
        cout << *y << endl;      // 4

        y = &x1;
        cout << *y << endl;      // 7

}
```

- Wskaźnik jest zmienną więc można ją zmieniać :)
  - raz wskazuje na x0
  - innym razem na x1
- Wypisuję wartości różnych zmiennych za pomocą jednego y !!!

Wskaźniki: pobranie adresu

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

int main() {

      int x = 4;
      int *y0, *y1;

      y0 = &x;
      y1 = y0;

      cout << *y1 << endl;     // 4

}
```

» Wskaźnik jest zmienną więc mogę przypisać jej wartość (adres zmiennej x) do innego wskaźnika

– &x jest w y0 oraz y1

Wskaźniki: zmiana wartości

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

int main() {

   int x = 4;
   int *p = &x;

   cout << x << endl;   // 4
   cout << *p << endl; // 4

  (*p)++;
  // *p++;  // error

  cout << x << endl;   // 5
}
```

» Wyłuskanie pozwala zmienić wartość zmiennej

Namespace

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

int main() {

        std::cout << “ala ma kota” << std::endl;
        cout << “ala ma kota” << endl;

}
```

- Namespace to przestrzeń nazw
- Pozwala mieć takie same nazwy zmiennych/funkcji w jednym programie:
  - x::test = 7;
  - y::test = 8;

quiz

PI06_point2

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

Przykłady użycia wskaźników

Wskaźniki i tablice

```
char tab[]={'a','b','c','d'};
char *c;

c = tab;                    // ok!
cout << *tab << endl;       // a
cout << c[3] << endl;       // d

// c = tab[0];              // not ok!!!
c = &tab[3];
*c = 'a';

cout << tab[3] << endl; // ???
```

- zmienna tab jest typu char*
- tab wskazuje na pierwszy element tablicy

Tablice znaków

```
char tab[] = "Hello World!!!";

cout << tab[0] << endl;   // H
cout << tab[1] << endl;   // e
cout << tab << endl;              // Hello World!!!
cout << sizeof(tab) << endl;      // 15

char last = tab[sizeof(tab)-1];
cout << int(last) << endl;        // 0 (end of line)
```

- Tablica znaków to “napis”
- Konwencja w języku C
- Ostatni znak to znak końca napisu ‘\0’
- Przestarzałe w C++
- “Hello World!!!” zostanie zapisane w pamięci programu

Zmienna string

```
char *tab = "Hello World!!!";
string str = "Hello World!!!";

cout << "C:  " << tab << endl;
cout << "C++:" << str << endl;

str = "My Longer Hello World!!!";
cout << "C++:" << str << endl;
```

- Tekst w tablicach to problemy:
  - nie można zmienić długości
  - trudności z “opanowaniem” końca tekstu - częste ataki
- “xxxx” w kodzie źródłowym to stała napisowa
- W C++ tekst w typie string
- Typ string jest elastyczny i bezpieczniejszy
- String to część biblioteki standardowej

Wskaźnik na struktury

```
struct Product {
        int weight;
        float price;
};

int main() {
        Product p = {1, .5};
        Product *x = &p;

        p.weight = 2;
        x->weight = 4;
        float my_price = x->price;

        cout << p.weight << endl;     // ??
        cout << my_price << endl;     // ??
}
```

- Wskaźnik na strukturę działa tak samo jak wskaźnik na zmiennej
- Adresowanie struktur:
  - operator . dla zmiennych
  - operator -> dla wskaźników

Wskaźnik do struktury w tablicy

```
struct Product {
        int weight;
        float price;
};

int main() {
        Product p[10];
        Product *prod;
        float weight;

        weight = p[4].weight;
        prod = p[4];    // błąd !!!
        prod = &p[4];
        weight = prod->weight;
        weight = (&p[4])->weight;
}
```

» Pobranie adresu pojedynczego elementu tablicy tak samo jak pobranie adresu zmiennej

Rozmiar wskaźnika

```
struct Product {
        int shape[20];
        float price;
}prod;

int main() {
        char *pc;
        int *pi;
        Product *pp = &prod;

        cout << sizeof(prod) << endl;      // 84
        cout << sizeof(pc) << endl;        // ??
        cout << sizeof(pi) << endl;        // ??
        cout << sizeof(pp) << endl;        // ??
        cout << sizeof(*pp) << endl; // ??
}
```

- Wskaźnik pp to nie jest kopia zmiennej prod tylko jej adres
- Rozmiar wskaźnika jest stały, nie zależy od rozmiaru zmiennej na którą wskazuje

Wskaźnik na nieistniejący obiekt

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

int main() {
      int *x;
      int y = 10;

      if (y>5) {
            int z = 2*y;
            x = &z;
      }

      cout << x << endl; // ok (ale bez sensu)
      cout << *x << endl;      // błąd !!!
}
```

- Warunek: wskaźnik otrzymuje adres zmiennej, która przestanie istnieć
- *x to dostęp do pamięci, którą zajmowała zmienna, która przestała istnieć!
- Jeśli y<=5, wskaźnik niezainicjalizowany i próba użycia !!!

Wskaźnikowa Incepcja

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

int main() {
        int x;
        int *y;
        int **z;

        y = &x;
        z = &y;
}
```

- Wskaźnik jest zmienną
- Mogę pobrać adres wskaźnika
- Uzyskam wskaźnik, na wskaźnik na zmienną.

quiz

PI06_point3

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

AGH

Co oznacza inkrementacja wskaźnika

czyli arytmetyka wskaźników

Arytmetyka na wskaźnikach

- Wskaźnik to adres pamięci
- Inkrementacja wskaźnika zwiększa adres o sizeof(typ)
- int *p = &x; p++; zwiększy wartość p o sizeof(int)
- Wszystkie operacje arytmetyczne na wskaźnikach są zmianami o sizeof(typ)
- Używa się prawie wyłącznie w połączeniu z tablicami

Nazwa tablicy to adres

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

int main(){
   int tab[] = {4, 3, 2, 1, 0};
   int *p = tab;

   cout << tab[0] << endl;     // 4
   cout << *tab << endl;// 4
   cout << *p << endl;         // 4
}
```

» Nazwa tablicy to wskaźnik na pierwszy element tablicy

Adresowanie tablicy wskaźnikiem

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

int main(){
   int tab[] = {4, 3, 2, 1, 0};
   int *p = tab;

   cout << *p << ": " << p << endl;          // 4: 0x7fff138587d0
   p++;
   cout << *p << ": " << p << endl;          // 3: 0x7fff138587d4
   cout << *(p+1) << ": " << p+1 << endl;    // 2: 0x7fff138587d8
   cout << *p+1 << ": " << p+1 << endl;      // 4: 0x7fff138587d8
}
```

- kolejne adresy tablicy typu int +=4 bajty
- *p+1, kolejność !!!

Adresowanie tablicy wskaźnikiem

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

int main(){
   char tab[] = "ala ma kota";
   char *p = tab;

   for (size_t i = 0; i < 11; ++i) {
      cout << *(p++);
   }
   cout << endl;
}
```

- Zmiana wskaźnika na kolejne elementy
- Wyłuskanie zawartości (kolejnej komórki tablicy)
- Rezultat:
  ala ma kota

Adresowanie tablicy wskaźnikiem

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

int main(){
   char tab[] = "ala ma kota";
   char *p = &tab[3];

   for (size_t i = 0; i < 11; ++i) {
      cout << *(p++);
   }
   cout << endl;
}
```

- Można rozpocząć "przeglądanie" tablicy od dowolnego miejsca
- Od którego znaku rozpocząłem wypisywanie?
- Jaki błąd jest w pętli?

Adresowanie tablicy wskaźnikiem

```
int main(){
   char tab[] = "ala ma kota";
   char *p;
   p = &tab[0];  // p = tab;

   for (size_t i = 0; i < 11; i+=2) {
      cout << *p;
      p+=2;
      // cout << *(p + i);
      // cout << *(tab + i);
   }
   cout << endl;
}
```

- &tab[0] == tab
- Wskaźnikiem można przeskakiwać co kilka elementów
- Wskaźnik w wyrażeniu arytmetycznym

Adresowanie tablicy wskaźnikiem

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

int main(){
   char tab[] = "ala ma kota";
   char *p = tab;

   while ( *p ) {
      cout << *p++;   // *(p++)
   }
   cout << endl;
}
// while( p ) {}  jaki błąd?
```

- Napis w konwencji “C” to sekwencja znaków + znak końca sekwencji ‘\0’ czyli 0
- Pętla wykorzystuje ‘\0’ jako warunek wyjścia (testowana wartość wyłuskania a nie wsk.)
- Inkrementacja ma wyższy priorytet niż wyłuskanie więc będzie dotyczyć wskaźnika ale wykona się po wyłuskaniu !!!
- Uwaga: zadziała niepoprawnie dla błędnych danych wejściowych

Adresowanie tablicy wskaźnikiem

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

int main(){
   char tab[] = "ala ma kota";

   for( size_t i = 0; i < 11; ++i ) {
      cout << *(tab+i);
      // tab++;
   }
   cout << endl;
}
```

- tab to adres, więc można nią indeksować tablicę
- tab to stała, więc nie można jej zmieniać!!!
- ex26.cc:9:12: error: lvalue required as increment operand

quiz

PI06_point4

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

Odejmowanie wskaźników

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

int main(){
   int tab[] = {4, 3, 2, 1, 0};
   int *p0 = tab;
   int *p1 = &tab[2];

   cout << p0 << endl;       // 0x7ffdfaaa6050
   cout << p1 << endl;       // 0x7ffdfaaa6058
   cout << p1-p0 << endl;    // 2 (a nie 2*sizeof(int))
}
```

» Odejmowanie wskaźników daje wynik w:
krotnościach sizeof(typ)

Porównywanie wskaźników

```
int tab[11];
int *start = tab;
int *end = &tab[10];
// init tab and print

while (end > start) {
    int tmp = *end;
    *end = *start;
    *start = tmp;
    end--;
    start++;
}
// print tab
```

» Pętla zamienia kolejność elementów w tablicy

Tablica wskaźników

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

int main(){
   int tab[] = {4, 3, 2, 1, 0};
   int *p[2] = {&tab[0], &tab[4]};
   // int *p[2] = {tab, tab+4};

   cout << *p[0] << endl;     // 4
   cout << *p[1] << endl;     // 0
}
```

- Deklaracja tablicy, której każdy element jest: wskaźnikiem na typ int
- np: tablica 2D, pierwsza kolumna zawiera wskaźniki na początek każdego wiersza
  - każdy wiersz może być różnej długości

Arytmetyka wskaźników tylko na tablicy

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

int main(){
   int x0 = 0;
   int x1 = 1;
   int x2 = 2;

   int *p = &x1;
   cout << *p << endl;     // 1
   p++;   // !@#$%^&
   cout << *p << endl;     // 0
}
```

- Arytmetyka wskaźników tylko w odniesieniu do tablic
- Czego ja oczekuję po tym kodzie? że “przeskoczę” na następną zmienną?
- Never ever!!!

Arytmetyka wskaźników tylko na tablicy

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

int main(){
   int x0 = 0;
   int x1 = 1;
   int x2 = 2;

   int *p;
   p = &x1 + &x2;  // ???
   // ex30.cc:10:16: error: invalid operands of types 'int*' and 'int*' to binary
      'operator+'
}
```

- Dodaję dwa adresy
- To jest tak głupie, że mnie kompilator wyśmieje ;-)

Implementacja tablic

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

int main(){
   char tab[] = "It's Magic!!!";

   char c;
   c = tab[10];
   c = *(tab+10);

   // *(tab+10) = *(10+tab) = 10[tab]
   cout << c << endl;          // !
   cout << 10[tab] << endl;    // !
}
```

- Indeksowanie tablic jest zaimplementowane za pomocą arytmetyki na wskaźnikach

$$tab[10] = *(tab+10)$$

quiz

PI06_point5

socrative.com

- login
- student login

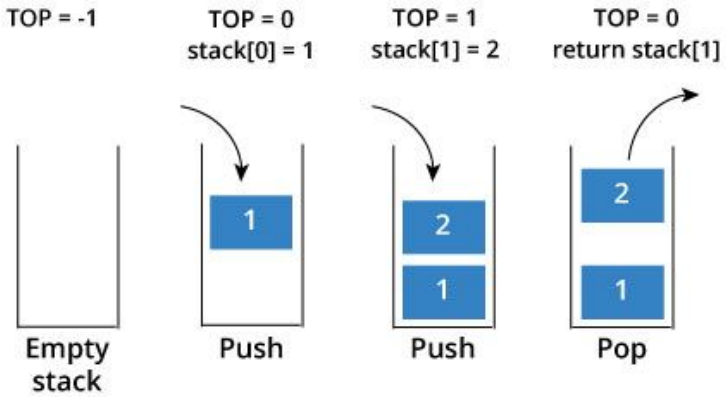
Room name:

KWANTAGH

Stos/Sterta

dynamiczne zarządzanie pamięcią

Stos (*ang*. Stack)



https://www.programiz.com/dsa/stack

- Liniowa struktura danych
- Bufor typu **LIFO** (Last In, First Out)
- push(), pop(), isEmpty()
- opetentowany w 1957

- Pamięć jest wspólna dla wszystkich programów
- Rezerwacja pamięci wymaga* wstrzymania multitaskingu
- Stos jest implementowany sprzętowo w CPU
- Zarezerwowany dla programu
- Przechowuje zmienne lokalne (automatyczne), argumenty funkcji
- stacksize: 8192 kbytes

Sterta (*ang*. heap)

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

int main(){
   int *p = new int;
   *p = 10;

   cout << *p << endl;

   delete p;
}
```

- Dynamiczne zarządzanie pamięcią
- new - rezerwacja pamięci
- delete - zwolnienie pamięci
- new zwraca wskaźnik na rezerwowany typ
- C++ nie ma garbage collector, należy explicite zwolnić zasoby (RAM)
- OS zwolni automatycznie pamięć po zakończeniu programu
- Brak zwolnienia nieużywanej pamięci jest błędem !!!

Operator new

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

int main(){
   int x = 10;
   int *p;

   if (x > 5) {
      p = new int;
      *p = x*10;
   }

   cout << *p << endl;

   delete p;
}
```

- Zarezerwowana pamięć nie zwalnia się “sama” po wyjściu z bloku
- Brak dbania o zwalnianie pamięci powoduje tzw. “wyciek pamięci”
- Pamięć należy zwalniać !!!

Operator new

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

int main(){
  int *p;

  p = new int;
  if (p==NULL) {
     cout << "no memory!!";
  }

  delete p;   // p == NULL
}
```

- W starszych systemach operator new zwraca NULL jeżeli nie udało się zarezerwować pamięci
- We współczesnych systemach będzie wyjątek więc sprawdzanie jest bezcelowe
- jeżeli p == NULL, można bezpiecznie wykonać delete p;

Operator new - tablice

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

int main(){
   int size = 100;
   int *p = new int[size];

   for (size_t i = 0; i < size; ++i) {
       p[i] = i;
   }

   delete [] p;
}
```

- Dynamiczna deklaracja tablicy
- Adresowanie jak w tablicy
- Zwalnianie tablicy

Rezerwowanie pamięci w “C”

```
#include <stdlib.h>

int main(){
   int size = 100;
   int *p = (int *)malloc(size, sizeof(int));

   for (size_t i = 0; i < size; ++i) {
      p[i] = i;
   }

   free(p);
}
```

- W języku C jest para funkcji:
  - malloc(...)
  - free(...)
- Funkcja malloc zwraca typ *void
- Należy rzutować na właściwy typ

quiz

PI06_new

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

Dziękuję