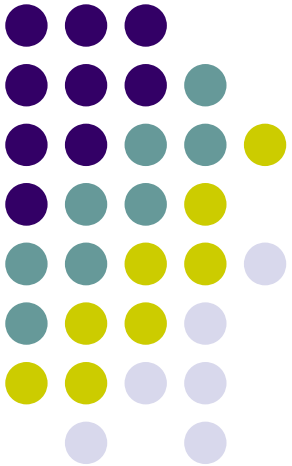
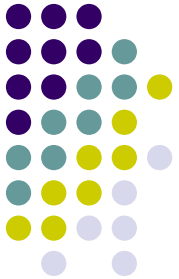
Średniozaawansowane programowanie w C++

Wykład #2

21 października 2020 r.



Plan



1. Kontenery STL (vector, map)
2. Sprytne wskaźniki
3. Algorytmy STL
4. Bindowanie funkcji
5. Lambda wyrażenia

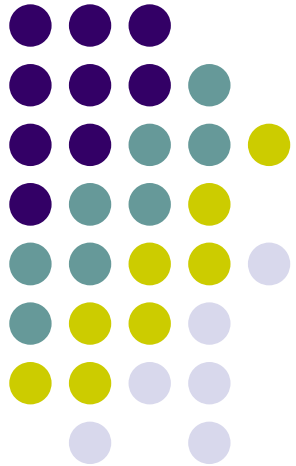
Kontenery STL

Lepiej

Szybciej

Bezpieczniej

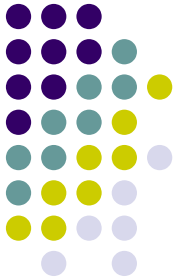
Wygodniej



Zajawka problemu

```
// Tablica na stosie
double tablica [333];

// Zalety: niszczona automatycznie (nie ma wycieków pamięci), łatwa w obsłudze
// Wady: niszczona automatycznie (funkcja nie może jej zwrócić), nierozszerzalna



// Tablica na stercie
double *tablica = new double [333];

// Zalety: przydział dynamiczny (tworzona i niszczona na żądanie), może być zwrócona przez funkcję
// Wady: przydział dynamiczny (potencjalny wyciek pamięci), nieskalowalna, nie przechowuje informacji o liczbie elementów
```

Najważniejsze kolekcje



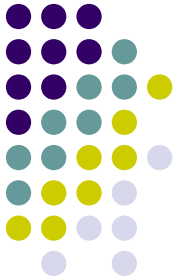
Sekwencyjne:

vector – jednowymiarowa tablica
array – tablica o stałym rozmiarze
list – lista dwukierunkowa
deque – kolejka o dwu końcach

Asocjacyjne:

map – tablica asocjacyjna (słownik)
set – zbiór
multiset – wartość może występować wielokrotnie
multimap – klucz może występować wielokrotnie

vector <class T> – mądra tablica

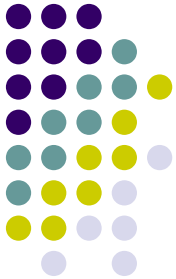


```
#include <vector>

// Tablica elementów typu double
std::vector<double> tablica;

// Zalety: niszczona automatycznie (nie ma wycieków pamięci), łatwa w
obsłudze, rozszerzalna
// Wady: rozszerzanie i wstawianie elementów w środek jest kosztowne

tablica.push_back (3.14159);    // dodawanie elementu do tablicy

// Liczenie średniej wartości („przeoranie” całej tablicy)
double srednia = 0.0;

for (std::vector<double>::const_iterator it = tablica.begin();
        it != tablica.end(); ++it)
        srednia += *it;

srednia /= tablica.size();      // FANTASTYCZNE: tablica zna swój rozmiar!
```

vector <class T> – mądra tablica

```
// Tablicę można przekazywać jako parametr funkcji:

// a) przez wartość – kopiuje zawartość całej tablicy (NIEZALECANE)
void moja_funkcja (const std::vector<double> tablica);

// b) przez referencję – szybko i sprawnie
void moja_funkcja (const std::vector<double> &tablica);

// Funkcja może zwrócić tablicę przez wartość (NIEZALECANE)
std::vector<double> wczytaj_tablice (std::ifstream &plik);

// Czasami warto z góry zarezerwować miejsce dla danych:
tablica.reserve (10000);

// Można także wstawiać elementy w dowolne miejsce:
tablica.insert (tablica.begin()+10, 137.99);
// Albo usuwać:
tablica.erase (tablica.begin()+13, tablica.begin()+17);


// Zawartość wektora jest niszczona automatycznie!

// W wektorze można trzymać elementy (prawie) dowolnej klasy:
std::vector<MojaFantastycznaKlasa> jupi;
```

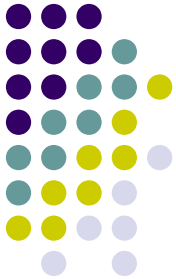
auto – wytrych dla leniwych



```
// Liczenie średniej wartości)
double srednia = 0.0;

// „Męczący” zapis w C++03
for (std::vector<double>::const_iterator it = tablica.begin();
        it != tablica.end(); ++it)
        srednia += *it;

// Alternatywa w C++0x (GCC >= 4.4)
for (auto it = tablica.begin(); it != tablica.end(); ++it)
        srednia += *it;

srednia /= tablica.size();
```

C++11

initializer_list <class T>



```
// Parametrem funkcji może być zbiór!
double srednia (std::initializer_list <double> liczby)
{
        double sr = 0.0;
        for (auto it = liczby.begin(); it != liczby.end(); ++it)
                srednia += *it;
        return (sr / initializer_list.size ());
}

double moja_srednia = srednia ({4.5, 5.0, 3.5, 4.5, 3.0});

// To samo tyczy się metod
class Zbior
{
        public:
        Zbior (std::initializer_list <int> liczby); // konstruktor
};

Zbior wynik_losowania = {3, 16, 27, 31, 39, 41};
```

C++11

array <class T, size_t N>

```
// Nowoczesna tablica o stałym rozmiarze

#include <array>
std::array<double, 3> a1 = {1.5, 2.2, 3.9};
std::array a2 {3.0, 1.0, 4.0};  // -> std::array<double, 3> [C++17]

// Metody begin() oraz end()
std::sort(a1.begin(), a1.end());

// Operator porównania tablic!
ff (a1 == a2)
        std::cout << "To takie same tablice!" << std::endl;

// Wypełnij całą tablicę tą samą wartością
a2.fill (4.5);

// Przypisuj lub kopiuj całe tablice
std::array a3 = a1;     // konstruktor kopiujący
a2 = a1 ;               // operator przypisania
```

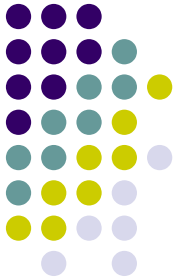
C++11
C++17

Pętla *for* oparta na zakresie

```
double srednia (std::initializer_list <double> liczby)
{
        double sr = 0.0;
        for (double &x : liczby)
                srednia += x;
        return (sr / initializer_list.size ());
}

double moja_srednia = srednia ({4.5, 5.0, 3.5, 4.5, 3.0});

// Można także używać do tablic w stylu C
int a[] = {0, 1, 2, 3, 4, 5};
for (int n : a)
    std::cout << n << ' ';
std::cout << '\n';
```

C++11

map <class Ta, class Tb> – mapa (niekoniecznie drogowa)



```
#include <map>

std::string wyraz;
std::cin >> wyraz;

std::map<char, int> statystyka; // „tabela” z dwiema kolumnami

for (int i = 0; i < wyraz.size(); ++i)
        statystyka [wyraz[i]] ++;       // MAGIA?!
for (std::map<char, int>::const_iterator it = statystyka.begin();
        it != statystyka.end(); ++it)
        std::cout << „Litera „ << it->first << „ występuje w wyrazie „ <<
                it->second << „ razy” << std::endl;
```

Efekt działania programu:

```
> tatarak
Litera a występuje w wyrazie 3 razy
Litera k występuje w wyrazie 1 razy
Litera r występuje w wyrazie 1 razy
Litera t występuje w wyrazie 2 razy
```

map <class Ta, class Tb> – jak to działa?

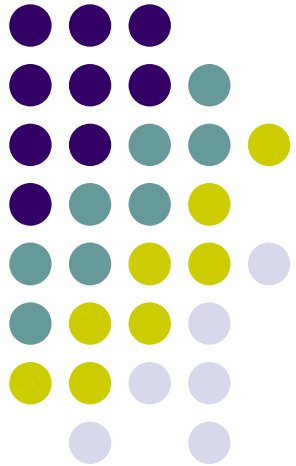
```
std::map<char, int> statystyka; // „tabela” z dwiema kolumnami
```

<char>	<int>
a	3
k	1
r	1
t	2

```
statystyka ['a'] ++;
std::map<char, int>::iterator it = statystyka.begin()+1;

std::cout << it->first << std::endl;
std::cout << it->second << std::endl;
```

Sprytne wskaźniki

Sprytny nie musi oznaczać „c*f*aniak”



Czemu warto być sprytnym?

```
try
{
        misiaczek *x = new misiaczek;
        x->miziaj ();   // funkcja może rzucić wyjątek
        delete x;
}
catch (std::exception)  // coś się popsuło przy mizianiu
{
        // napraw sytuację
}

// ŹLE: jeśli zostanie rzucony wyjątek, nie zwolnimy pamięci,
        na którą wskazuje x!
```

Podstawowe sprytne wskaźniki

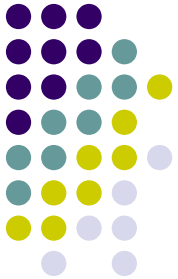
Aktualnie:

- std::unique_ptr – niekopiowalny (C++11)
- std::shared_ptr – współdzielony (C++11)
- std::weak_ptr (C++11)

Historyczne wskaźniki:

- boost::scoped_ptr – niekopiowalny
- std::auto_ptr – kopiowanie = przekazywanie wskaźnika
- boost::shared_ptr – wskaźnik z licznikiem

std::unique_ptr

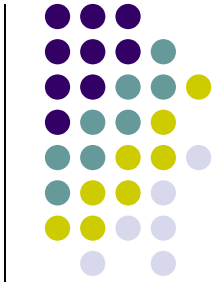


```
#include <memory>

try
{
        std::unique_ptr<misiaczek> x (new misiaczek);
        // ALBO (C++14):
        auto x = std::make_unique<misiaczek>();
        x->miziaj ();   // funkcja może rzucić wyjątek
}
catch (std::exception)  // coś się popsuło przy mizianiu
{
        // napraw sytuację
}

// DOBRZE: unique_ptr wywoła destruktor ~misiaczek() przed swoją śmiercią
```

std::unique_ptr

```
#include <memory>

std::unique_ptr<BardzoDuzaKlasa> fabryka_bdk (int n)
{
        std::unique_ptr<BardzoDuzaKlasa> bdk (new BardzoDuzaKlasa (n));
        // (…) miziamy bdk
        return bdk;
}


int main ()
{
        fabryka_bdk (18); // DOBRZE: zwrócony wskaźnik jest niszczony!
        // (…)
        std::unique_ptr<BardzoDuzaKlasa> bdk_33 = fabryka_bdk (33);
        // (…)
        return 0;
}
// DOBRZE: bdk_33 wywoła destruktor dla przechowywanego wskaźnika
```

std::shared_ptr



```
#include <memory>

void miziadełko (std::shared_ptr<NaszaKlasa> nk)
{
        nk->miziaj();
}

int main ()
{
        std::shared_ptr<NaszaKlasa> nasza_klasa (new NaszaKlasa (id));
        // ALBO:
        auto nasza_klasa = std::make_shared <NaszaKlasa) (id);

        // licznik (nasza_klasa) = 1
        miziadełko (nasza_klasa);       // licznik (nasza_klasa) = 2
        // licznik (nasza_klasa) = 1
        return 0;
        // licznik (nasza_klasa) = 0
}
// DOBRZE: nasza_klasa wywoła destruktor dla przechowywanego wskaźnika
```

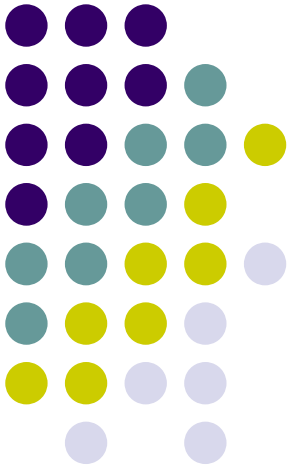
Algorytmy STL

Nie wyważa się

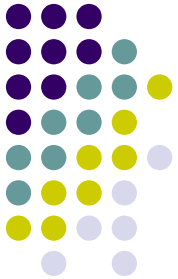
otwartych drzwi

Nie odkrywa się Ameryki

po raz wtóry



Najfajniejsze algorytmy



```
#include <algorithm>
```

for_each – mizia wszystkie elementy w ten sam sposób

find – znajduje element w kontenerze

count – liczy wystąpienia elementów

copy – kopiuje wskazane elementy

generate – wypełnia zakres wartościami z generatora

sort - sortuje

min_element – znajduje najmniejszy element

max_element – znajduje największy element

Więcej algorytmów i szczegółów:
http://www.cplusplus.com/reference/algorithm/

for_each

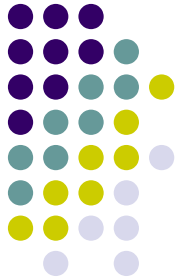
```
template <class InputIterator, class Function>
   Function for_each (InputIterator first, InputIterator last, Function f);

void dodaj_piec (double &x)
{
        x += 5;
}

std::vector<double> tablica;

// (…) wypełnienie tablicy

// zwiększenie każdego elementu tablicy o 5
std::for_each (tablica.begin(), tablica.end(), dodaj_piec);

// UWAGA! Zamiast funkcji jako trzeci argument może być użyty funktor.
```

count

```
template <class InputIterator, class T>
  typename iterator_traits<InputIterator>::difference_type
    count ( ForwardIterator first, ForwardIterator last, const T& value );
```

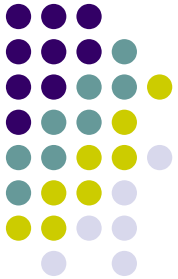
```
int liczba_trafien;
int moje_liczby[] = {10,20,30,30,20,10,10,20};   // 8 elementów
liczba_trafien = (int) count (moje_liczby, moje_liczby+8, 10);
std::cout << "Liczba 10 pojawia sie " << liczba_trafien << " razy.\n";
```

generate



```
template <class ForwardIter, class Generator>
  void generate (ForwardIter first, ForwardIter last, Generator gen );

double rozklad_gaussa ();       // generuje liczby z rozkładu Gaussa
std::vector<double> liczby (100);


// Wypełniamy całą tablicę liczbami z rozkładu normalnego
generate (liczby.begin(), liczby.end(), rozklad_gaussa);
```

sort, max_element, min_element



```
template <class RandomAccessIterator>
  void sort ( RandomAccessIterator first, RandomAccessIterator last );

template <class ForwardIter>
  ForwardIterator max_element ( ForwardIter first, ForwardIter last );
template <class ForwardIter>
  ForwardIterator min_element ( ForwardIter first, ForwardIter last );
```

```
std::vector<double> liczby;
// (…) wczytujemy liczby z pliku/klawiatury

std::cout << „Największa liczba:” <<
        *max_element (liczby.begin(), liczby.end()) << std::endl;
std::cout << „Najmniejsza liczba:” <<
        *min_element (liczby.begin(), liczby.end()) << std::endl;
sort (liczby.begin(), liczby.end());    // już posortowane :)
```

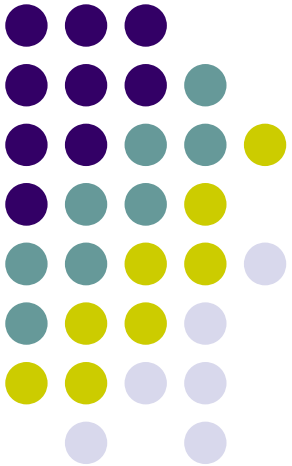
Bindowanie funkcji

Funktory

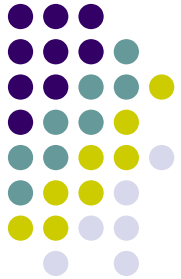
std::bind

std::ref

std::function



Funktor



```
class ObliczaczSredniej
{
        public:
                ObliczaczSredniej () : n_ (0), suma_ (0.0) {}
                void operator() (double liczba) {suma_ += liczba; ++n_;}
                double obliczSrednia () const {return suma_ / n_;}
        private:
                int n_;
                double suma_;
};

int main ()
{
        ObliczaczSredniej srednia;
        std::vector<double> tab;
        // (…) wczytujemy liczby do tab

        // FANTASTYCZNE: Obliczenie średniej z tabeli w jednej linijce!
        std::for_each (tab.begin(), tab.end(), srednia);

        std::cout << „Srednia liczb wynosi” << srednia.obliczSrednia();
}
```

std::bind
– czyli jak przytulić wszystkie misie?

```
#include <functional>

using namespace std::placeholders;  // _1, _2, _3...

class Misio
{
        public:
                void przytul ();
                // (…)
};

int main ()
{
        std::vector<Misio> misie;
        // (…)

        std::for_each (misie.begin(), misie.end(),
                std::bind (&Misio::przytul, _1));
        // FANTASTYCZNE: Wszystkie misie zostały przytulone!

        std::cout << "Misie się cieszą!" << std::endl;
}
```

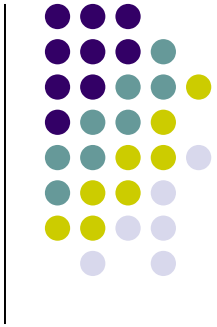
C++11

std::bind – wszystkie misie przytulamy mocno!

```
#include <functional>

class Misio
{
        public:
                void przytul (bool czy_mocno);
                // (…)
};

int main ()
{
        std::vector<Misio> misie;
        // (…)

        std::for_each (misie.begin(), misie.end(),
                std::bind (&Misio::przytul, _1, true));
        // FANTASTYCZNE: Wszystkie misie zostały mocno przytulone!

        std::cout << "Misie się cieszą jeszcze bardziej!" << std::endl;
}
```

C++11

std::ref – dobra referencja nie jest zła!



```
#include <functional>

class ObliczaczSredniej
{
        public:
                ObliczaczSredniej () : n (0), suma (0.0) {}
                void dodaj (double liczba) {suma_ += liczba; ++n_;}
                double obliczSrednia () const {return suma_ / n_;}
        // private: (…)
};

int main ()
{
        ObliczaczSredniej srednia;
        std::vector<double> tab;
        // (…) wczytujemy liczby do tab

        // FANTASTYCZNE: Obliczenie średniej z tabeli w jednej linijce!
        std::for_each (tab.begin(), tab.end(),
            std::bind (&ObliczaczSredniej::dodaj, std::ref(srednia), _1);

        std::cout << "Srednia liczb wynosi" << srednia.obliczSrednia();
}
```

C++11

std::function – przechowujemy funkcje

```
#include <functional>

void licz_od_do (int ood, int doo);

int main()
{
        std::function <void (int, int)> pf = licz_od_do;

        pf (3, 7);      // równoważne licz_od_do (3, 7);

        std::function <void (int)>
                licz_do = std::bind (licz_od_do, 1, _1);

        licz_do (8);    // równoważne licz_od_do (1, 8);
}
```

std::function jest obiektem klasy, zatem może być przechowywany w kontenerze, np. w wektorze:

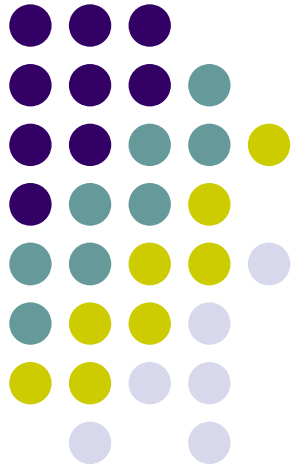
```
typedef std::function <void (int, int)> func_i_i;
std::vector <func_i_i> wektor_funkcji;  // FANTASTYCZNE!
```

C++11

Funkcje i wyrażenia lambda

Bardziej

λ



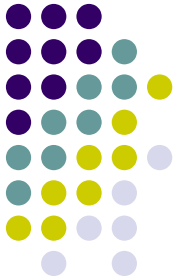
Funkcje anonimowe *(lambda)*

```
[domknięcie](parametry) -> zwracany_typ { cialo_funkcji }
```

```
int main ()
{
        // Wypisuje Brzydki kaczor!
        []() {std::cout << "Brzydki kaczor!";} ();

        // Uniwersalna funkcja obrażająca :)
        auto gbur = [] (std::string kogo) {std::cout << "Brzydki " <<
                kogo << "!";};
        gbur ("koczkodan");     // obraża koczkodana
        gbur ("kaczor");        // obraża kaczora

        // Zwraca x²
        auto kwadrat = [] (int x) {return x*x;};
        std::cout << kwadrat (7);

}
```

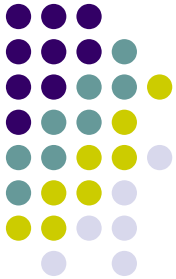
Obszerna lektura uzupełniająca: https://pl.wikipedia.org/wiki/Funkcja_anonimowa

std::lambda – wyświetlenie całej tablicy



```
int main ()
{
        std::vector<int> liczby;
        // (…) wypełniamy tablicę

        std::for_each (liczby.begin(), liczby.end(),
                [] (int &x) {std::cout << x << ' ';} );

        // FANTASTYCZNE: Cała tablica wyświetlona na cout
}
```

boost::lambda – wyświetlenie całej tablicy



```
#include <boost/lambda/lambda.hpp>

int main ()
{
        std::vector<int> liczby;
        // (…) wypełniamy tablicę

        std::for_each (liczby.begin(), liczby.end(),
                std::cout << boost::lambda::_1 << ' ');
        // FANTASTYCZNE: Cała tablica wyświetlona na cout
}
```

std::lambda – obliczanie średniej

```
int main ()
{
        std::vector<float> liczby;
        // (…) wypełniamy tablicę
        float srednia = 0.0;

        std::for_each (liczby.begin(), liczby.end(),
                [&srednia] (int &x) {srednia += x;} );

        srednia /= liczby.size();
        // FANTASTYCZNE: Średnia obliczona błyskawicznie

        std::cout << "Srednia liczb:" << srednia << std::endl;
}
```

boost::lambda – obliczanie średniej

```
#include <boost/lambda/lambda.hpp>

int main ()
{
        std::vector<float> liczby;
        // (…) wypełniamy tablicę
        float srednia = 0.0;

        std::for_each (liczby.begin(), liczby.end(),
                srednia += boost::lambda::_1);

        srednia /= liczby.size();
        // FANTASTYCZNE: Średnia obliczona błyskawicznie

        std::cout << "Srednia liczb:" << srednia << std::endl;
}
```

Są jeszcze funkcje lambda:
http://en.wikipedia.org/wiki/Anonymous_function#C.2B.2B_.28since_C.2B.2B11.29

Programowanie jest fantastyczne!!!