

Dzisiejszy wykład

- # Wzorce funkcji
- # Wzorce klas
- # Tablica asocjacyjna

Wzorce

- ✚ Często pojawia się konieczność pisania podobnych funkcji lub klas operujących na argumentach różnych typów

```
int minimum(int x, int y)
{
    if (x < y)
        return x;
    else
        return y;
}
```

```
double minimum(double x, double y)
{
    if (x < y)
        return x;
    else
        return y;
}
```

- ✚ Wzorce umożliwiają jednokrotne napisanie kodu, który będzie wykorzystywany dla wielu typów danych

```
TYPE minimum(TYPE x, TYPE y)
{
    if (x < y)
        return x;
    else
        return y;
}
```

Wzorce

Słowo kluczowe

Nazwa parametru określającego typ

```
template <class aType> aType minimum(aType x, aType y)
{
    if(x<y)
        return x;
    else
        return y;
}
```

Nazwa wzorca funkcji

Wyraz *aType* jest nazwą podaną przez użytkownika,
nie słowem kluczowym
aType może być prawie dowolnym typem
Operacja < musi być zdefiniowana dla *aType*

Wzorce

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
template < class T > T minimum (T x, T y)
{
    if (x < y)
        return x;
    else
        return y;
}
int main ()
{
    int x = 50, y = 30;
    string a = "hello", b = "goodbye";
    cout << "minimum for ints " << minimum (x, y) << endl;
    cout << "minimum for strings " << minimum (a, b) << endl;
}
```

Definicja wzorca funkcji

Konkretyzacja wzorca dla danego typu/typów argumentów

Wzorce

Składnia deklaracji wzorca:

Wzorzec klasy

```
template <class aType> className {  
    // class definition  
};
```

Wzorzec funkcji

```
template <class aType> ReturnType  
functionName(arguments)  
{  
    // function definition  
}
```

Funkcja zamieniająca obiekty

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
template<class T> void swap_value(T& var1, T& var2) {
    T temp;
    temp = var1;
    var1 = var2;
    var2 = temp;
}
int main() {
    int int1 = 1, int2 = 2;
    cout << "original " << int1 << " " << int2 << endl;
    swap_value(int1, int2);
    cout << "after " << int1 << " " << int2 << endl;
    string s1 = "one", s2 = "two";
    cout << "original " << s1 << " " << s2 << endl;
    swap_value(s1, s2);
    cout << "after " << s1 << " " << s2 << endl;
}
```

Działa dla wszystkich
klas, dla których
istnieje *operator =*

Funkcja zamieniająca obiekty

```
// using swap_value template as before
class Value {
    private:
        int x;
    public:
        Value(int i = 0) : x(i) {}
        friend ostream& operator<<(ostream& out, Value v);
};

ostream& operator<<(ostream& out, Value v) {
    out << "value(" << v.x << ")";
    return out;
}

int main() {
    Value v1(5), v2(10);
    cout << "original " << v1 << " " << v2 << endl;
    swap_value(v1, v2);
    cout << "after " << v1 << " " << v2 << endl;
}
```

Sortowanie bąbelkowe

```
// using swap_value template as before
template < class T >
void bubblesort (T * A, unsigned int size)
```

```
{
    for (unsigned int i = 0; i < size-1; i++)
        for (unsigned int j = size - 1; j > i; j--)
            if (A[j] < A[j-1])
                swap_value (A[j], A[j-1]);
}
```

```
int main ()
{
```

```
    string S[5]={"ula", "ala", "ola", "genowefa", "stefania"};
    int      I[3]={4, 1234, -7};
    bubblesort(S, 5);
    bubblesort(I, 3);
    for(int i=0; i<5; i++)
        cout<<S[i]<<endl;
    for(int i=0; i<3; i++)
        cout<<I[i]<<endl;
}
```

Działa dla wszystkich
klas, dla których
istnieje *operator <*
i *operator =*

Wzorce z punktu widzenia kompilatora

- # Podczas konkretyzacji wzorca kompilator wykonuje podobne czynności jak przy rozwijaniu makrodefinicji
 - # Programista pisze: `minimum(2,3)`
 - # Kompilator emituje kod dla nowej kopii funkcji nazywając ją np. `minimum_int` i zastępuje `T` przez `int` w całym kodzie wzorca
 - # Kompilator musi mieć dostęp do pełnego kodu wzorca w momencie konkretyzacji
 - # Zazwyczaj cały kod wzorca umieszczany jest w pliku nagłówkowym

Wzorzec klasy vector

Parametr wzorca

Nazwa wzorca

Słowa kluczowe

```
template<class C> class vector
{
    C *dane;
    unsigned int size;
public:
    class index_out_of_range{};
    explicit vector (int s);
    ~vector ();
    C& operator[] (unsigned int pos);
    C operator[] (unsigned int pos) const;
    vector (const vector<C> & s);
    void swap(vector<C>& s);
    vector<C> & operator= (const vector<C> & s);
    friend ostream &
        operator<< (ostream & o, const vector<C> & v);
};
```

Użycie parametru wzorca

Do czego można użyć parametru wzorca:

Do określenia typu danych używanego w klasie

```
C *dane;
```

Do określenia typu parametru metody

```
void swap(vector<C>& s);
```

Do określenia typu danej zwracanej przez metodę

```
C& operator[] (unsigned int pos);
```

Konkretyzacja wzorca

- # Dana jest deklaracja wzorca

```
template<class C> class vector {...};
```

- # *vector* jest wzorcem klasy, aby uzyskać nazwę klasy należy dokonać konkretyzacji wzorca

vector - nazwa wzorca klasy

vector<int> - nazwa klasy, wektora liczb całkowitych

- # Obiekty tworzy się przy użyciu skonkretyzowanego wzorca klasy

```
vector<string> a(10);  
typedef vector<int> intVector;  
intVector b(5);
```

- # Konkretny typ (*string* lub *int*) zostaje podstawiony pod formalny parametr wzorca (*C*) w definicji wzorca

Użycie wzorców klas

- # Po konkretyzacji wzorca używa się tak samo jak zwykłej klasy

```
vector<string> a(5), b(10);  
a.swap(b);
```

- # Parametr dla funkcji zamiany został podany jako *vector<C>&* w definicji wzorca
- # Został odwzorowany jako *vector<string>&* przy deklaracji obiektu *a*
- # Stąd, przy wywołaniu *swap* musimy jako argument podać *vector<string>*

Implementacja metod wzorca klas

template i parametry formalne

```
template<class C> vector<C>::vector (int s)
{
    //member function body goes here
};
```

operator zasięgu i nazwa funkcji

nazwa klasy i parametry formalne

```
template<class C> void vector<C>::swap(vector<C>& s)
{
    //member function body goes here
};
```

typ wartości zwracanej

```
template<class C> class vector
{
    //...
    void swap(vector<C>& s)
    {
        //member function body goes here
    }
    //...
};
```

Definicja od razu w deklaracji wygląda prościej

Inicjalizacja pamięci i konstruktor domyślny

- ✚ Poniżej przedstawiono reguły określające inicjalizację pamięci zaalokowanej dynamicznie
- ✚ *int* reprezentuje tutaj dowolny typ POD (Plain Old Data), czyli taki, którego definicja wyglądałaby dokładnie tak samo w C

```
class Object { /* ... */};

Object* p1 = new Object;    /* Object::Object() used */
Object* p2 = new Object();  /* Object::Object() used */
int*     p3 = new int;      /* not initialized ! */
int*     p4 = new int();    /* initialized to zero */
Object*  p5 = new Object[7]; /* Object::Object() used 7 times */
int*     p6 = new int[7];   /* not initialized ! */
int*     p7 = new int[7](); /* initialized to zero! */
```

Konstruktor kopiujący i wyjątki

- # W przypadku wystąpienia wyjątku w konstruktorze klasy `vector<C>`, destruktor klasy `vector<C>` nie zostanie wywołany
- # Dlatego należy zadbać o zwolnienie pamięci w przypadku wystąpienia wyjątku w konstruktorze

```
template<class C> class vector
{
//...
    vector (const vector<C> & s)
    {
        dane = new C[s.size];
        size = s.size;
        try {
            for (unsigned i = 0; i < size; i++)
                dane[i] = s.dane[i];
        }
        catch(...)
        {
            delete [] dane;
            throw;
        }
    }
};
```


Operator przypisania i wyjątki

- W celu zagwarantowania poprawnego działania operatora przypisania w przypadku zgłoszenia wyjątku przez operator przypisania dla typu *C*, operator przypisania implementujemy przy pomocy konstruktora kopiującego i funkcji *swap*

```
template<class C> class vector
{
//...
void swap(vector<C>& s)
{
    C* t1=s.dane;
    unsigned int t2=s.size;
    s.dane=dane;
    s.size=size;
    dane=t1;
    size=t2;
}
vector<C> & operator= (const vector<C> & s)
{
    if (this == &s)
        return *this;
    vector<C> n(s);
    swap(n);
    return *this;
}
};
```

Funkcja *swap* nigdy
nie zgłasza wyjątku

W przypadku
zgłoszenia wyjątku
przez konstruktor
kopiujący, obiekt
pozostaje w
niezmienionym stanie

Założenia co do parametru *C* wzorca *vector*

- # Posiada konstruktor bezparametrowy
 - # użyty w konstruktorach do stworzenia tablicy obiektów typu *C*
- # Posiada konstruktor kopiujący
 - # użyty przy przekazywaniu parametru w operatorze indeksowania
- # Posiada operator przypisania
 - # użyty w operatorze przypisania wzorca *vector<C>*
- # Posiada operator *<<*
 - # użyty w operatorze *<<* wzorca *vector<C>*

Wzorce klas z punktu widzenia kompilatora

- # Programista pisze: `vector<int> a;`
- # Kompilator emituje nową kopię klasy nazywając ją np. `vector_int` i zastępuje `C` przez `int` w całym kodzie wzorca klasy
- # Kompilator musi mieć dostęp do pełnego kodu wzorca w momencie konkretyzacji
- # Zazwyczaj cały kod wzorca umieszczany jest w pliku nagłówkowym

Wzorce klas i kontrola typów

- # Ciała metod używają tych samych algorytmów dla wektora liczb całkowitych, liczb rzeczywistych czy łańcuchów tekstowych
 - # Kompilator wykonuje jednak kontrolę typów
- # Jeżeli napiszemy

```
vector<int> a;  
vector<double> b;  
vector<string> c;
```

kompileator wygeneruje trzy różne klasy z normalnymi regułami kontroli typów

```
a[7]="ała"; //compile-time error
```

Tablica asocjacyjna

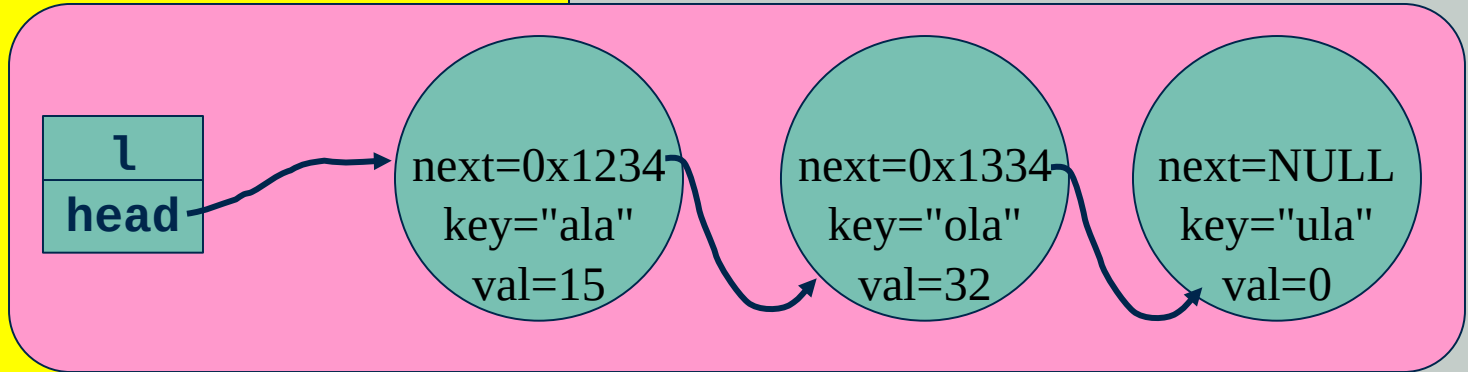
- # Tablica asocjacyjna to struktura danych, zawierająca zbiór par <klucz,wartość>
- # Może być interpretowana jako funkcja przypisująca kluczowi odpowiednią wartość
- # Może to być na przykład tablica liczb całkowitych indeksowana łańcuchami tekstowymi

```
assocTab at;  
at["ała"]=15;  
at["oła"]=32;  
cout << at["ała"]<<at["oła"]<<at["uła"]<<endl;
```

Tablica asocjacyjna

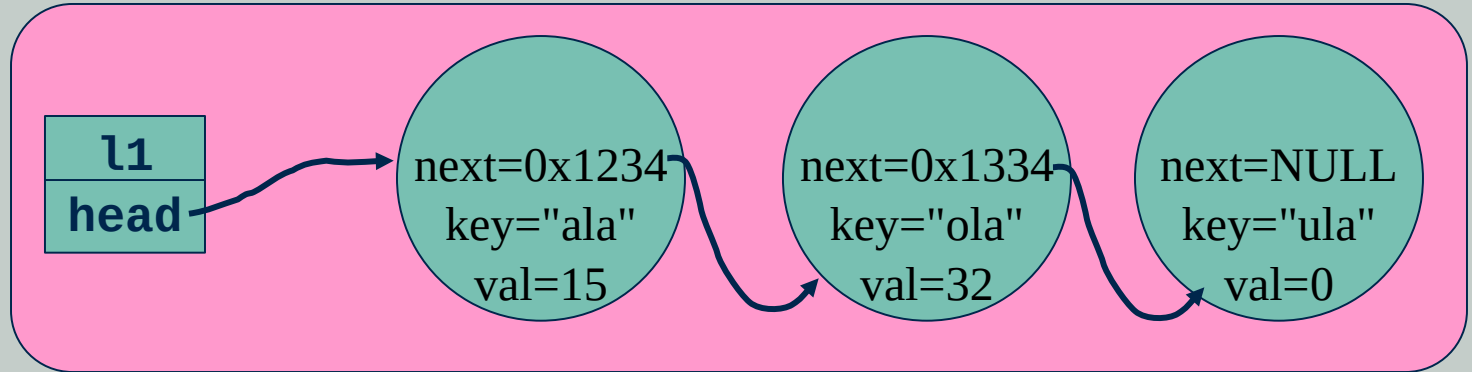
Tablicę asocjacyjną można zbudować w oparciu o strukturę listy

```
class assocTab
{
private:
    struct node
    {
        node *next;
        char* key;
        int val;
    };
    node * head;
    void insert (const char *key, int value);
    void clear ();
    node *find (const char *key) const;
    void swap (assocTab & l);
public:
    assocTab ();
    assocTab (const assocTab & l);
    assocTab & operator= (const assocTab & l);
    ~assocTab ();
    int &operator[] (const char *);
};
```



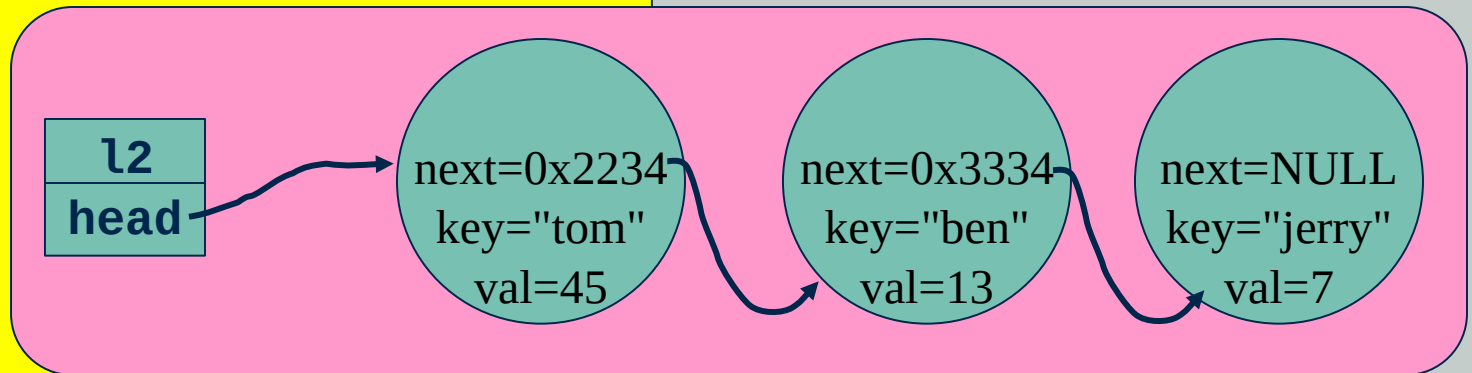
Tablica asocjacyjna - funkcja *swap*

- ✚ W celu zapewnienia właściwego działania operatora przypisania, zaimplementowano go przy pomocy konstruktora kopiującego i funkcji *swap*



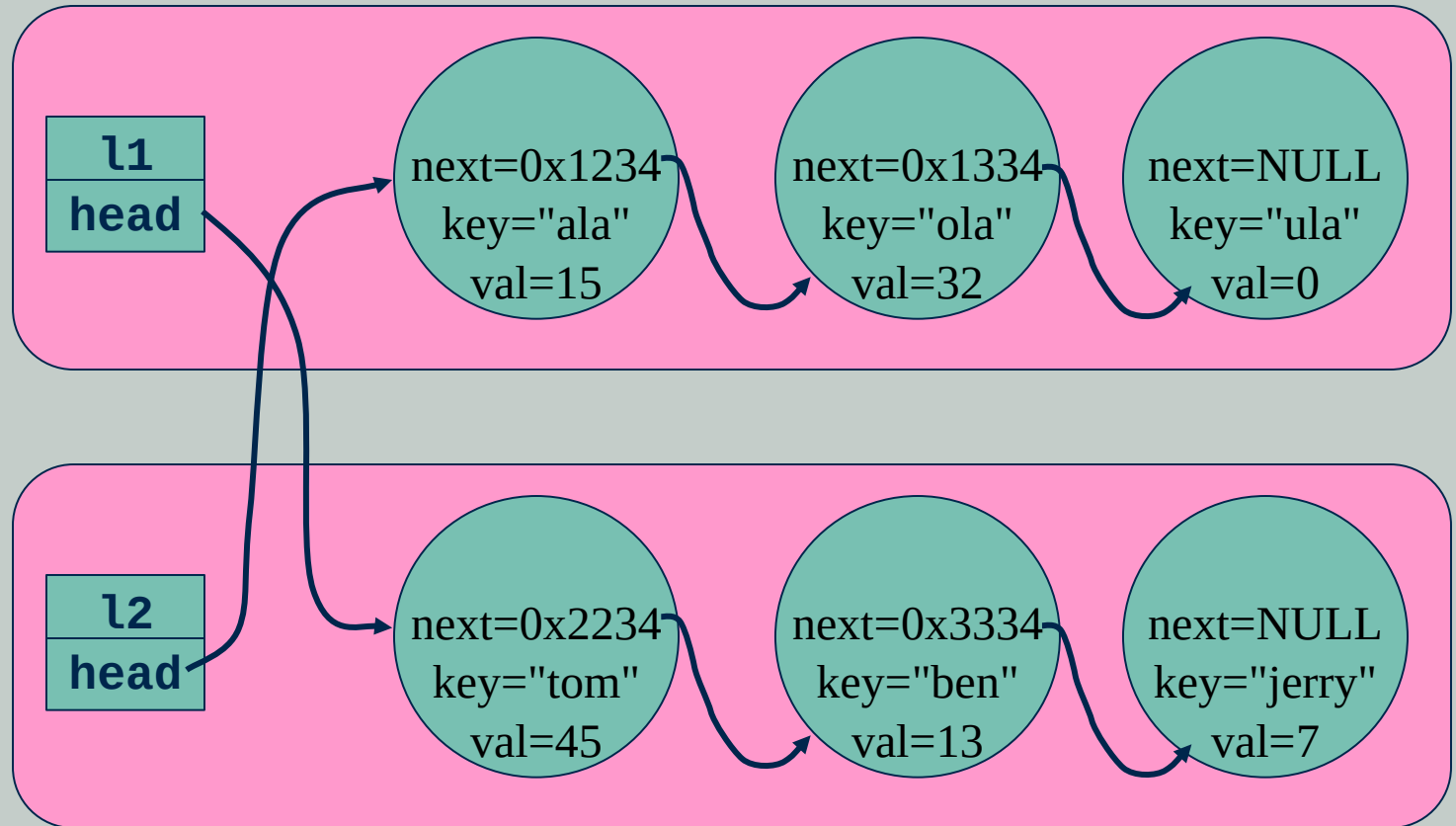
```
assocTab & assocTab::operator= (const assocTab & l)
```

```
{  
    if (&l == this)  
        return *this;  
    assocTab t (l);  
    swap (t);  
    return *this;  
}
```



Tablica asocjacyjna - funkcja *swap*

- ⚠ Funkcja *swap* zamienia jedynie wskaźniki, nie może więc spowodować wyjątku



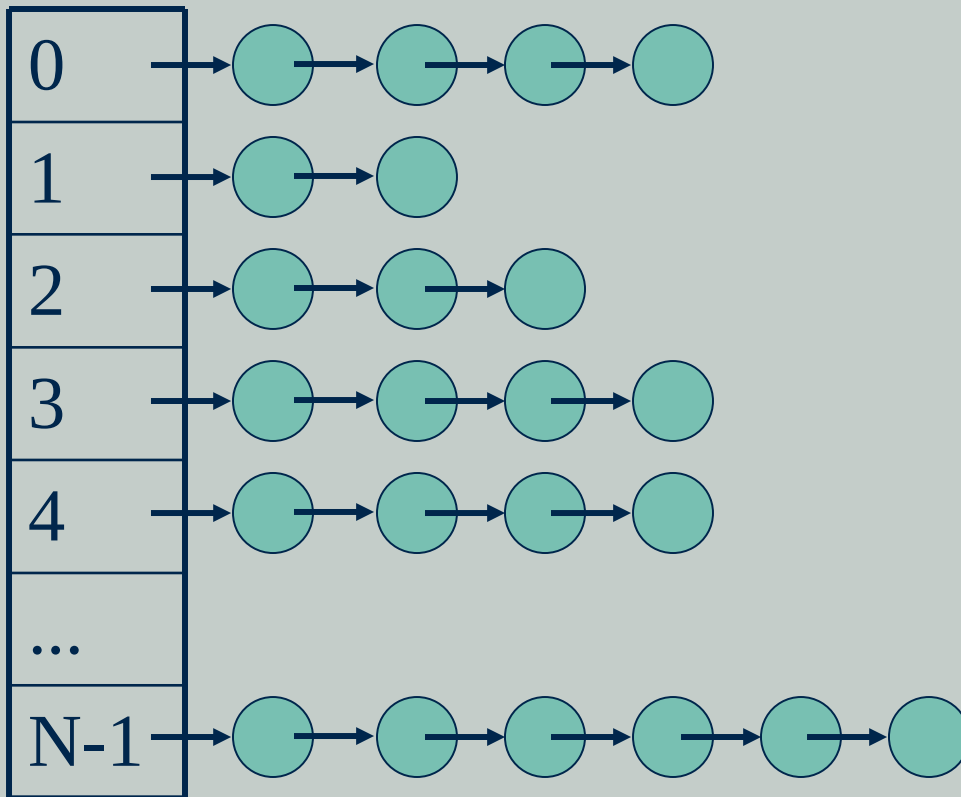
Tablica asocjacyjna - ulepszenie

- ⚡ Czas wyszukiwania w tablicy asocjacyjnej zaimplementowanej jako lista jest proporcjonalny do liczby elementów w tablicy
- ⚡ Często stosowaną metodą skrócenia czasu wyszukiwania jest zastosowanie funkcji mieszającej
- ⚡ Funkcja mieszająca jest to funkcja, która dla każdego łańcucha tekstowego zwraca liczbę z przedziału $<0 \dots N-1>$. Rozkład wartości powinien być równomierny dla wszystkich łańcuchów umieszczanych na liście
- ⚡ Dobór odpowiedniej funkcji mieszającej dla danej dziedziny zastosowań jest sztuką

```
unsigned int hash(const char*);
```

Tablica asocjacyjna z funkcją mieszającą

- # Zamiast jednej listy, tworzymy N list
- # Na każdej liście znajdują się węzły o tej samej wartości funkcji mieszającej dla klucza



W idealnym przypadku, długości wszystkich list są jednakowe i czas wyszukiwania skrócony n-krotnie

Tablica asocjacyjna z funkcją mieszającą

- # W definicji klasy skorzystamy z uprzednio zdefiniowanego wzorca klasy *vector*

```
class hashAssocTab
{
    vector<assocTab> v;
    int chains;
public:
    hashAssocTab(unsigned int c): v(c),chains(c){};
    unsigned int hash(const char* s)
    {
        unsigned sum=0;
        while(*s)
        {
            sum+=(unsigned char)(*s);
            s++;
        }
        return sum % chains;
    }
    int& operator[] (const char *s)
    {
        return (v[hash(s))][s];
    }
    // default constructor, destructor and assignment operator not necessary
};
```