Dzisiejszy wykład

- Wzorce funkcji
- Wzorce klas
- Tablica asocjacyjna
- Składowe statyczne

Wzorce

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

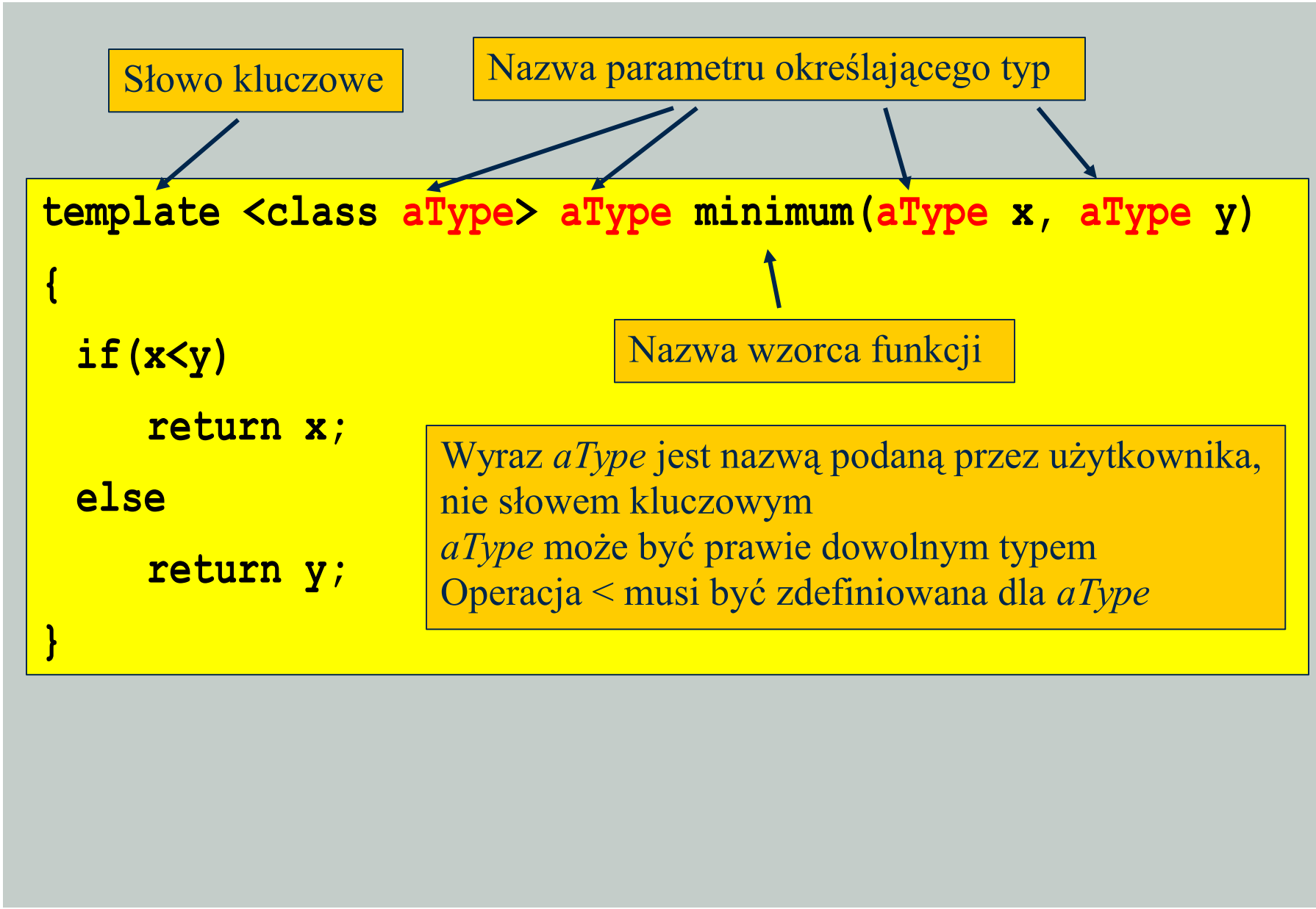
```
int minimum(int x, int y)
{
  if (x < y)
       return x;
  else
       return y;
}
```

```
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

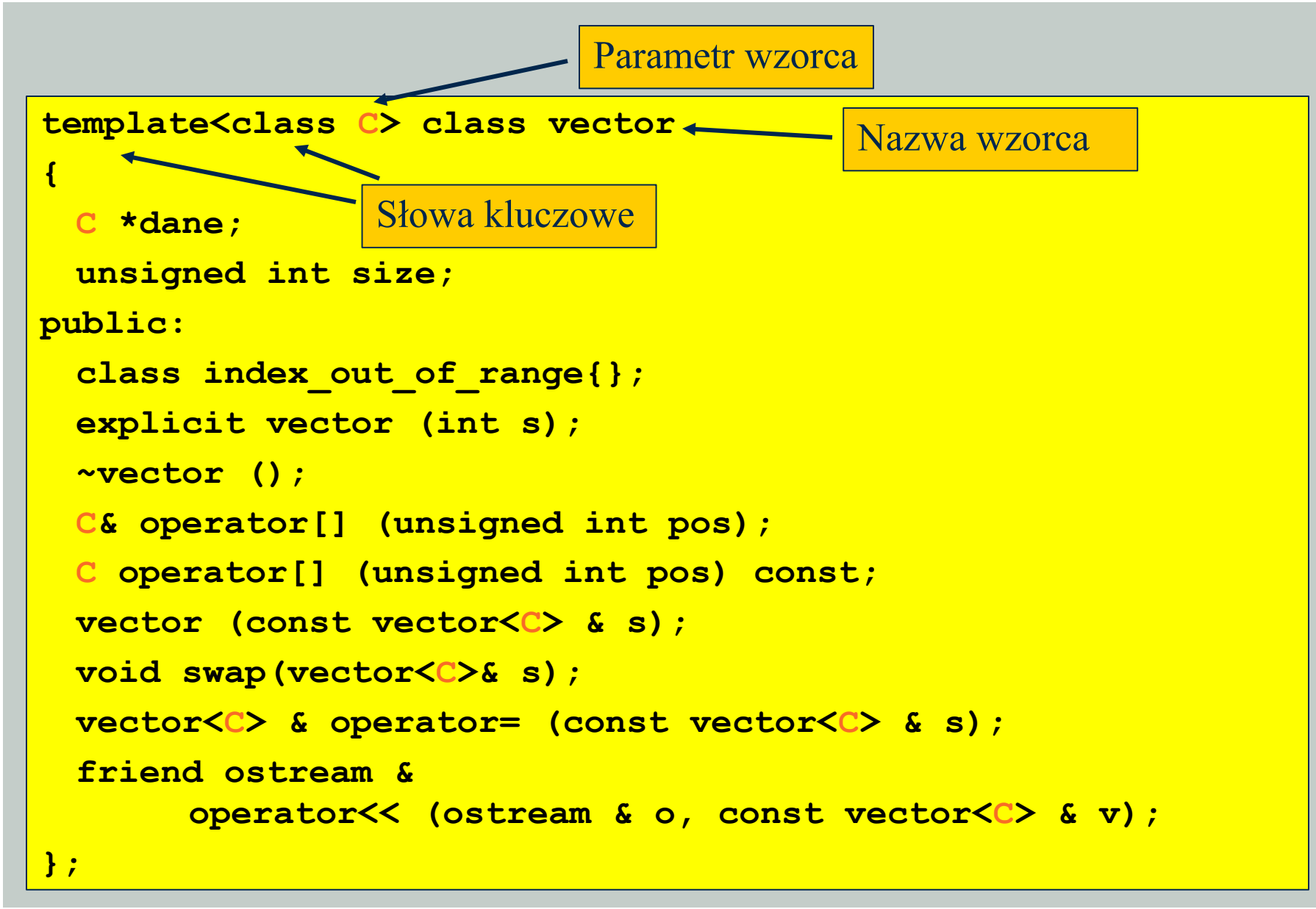
```
// using swap_value template as before
template < class T >
void bubblesort (T * A, unsigned int size)
{
  for (unsigned int i = 0; i < size-1; i++)
    for (unsigned int j = size - 1; j > i; j--)
      if (A[j] < A[j-1])
        swap_value (A[j], A[j-1]);
}
int main ()
{
  string S[5]={"ula","ala","ola","genowefa","stefania"};
  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*




```
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 ! */
```

- Dlatego domyślny konstruktor wzoraca wektora jest nieco nadmiarowy

```
explicit vector (int s)
{
  data = new C[s];
    size = s;
  for (unsigned i = 0; i < size; i++)
      data[i] = C(); //redundant except POD types
}
```

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;
```

kompilator wygeneruje trzy różne klasy z normalnymi regułami kontroli typów

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

Tablica asocjacyjna

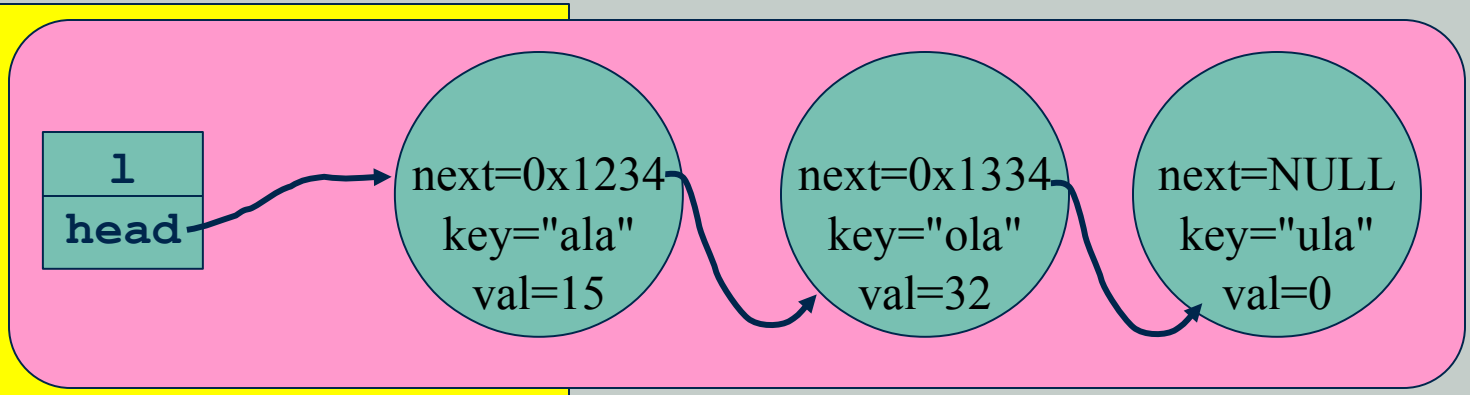
- Tablica asocjacyjna to struktura danych, zawierająca zbiór par <klucz,wartość>
- Może być interpretowana jako funkcja przypisująca kluczowi odpowiednią wartość
- Może to być na przykład tablica liczb całkowitych indeksowana łańcuchami tekstowymi

```
assocTab at;
at["ala"]=15;
at["ola"]=32;
cout << at["ala"]<<at["ola"]<<at["ula"]<<endl;
```

Tablica asocjacyjna

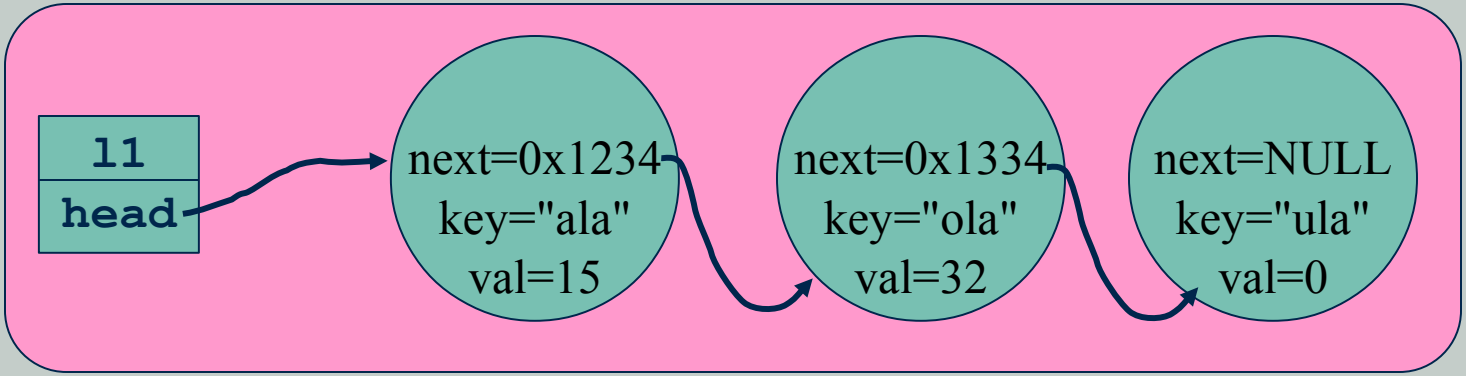
- Tablicę asocjacyjną można zbudować w oparciu o strukturę listy

```
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 *);
};
```

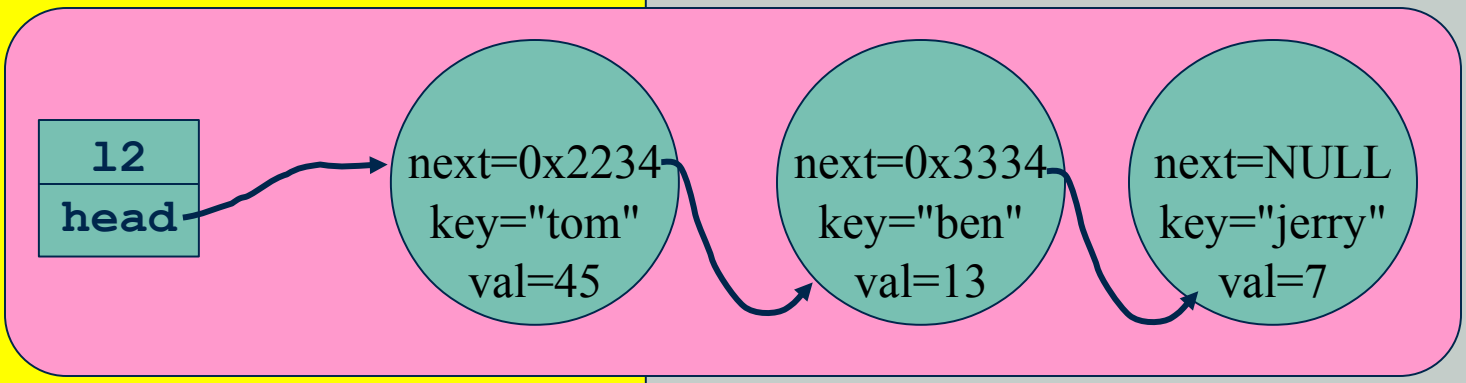


Tablica asocjacyjna - funkcja *swap*

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

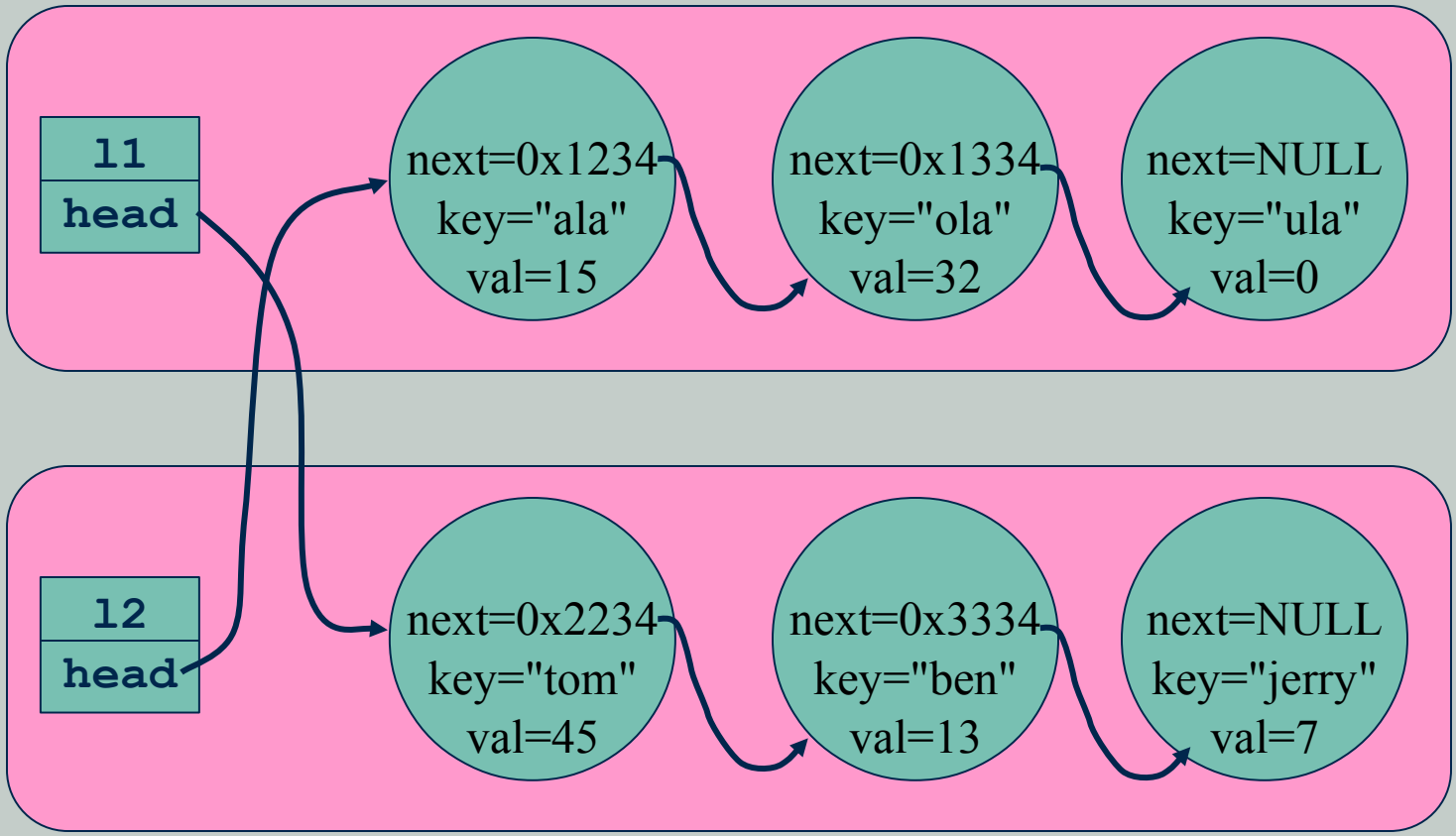



```
assocTab & assocTab::operator= (const assocTab & l)
{
  if (&l == this)
    return *this;
  assocTab t (l);
  swap (t);
  return *this;
}
```



Tablica asocjacyjna - funkcja *swap*

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



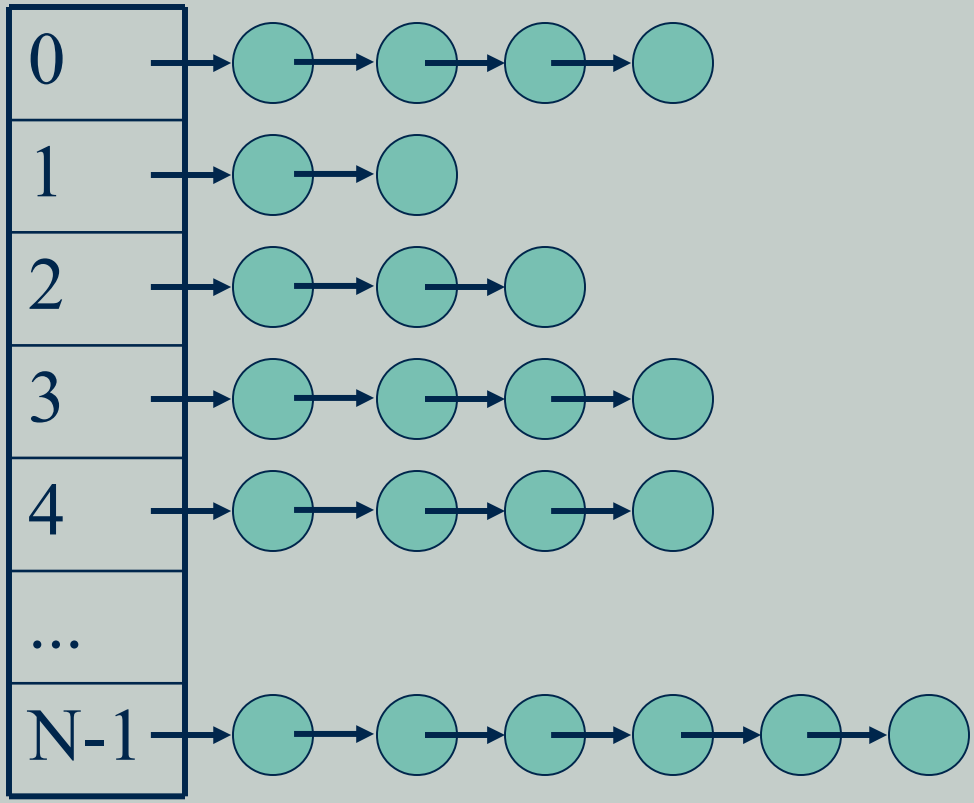
Tablica asocjacyjna - ulepszenie

- 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...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
};
```

Składowe statyczne

- Składowe statyczne są wspólne dla wszystkich obiektów danej klasy
- Metody statyczne nie otrzymują wskaźnika *this*
- Metody statyczne mogą korzystać jedynie ze składowych statycznych danej klasy
- Do składowych statycznych można odwoływać się zarówno za pośrednictwem jakiegoś obiektu (przy pomocy kropki), jak i przez nazwę klasy (operator wyboru zasięgu ::)
- Pola statyczne muszą być dokładnie raz zdefiniowane w programie (nie tylko zadeklarowane)

```
#include <iostream>
using namespace std;
class example
{
        static int a;
        int v;
public:
        static int getStatic() { return a;};
        static void setStatic(int p) {a=p;};
        example(int p): v(p){};
        int fun(){return v+a;};
};
```

```
int example::a=42;
int main() {
        example e(27);
        example f(47);
        cout << example::getStatic()<<endl;
        f.setStatic(34);
        cout << e.fun()<<endl;
};
```