

Języki programowania, Czwartek 15.01.2015, 8:15-9:45
Zadanie 11 - ostatnie

Dzisiaj wykorzystamy kolejną bardzo ważną rzecz języka C++ - szablony funkcji i szablony klas.

Wstęp – co to są klasy i funkcje szablone w języku C++?

Rozważmy prostą klasę, która przechowuje jakiś typ informacji, na przykład tablicę int'ów:

```
class KlasaInt
{
    int *tablica
    int rozmiar;
public:
    KlasaInt(int Rozmiar);
    void UstawElement(int poz, int wartosc);
    int PobierzElement(int poz);
};

KlasaInt::KlasaInt(int Rozmiar)
{
    rozmiar = Rozmiar;
    tablica = new int[Rozmiar];
}
void KlasaInt::UstawElement(int poz, int wartosc)
{
    tablica[poz]=wartosc;
}
int KlasaInt::PobierzElement(int poz)
{
    return tablica[poz];
}

int main()
{
    KlasaInt kl(10);
    kl.UstawElement(5) = 20;
    cout<<kl.PobierzElement(5)<<endl;

    return 0;
}
```

Co by należało zrobić, gdybyśmy potrzebowali przechować w identyczny sposób dodatkowo inne typy danych. np. double, std::string, char*, etc.? Musielibyśmy za każdym razem, dla każdego oddzielnego typu danych, który jest nam potrzebny, tworzyć nową klasę (np. KlasaString, gdzie mielibyśmy string *tablica zamiast int *tablica itp.). Napisanie sporej ilości tego typu klas zajęłoby nam pewną ilość czasu oraz zwiększyło znacznie ilość plików w projekcie (można sobie wyobrazić duży projekt, gdzie każdy dodaje klasy różniące się właściwie tylko typem przechowywanych danych a służących do tych samych celów – ogrom klas!). Na szczęście język C++ przychodzi nam tu z rozwiązaniem takiego problemu i pozwala tworzyć klasy szablone (ang. *template class*), które dostosowują się automatycznie do typu danych używanego w programie głównym. Przykład klasy szablonej analogicznej do przykładu powyżej jest następujący:

```
template<class T>
class KlasaSzablona
{
    T *tablica
    int rozmiar;
public:
    KlasaSzablona(int Rozmiar);
    void UstawElement(int poz, T wartosc);
    T PobierzElement(int poz);
};

template<class T>
KlasaSzablona<T>::KlasaSzablona(int Rozmiar)
{
    rozmiar = Rozmiar;
    tablica = new T[Rozmiar];
}
```

```

template<class T>
void KlasaInt<T>::UstawElement(int poz, T wartosc)
{
    tablica[poz]=wartosc;
}

template<class T>
T KlasaInt<T>::PobierzElement(int poz)
{
    return tablica[poz];
}

int main()
{
    KlasaSzaablonowa<int> klInt(10);
    klInt.UstawElement(5) = 20;
    cout<<klInt.PobierzElement(5)<<endl;

    KlasaSzaablonowa<string> klString(10);
    klString.UstawElement(5) = "tekst";
    cout<<klString.PobierzElement(5)<<endl;

    return 0;
}

```

Załóżmy teraz, że w naszej klasie szablonej mamy również metodę Dodaj, która zwraca sumę elementów dwóch obiektów z wybranych pól tablicy tablica, czyli:

```

template<class T>
T KlasaSzaablonowa<T>::Dodaj(int poz1, int poz2)
{
    T obiekt = tablica[poz1]+tablica[poz2];
    return obiekt;
}

```

Taka metoda zadziała dla prostych typów danych, np. int, double, string, itp. (czyli takich, gdzie mamy zdefiniowany operator + i takie działanie ma sens). Co by się jednak stało, gdyby nasza klasa przechowywała na przykład napisane tydzień temu obiekty klasy Histogram? Taka metoda oczywiście nam nie zadziała dla histogramu (nie zdefiniowaliśmy przeciążonego operatora + dla klasy Histogram i jego użycie wyrzuciłoby nam błąd). Nic nie szkodzi! Język C++ przynosi nam i tutaj rozwiązanie – można tworzyć specjalizowane metody w klasach szablonych, oto przykład metody Dodaj dla histogramów:

```

template<>
Histogram KlasaSzaablonowa<Histogram>::Dodaj(int poz1, int poz2)
{
    Histogram c = tablica[poz1];
    for(int i=0;i<c->IloscBinow())
        c.UstawLiczbeZliczen(i, tablica[poz1]->PobierzLiczbeZliczen(i)
+tablica[poz2]->PobierzLiczbeZliczen(i));
    return c;
    //to tylko przykład - tu robimy cokolwiek z obiektami typu Histogram, np.
    tworzymy wyjsciowy histogram gdzie w kazdym binie liczba zliczen jest suma z
    histogramow tablica[poz1] i tablica[poz2]
}

```

W naszej klasie możemy mieć wiele specjalizowanych metod (również wiele specjalizowanych metod o tej samej nazwie – dla różnych obiektów). Kompilator w trakcie kompilowania programu sam zdecyduje, którą metodę ma użyć (w przypadku wszystkich typów obiektów użyje metody ogólnej Dodaj z operatorem +, ale jeśli użyjemy nasza klasa będzie przechowywała histogramy, to użyje metody specjalizowanej dla klasy Histogram).

Uwaga!

W przypadku klas szablonych wszystko (zarówno definicję klasy jak i metody klasy) piszemy tylko w pliku **.h** (czyli najczęściej dla jednej klasy jeden plik **.h**) – nie możemy pisać definicji metod w pliku **.cpp**!

W języku C++ oprócz klas szablonych możemy również tworzyć funkcje szablone. Np. założmy, że mamy kilka klas, które mają taką samą metodę (dajmy na to int GetRozmiar()). Chcielibyśmy stworzyć funkcję, która porównuje rozmiar dwóch obiektów dowolnej z tych klas i zwraca większą wartość. Nic trudnego, możemy dostawić więcej typów danych:

```

template<class T1, class T2>
int CompareRozmiar(T1 obiekt1, T2 obiekt2)
{

```

```

    if (obiekt1.GetRozmiar() > obiekt2.GetRozmiar())
        return obiekt1.GetRozmiar();
    else
        return obiekt2.GetRozmiar();
}

```

Oczywiście możemy dodawać więcej typów klas w nagłówku template, możemy je też dowolnie nazywać (np. `template<class A, class B, class C, class D> itp.`).

Zadanie do wykonania

Część I

W naszym zadaniu wykorzystamy napisaną wcześniej klasę `Histogram` tworzącą listę. Klasę tą napisaliśmy tak, by mogła przechowywać jedynie dane typu `int`. Teraz natomiast, zamiast pisać dwie lub więcej klas, chcemy nasz histogram uogólnić, by mógł przyjmował elementy dowolnego typu (np. wynikiem dzielenia dwóch histogramów przez siebie może być histogram z niecałkowitą liczbą zliczeń w binach). Jak to zrobić? Musimy go przerobić właśnie na klasę szablonową. Na koniec, aby przećwiczyć dziedziczenie i abstrakcyjne typy danych (ATD), należy również stworzyć abstrakcyjną klasę bazową `THistogram` dla klasy szablonowej `Histogram`.

Część II

Chcemy rozszerzyć jej działanie napisanej na wcześniejszych zajęciach klasy `List` na elementy dowolnego typu.

Zasada działania naszej klasy z punktu widzenia programu będzie praktycznie identyczna jak listy ze standardowej biblioteki szablonów STL, np.:

```

List<double> *myList = new List<double>(); //tworzy liste przechowujaca typ
double za pomoca naszej klasy List
list<double> *myListSTL = new list<double>(); //tworzy liste przechowujaca typ
double za pomoca klasy z biblioteki STL

```

Do wykonania:

- przerobienie klasy `List` tak, by stała się klasą szablonową. Stworzenie w programie listy przy użyciu naszej klasy oraz listy z biblioteki STL na zmiennych typu `double`, dodanie do list 3 elementów, wypisanie obu list. Przy tworzeniu klasy `List` stworzyliśmy pomocniczą klasę `Element` – chcemy, aby klasa `Element` była zadeklarowana wewnątrz klasy `List` (klasa w klasie).

Uwaga!

Należy posiadać poprawnie działającą wersję klasy `List` oraz poprawnie działającą klasę z histogramem – `Histogram`.

Klasy szablonowe piszemy **tylko** w plikach `.h` – nie tworzymy pliku `.cpp` (ponieważ klasa szablonowa jest kompilowana dopiero przy jej użyciu w trakcie wykonywania programu).

Używamy pliku `Makefile` w najbardziej zaawansowanej postaci.

Przydatne linki:

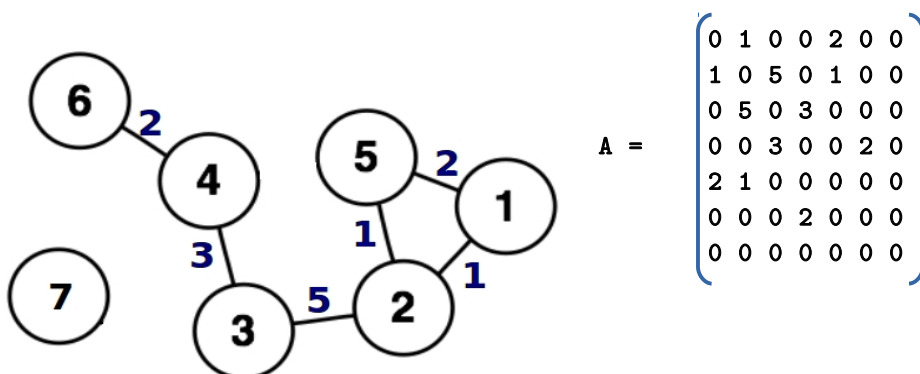
<http://cpp0x.pl/kursy/Kurs-C++/Szablony-klas/317>

http://4programmers.net/C/Szablony_klas

Część III – do skończenia i przećwiczenia w domu

Wyszukiwanie ścieżki w grafie. Macierz sąsiedztwa. Algorytm Dijkstry. Czytanie pseudokodu.

W teorii grafów **macierz sąsiedztwa** grafu G jest kwadratową macierzą w której a_{ij} oznacza wagę krawędzi pomiędzy wierzchołkami i i j . Dla przykładu – graf z 7 wierzchołkami:



1. Należy stworzyć klasę graf używając dwuwymiarowej tablicy (macierz sąsiedztwa) do przechowywania informacji o jej krawędziach. Klasa powinna mieć następujące metody:

Graf(int max) – konstruktor ; max – maksymalna ilość wierzchołków w danym grafie. W przypadku osiągnięcia tej liczby dodanie nowego wierzchołka nie będzie możliwe.
void init() - zeruje wszystkie pola macierzy sąsiedztwa
void add() - dodanie wierzchołka
void remove(int r) - usunięcie wierzchołka o numerze r
void display() - wyświetlenie grafu (macierzy sąsiedztwa)
void add_edge(int n, int m, int w=1) - dodanie krawędzi pomiędzy wierzchołkami o numerach m i n (oraz wagą w)
void remove_edge() - usunięcie krawędzi (dwa numery wierzchołków powinny być wprowadzane z klawiatury po wywołaniu metody)
oraz destruktor.

W funkcji main stworzyć graf odpowiadający podanemu powyżej w przykładzie.

Macierz sąsiedztwa powinna być zaimplementowana jako dwuwymiarowa tablica z dynamicznie alokowaną pamięcią.

2. Należy zaimplementować algorytm Dijkstry do wyszukiwania najkrótszej ścieżki w grafie jako metodę klasy graf na podstawie podanego na następnej stronie pseudokodu.

void dijkstra(int source, int target) - wyszukiwanie najkrótszej ścieżki od source do target

Oraz przetestować go dla stworzonego wcześniej grafu, oraz ścieżek: (1,3), (6,7), (6, 5).

3. Rozszerzyć klasę graf w ten sposób, by maksymalna liczba wierzchołków w grafie zmieniała się, jeśli będziemy chcieli dodać kolejny wierzchołek, przekraczający tę liczbę (odpowiednie zwalnianie i alokacja pamięci!).

```
function Dijkstra(Graph, source, target):
    //deklarujemy wszystkie tablice

    for each vertex v in Graph: // Inicjalizacje, dla każdego wierzchołka.
        distance[v] := infinity ; // Odległość od source do v (nieznana, zakładamy nieskończoność)
        previous[v] := -1 ; // Tablica zapisująca wierzchołki na najkrótszej ścieżce
        VISITED[v] := 0; // Żaden z wierzchołków nie był odwiedzony. Np. jeśli
    end for ; // wierzchołek „i” odwiedzony: VISITED[i]=1.

    distance[source] := 0 ; //Odległość od punktu początkowego = 0
    if source = target // Jeśli source jest równe target - ten sam wierzchołek
        print "The same vertex"
        exit //Zakończyć działanie programu

    int tmp := infinity; //nieskończoność to np. 999999999
    int visited_nodes := 0; //licznik odwiedzonych wierzchołków
    int current = source; //current = obecny. Startujemy od wierzchołka początkowego source

    while visited_nodes < Graph size //póki nie sprawdzimy wszystkich wierzchołków w grafie
        for each node x of Graph
            if node x was not visited and there exist edge between x and current
                if distance[current] + edge weight between current and x < distance[x]
                    distance[x] := distance[current] + distance between current and
x
                    previous[x] := current
            end for

        VISITED[current] := 1 //Wierzchołek current odwiedzono
        visited_nodes := visited_nodes + 1 //zwiększyć licznik odwiedzonych wierzchołków

        for each vertex v in Graph //znajdujemy nowy wierzchołek current
            if vertex v was not visited and distance[v] < tmp
                tmp := distance[v]
                current := v
            end for

        tmp := infinity

        if current = target //doszliśmy do punktu końcowego!
            print "Path found" //wypisać na ekran „ścieżka zaleźiona” i wypisać ścieżkę
            int u := target;
            while previous[u] != -1
                print u
                u := previous[u]
            print source
        end while ;
    print "Path not found" //ścieżka pomiędzy source i target nie istnieje
```

end Dijkstra

Słowniczek:

edge – krawędź (linia łącząca dwa wierzchołki), ma wagę (**weight**)

vertex – wierzchołek, charakteryzowany przez numer wierzchołka

source – punkt startowy

target – punkt końcowy