

ZESTAW 4

Lista II

Algorytmy i struktury danych I

Lista

Proszę zapoznać się z prezentacją Bjarna Stroustrupa, twórcą języka C++, dotyczącej różnicy w wydajności między implementacją tablicową i wskaźnikową listy.

Interfejs

```
class List {
    void push_front(int x);    // Dołącza element na początek listy
    int pop_front();          // Usuwa i zwraca element z początku listy
    void push_back(int x);    // Dołącza element na koniec listy
    int pop_back();           // Usuwa i zwraca element z końca listy
    int size();                // Zwraca liczbę elementów w liście
    bool empty();              // Zwraca `true` gdy lista jest pusta
    void clear();              // Czyści listę
    int find(int x);           // Zwraca pozycję pierwszego elementu o wartości x
    int erase(int i);           // Usuwa i zwraca element na pozycji `i`
    void insert(int i, int x); // Wstawia element `x` przed pozycję `i`
    int remove(int x);         // Usuwa wystąpienia `x` i zwraca ich liczbę
};
```

Uwagi

- Zdefiniować konstruktor tworzący pustą listę.
- Złożoność obliczeniowa operacji powinna być *optymalna* dla danej implementacji.
- Funkcje usuwające elementy, w przypadku gdy nie jest to możliwe, powinny wyrzucać wyjątek.
- Funkcje usuwające elementy (`pop_front()`, `pop_back()` i `erase()`), w przypadku gdy nie jest to możliwe, powinny wyrzucać wyjątek `std::out_of_range`.
- Funkcja `find()` zwraca `-1` gdy element nie występuje.
- Nie należy używać kontenera `std::vector`.

Zadanie 1. Implementacja tablicowa listy

Napisać implementację tablicową listy (`ArrayList.hpp`). Można przyjąć sztywny maksymalny rozmiar listy. Komórki tablicy przechowują jedynie elementy listy.

Program `ArrayList.cpp` ma wczytywać dane wejściowe ze standardowego wejścia, wykonać odpowiednie operacje wykorzystując implementację tablicową listy i wypisać rezultat na standardowe wyjście. Format danych wejściowych jest taki sam jak w poprzednim zestawie.

Zadanie 2. Implementacja kursorowa

Napisać jednokierunkową implementację kursorową listy (`CursorList.hpp`). Implementacja kursorowa łączy ze sobą cechy implementacji tablicowej (elementy są umieszczone w jednej tablicy) i wskaźnikowej

(elementy nie są ułożone sekwencyjnie). Można przyjąć sztywny maksymalny rozmiar listy. Podobnie jak w implementacji tablicowej, węzły są umieszczone w tablicy, jednak oprócz przechowywanego obiektu węzeł pamięta również indeks kolejnego węzła.

Program `CursorList.cpp` ma wczytywać dane wejściowe ze standardowego wejścia, wykonać odpowiednie operacje wykorzystując implementację kursorową listy i wypisać rezultat na standardowe wyjście. Format danych wejściowych jest taki sam jak w poprzednim zestawie.

Uwaga: Operacje `push_front` i `push_back` mają mieć złożoność $O(1)$. Chociaż lista jest jednokierunkowa można dodać pole `tail`, aby przyspieszyć operację `push_back`. Nieużyte węzły należy powiązać w listę.

Przykład

```
class CursorList { // Klasa listy
    struct Node { // Zagnieżdżona klasa węzła
        int x; // Element przechowywany przez węzeł listy
        int next; // Indeks kolejnego węzła
    };
    Node arr[...]; // Tablica węzłów
    int head; // Indeks pierwszego węzła
    int tail; // Indeks ostatniego węzła (na potrzeby push_back())
    int size; // Rozmiar listy
    int spare; // Indeks pierwszego nieużytego elementu tablicy
};
```

Tablica węzłów w rzeczywistości przechowuje dwie listy:

- listę właściwą, która rozpoczyna się od węzła o indeksie `head`,
- listę wolnych węzłów, która zaczyna się od węzła o indeksie `spare`.

Dodatkowe punkty

Dodatkowe punkty można zdobyć za:

- Implementacja iteratora - 1 pkt
- Napisanie szablonów klas, konstruktorów (domyślny, kopiujący i przenoszący), destruktorów, operatory przypisania (kopiujący i przenoszący) - $\frac{1}{2}$ punktu
- Wykorzystanie referencji do r-wartości, semantyki przenoszenia, uniwersalnych referencji, doskonałego przekazywanie - $\frac{1}{2}$ punktu

Pytania

1. Jakie są zalety implementacji wskaźnikowej, a jakie implementacji tablicowej?
2. Jakie są zalety implementacji kursorowej?

Andrzej Görlich