Задачи за задължителна самоподготовка

по

Структури от данни в програмирането

email: kalin@fmi.uni-sofia.bg

1 ноември 2018 г.

Съдържание

1 Линеен едносвързан и двусвързан списък

1.1 Представяне на двусвързан списък

Възел на линеен двусвързан списък представяме със следния шаблон на структура:

```
template <class T>
struct dllnode
{
  T data;
  dllnode<T> *next, *previous;
};
```

Освен ако не е указано друго, задачите по-долу да се решат като се реализират методи на клас `DLList` със следния скелет:

```
template <class T>
class DLList
{
  //...
  private:
  dllnode<T> *first, *last;
};
```

Преди да пристъпите към задачите, реализирайте подходящи конструктори, деструктор и оператор за присвояване на класа.

Следните задачи да се решат като упражнение за директно боравене с възлите на линеен двусвързан списък. Функциите (методите) да се тестват с подходящи тестове.

1.1. Да се дефинира функция `int count(dllnode<T>* l,int x)`, която преброява колко пъти елементът `x` се среща в списъка с първи елемент `l`.

1.2. Фунцкция `dllnode<int>* range (int x, int y)` която създава и връща първия елемент на списък с елементи $x, x+1, ..., y$, при положение, че $x \leq y$.

1.3. Да се дефинира функция `removeAll (dllnode<T>*& l,const T& x)`, която изтрива всички срещания на елемента `x` от списъка `l`.

1.4. Да се дефинира функция `void append(dllnode*<T>& l1, dllnode<T>* l2)`, която добавя към края на списъка l_1 всички елементи на списъка l_2. Да се реализира съответен оператор `+=` в класа на списъка.

1.5. Да се дефинира функция `dllnode* concat(dllnode<T>* l1, dllnode<T>* l2)`, който съединява два списъка в нов, трети списък. Т.е. `concat`(l_1, l_2) създава и връща нов списък от елементите на l_1, следвани от елементите на l_2. Да се реализира съответен оператор `+` в класа на списъка.

1.6. Да се дефинира функция `reverse`, която обръща реда на елементите на списък. Например, списъкът с елементи $1, 2, 3$ ще се преобразува до списъка с елементи $3, 2, 1$.

1.7. Да се напише функция `void removeduplicates (dllnode *&l)`, която изтрива всички дублиращи се елементи от списъка l.

1.2 Списъци и сложности

Функцията `std::clock()` от `<ctime>` връща в абстрактни единици времето, което е изминало от началото на изпълнение на програмата. Обикновено тази единица за време, наречена "`tick`", е фиксиран интервал "реално" време, който зависи от хардуера на системата и конфирграцията ѝ. Константата `CLOCKS_PER_SEC` дава броя `tick`-ове, които се съдържат в една секунда реално време.

Чрез следния примерен код може да се измери в милисекунди времето за изпълнение на програмния блок, обозначен с "...".

```
clock_t start = std::clock();
//...
clock_t end = std::clock();

long milliseconds = (double)(end-start)/
                    (CLOCKS_PER_SEC/1000.0);
```

1.8. За шаблона DLList да се дефинира метод `bool find(const T& x)`, който проверява дали дали `x` е елемент на списъка или не. Да се напише подходящ тест и да се изследва времевата сложност на метода емпирично.

1.9. За шаблона `DLList` да се реализиира изтриване на елемент по индекс.

1.10. Да се изпробват поне две различни стратегии за разширяване на динамичен масив (например, увеличаване на размера с 1 и с коефициент). Да напишат подходящи тестове и да се сравнят производителностите на двата подхода емпирично.

1.3 Итератори за линейни СД

Следните задачи да се решат като упражнение за работа с итератори. Задачите изискват реализация на клас динамичен масив и линеен двусвързан списък и `forward` итератори за тях. Всяка функциия да се тества с подходящи тестове върху двата вида контейнери. Има ли разлика в проиводителността за някои от тях в зависимост от избора на контейнер?

1.11. Да се разшири интераторът на динамичен масив така, че да поддържа оператора за стъпка назад `--`.

1.12. Да се дефинира функция `map`, която прилага едноаргументна функция $f : int \to int$ към всеки от елементите на произволен контейнер. Да се дефнира и шаблон на функцията за списък с произолен тип на елементите.

1.13. Да се напише функция `bool duplicates (...)`, която проверява дали в контейнер има дублиращи се елементи.

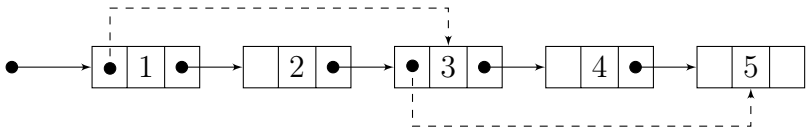
1.14. Да се напише фунцкия `bool issorted (...)`, която проверява дали елементите на даден контейнер са подредени в нарастващ или в намаляващ ред.

1.15. Да се напише фунцкия `bool palindrom (...)`, която проверява дали редицата от елементите на даден контейнер обрзува палиндром (т.е. дали се чете еднакво както отляво надясно така и отдяно наляво).

1.4 Skip List

Разглеждаме *опростена* реализация на структурата от данни Skip List (“Списък с прескачене, СП”). Възелът на линейния едносвързан списък разширяваме с още един указател към следващ елемент:

```
template <class T>
struct lnode
{
```



Фигура 1: Списък с прескачане

```
  T data;
  lnode<T> *next[2];
};
```

Както и при стандартния едносвързан списък, всеки от елментите на СП съдържа в указателя `next[0]` адреса на непосредствения си съсед. Някои от елементите могат да съдържат в указателя `next[1]` дреса на друг елемент, намиращ се по-напред в редицата от елементи (вж. Фигура 1). Например, нека имаме СП с n елемента в нарастващ ред. Ако списъкът е построен така, че всеки $\sqrt{n}$-ти елемент има указател към следващия $\sqrt{n}$-ти елемент, то търсенето на елемент ще бъде със сложност $O(\sqrt{n})$ на цената на линейно нарастване на необходимата памет. Идеята може да се продължи така, че всеки елемент да може да има и по-голям брой указатели към елементи все по-напред в СП, но за нашите цели ще се ограничим до описания прост СП.

Следващите задачи изискват реализация на клас `SkipList` с основните му канонични методи и метод за построяване на "бързите връзки". Реализирайте обиновен метод за вмъкване на елементи `insert`, който вмъква елементи грижейки се само за непосредствените връзки (`next[0]`), и метод `optimize`, който построява бързите връзки в списъка след като в него са вмъкнати определен брой елементи.

1.16. Да се реализира итератор на `SkipList` така, че да се възползва от "бързите връзки" в списъка. *Упътване: при обхождането извършвайте "прескачане" в случаите, в които има бърза връзка и в които няма да отидете твърде далеч напред в списъка. Класът на итератора трябва да се промени, за да позволява конструиране на итератор към конкретен елемент на списъка.*

1.17. Да се извърши времево измерване на проблема за търсене на елемент в подреден `SkipList`, както е обяснено в Секция 1.2, и да се изобрази чрез графика. Да се извършат емпирични сравнения на производителността на търсенете със и без оптимизацията.

2 Двоични дървета

Възел на двоично дърво представяме със следния шаблон на структура:

```
template <class T>
struct btreenode
{
  T data;
  btreenode<T> *left, *right;
};
```

Освен ако не е указано друго, задачите по-долу да се решат като се реализират методи на клас `BTree` със следния скелет:

```
template <class T>
class BTree
{
  //...
  private:
  btreenode<T> *root;
};
```

Преди да пристъпите към задачите, реализирайте подходящи конструктори, деструктор и оператор за присвояване на класа.

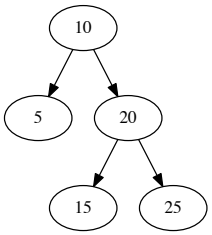
2.18. Да се деифнира метод `count` на клас `BTree`, който намира броя на елементите на дървото.

2.19. Да се деифнира метод `countEvens` на клас `BTree`, който намира броя на елементите на дърво от числа, които са четни.

2.20. Да се дефинира метод `int BTree<T>::searchCount (bool (*pred)(const T&))` към клас `BTree`, който намира броя на елементите на дървото, които удовлетворяват предиката `pred`.

Да се приложи `searchCount` за решаване на горните две задачи.

2.21. Да се дефинира метод `bool BTree<T>::height ()`, намиращ височината на дърво. *Височина на дърво наричаме дължината (в брой върхове) на най-дългия път от корена до кое да е листо на дървото. Пример. Височината на дървото на Фигура 2 е* ***3****.*



Фигура 2: Двоично наредено дърво

2.22. Да се деифнира метод `countLeaves` на клас `BTree`, който намира броя на листата в дървото.

2.23. Да се деифнира метод `maxLeaf` на клас `BTree`, който намира най-голямото по стойност листо на непразно дърво. Да се приеме, че за типа `T` на шаблона `BTree` е дефиниран операторът `<`.

2.24. Нека е дадено дървото `t` и низът `s`, съставен само от символите 'L' и 'R' ($s \in \{L, R\}^*$). Нека дефинираме "съответен елемент" на низа `s` в дървото `t` по следния начин:

- Ако дървото `t` е празно, низът `s` няма съответен елемент
- Ако низът `s` е празен, а дървото `t` - не, то коренът на дървото `t` е съответният елемент на низа `s`
- Ако първият символ на низа `s` е 'L' и дървото `t` не е празно, то съответният елемент на низа `s` в дървото `t` е съответният елемент на низа $s + 1$ в **лявото** поддърво на `t`
- Ако първият символ на низа `s` е 'R' и дървото `t` не е празно, то съответният елемент на низа `s` в дървото `t` е съответният елемент на низа $s + 1$ в **дясното** поддърво на `t`

Пример. За дървото от Фигура 2, съответният елемент на празния низ е 10, на низа "RL" е 15, а "RLR" няма съответен елемент.

Да се дефинира метод `T& BTree<T>::getElement (const char *s)`, който намира съответния елемент на низа `s`. Какво връща методът в случаите на липса на съответен елемент е без значение.

Литература