

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**

**Кафедра МО ЭВМ**

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №2**  
**по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» Тема:**  
**Рекурсивная обработка иерархических списков Вариант**

**10**

Студент гр. 8304

Сани З. Б.

Преподаватель

Фиалковский М. С.

Санкт-Петербург 2019

### **Цель работы.**

Познакомиться с одной из часто используемых на практике нелинейных конструкций, способами её организации и рекурсивной обработки. Получить навыки решения задач обработки иерархических списков, с использованием базовых функций их рекурсивной обработки.

### **Постановка задачи.**

1. проанализировать полученное задание, выделив рекурсивно определяемые информационные объекты и (или) действия;
2. разработать программу, использующую рекурсию;
3. сопоставить рекурсивное решение с итеративным решением задачи;
4. сделать вывод о целесообразности и эффективности рекурсивного решения данной задачи.

Вариант 10: подсчитать число различных атомов в иерархическом списке; сформировать из них линейный список;

### **Описание алгоритма.**

Для начала программа должна рекурсивно считать данные, проверить их корректность и занести их в список. Для этого считываем очередной символ строки. Если это атом, добавляем его к иерархическому списку, если это список– рекурсивно заносим его в список.

Далее, Если текущий список - атом, тогда добавляем данные в множество, иначе вызываем функцию рекурсивно для вложенного и следующего списка, затем мы проверяем размер множества, чтобы получить количество различных атомов, и мы проходим через набор, чтобы сформировать линейный список

### **Анализ алгоритма.**

Алгоритм работает за линейное время от размера списка. Недостаток рекурсивного алгоритма – ограниченный стек вызовов функций, что в свою

очередь накладывает ограничение на количество вложенных списков, а также затраты производительности на вызов функций.

### **Описание функций и СД.**

Класс-реализация иерархического списка `ListPointer` содержит умный указатель на вложенный список (`Nested`), умный указатель на следующий элемент списка (`NextList`), флаг, для определения атома, значение атома. Умные указатели были использованы во избежание утечек памяти.

Статический метод класса для проверки входных данных на корректность:

```
static bool isCorrectStr(const std::string& str);
```

Принимает на вход ссылку на строку, проверяет размер и структуру строки, возвращает `true`, если строка корректна, и `false` в ином случае.

Статический метод класса для создания иерархического списка:

```
static bool buildList(ListPointer& list, const std::string& str);
```

Принимает на вход ссылку на строку и ссылку на умный указатель на список, проверяет корректность строки и вызывает функции рекурсивного создания списка.

Приватный метод класса для считывания вложенных списков:

```
static void readData(ListPointer& list, const char prev,  
std::string::const_iterator& it, const std::string::const_iterator&  
end);
```

Принимает на вход ссылку на умный указатель на список, предыдущий элемент строки и итераторы на строку. Если предыдущий элемент не равен “(“, создается атом, в ином случае вызывает считывание следующего списка.

Приватный метод класса для считывания следующих списков:

```
static void readSeq(ListPointer& list, std::string::const_iterator& it, const std::string::const_iterator&  
end);
```

Принимает на вход ссылку на умный указатель на список, предыдущий элемент

строки и итераторы на строку. Если строка пустая – происходит return. Если элемент равен “)”, создается пустой список. В ином случае рекурсивно считываются вложенные и следующие списки, затем объединяются в текущем списке

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### 1. Тестирование.

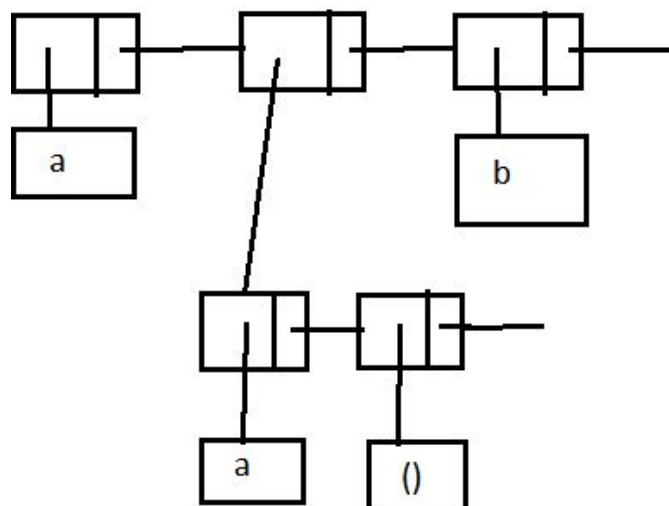
#### Работа программы для строки (a(a())b)

```
> Choose your input
> 0 - from console
> 1 - from file default file -(default test file is located along the path : test2.txt)
> Any other key to Exit!
0
> Enter List: (a(a())b)
В список добавляется содержимое следующих скобок:(a(a())b)
Проверка на корректность:(a(a())b)
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 2
Линейный список: (ab)

Program ended with exit code: 0|
```

#### Структура иерархического списка

Структура списка (a(a())b)



**Таблица результатов ввода/вывода тестирования программы**

<b>введенный список</b>	<b>Корректность</b>	<b>Количество</b>	<b>Линейный список</b>
()	корректно	0	()
(a)	корректно	1	(a)
(abc)	корректно	3	(abc)
(a(bc)de)	корректно	5	(abcde)
(a(bc(d)o)	корректно	5	(abcdo)
(a(a())b)	корректно	2	(ab)
(ab()(a()))	корректно	2	(ab)
((a)(cd(jaa)(hj)))	корректно	5	(achdj)
(a())b()c()d(efga(cyda)))	корректно	8	(abcydefg)
((a)(b(cd)))	корректно	4	(abcd)
)abd(	некорректно	-	-
(t(yi(syd))	некорректно	-	-
(t(yi(syd)))	корректно	5	(tyisd)
(a(bc)((de(f))g)h)	корректно	8	(abcdefgh)
(abcd))	некорректно	-	-

```
> Choose your input
> 0 - from console
> 1 - from file default file -(default test file is located along the path : test2.txt)
> Any other key to Exit!
1
> FilePath: /Users/sanizayyad/Documents/Sani_Zayyad/lab2/Test/test2.txt
Reading from file:

test #1 "()"
В список добавляется содержимое следующих скобок:()
Проверка на корректность:()
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 0
Линейный список: ()

test #2 "(a)"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(a)
Проверка на корректность:(a)
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 1
Линейный список: (a)

test #3 "(abc)"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(abc)
Проверка на корректность:(abc)
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 3
Линейный список: (abc)

test #4 "(a(bc)de)"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(a(bc)de)
Проверка на корректность:(a(bc)de)
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 5
Линейный список: (abcde)

test #5 "(a(bc(d))o)"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(a(bc(d))o)
Проверка на корректность:(a(bc(d))o)
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 5
Линейный список: (abcdo)

test #6 "(a(a())b)"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(a(a())b)
Проверка на корректность:(a(a())b)
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 2
Линейный список: (ab)
```

```
test #7 "(ab()(a()))"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(ab()(a()))
Проверка на корректность:(ab()(a()))
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 2
Линейный список: (ab)

test #8 "((a)(cd(jaa)(hj)))"
В список добавляется содержимое следующих скобок:((a)(cd(jaa)(hj)))
Проверка на корректность:((a)(cd(jaa)(hj)))
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 5
Линейный список: (achdj)

test #9 "(a()())b()c()d(efga(cyda)))"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(a()())b()c()d(efga(cyda)))
Проверка на корректность:(a()())b()c()d(efga(cyda)))
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 8
Линейный список: (abcydefg)

test #10 "((a)(b(cd)))"
В список добавляется содержимое следующих скобок:((a)(b(cd)))
Проверка на корректность:((a)(b(cd)))
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 4
Линейный список: (abcd)

test #11 ")abd("
В список добавляется содержимое следующих скобок:)abd(
Проверка на корректность:)abd(
Строка Некорректна.
test #12 "(t(yi(syd)))"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(t(yi(syd)))
Проверка на корректность:(t(yi(syd)))
Строка Некорректна.
test #13 "(t(yi(syd)))"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(t(yi(syd)))
Проверка на корректность:(t(yi(syd)))
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 5
Линейный список: (tyisd)

test #14 "(a(bc)((de(f))g)h)"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(a(bc)((de(f))g)h)
Проверка на корректность:(a(bc)((de(f))g)h)
Строка корректна.
Число различных элементов в списке: 8
Линейный список: (abcdefgh)

test #15 "(abcd))"
В список добавляется содержимое следующих скобок:(abcd))
Проверка на корректность:(abcd))
Строка Некорректна.
Program ended with exit code: 0|
```

## Выводы.

В ходе работы я вспомнил работу с классами и контейнерами в C++. Научился решать задачи обработки иерархических списков, с использованием базовых функций их рекурсивной обработки и сравнивать два иерархических списка на структурную идентичность.

## 2. Исходный код программы.

### hierachy.h

```
#ifndef HIERARCHICALLIST_H
#define HIERARCHICALLIST_H

#include <memory>
#include <iostream>

class HierarchicalList
{
public:
    //Умный указатель на список для избежания утечек памяти
    typedef std::shared_ptr<HierarchicalList> ListPointer;

    explicit HierarchicalList();
    ~HierarchicalList() = default;

    //Функции для доступа к данным, Nested - указатель на вложенные списки, Next - на
    следующие
    ListPointer getNested() const;
    ListPointer getNext() const;
    bool isNull() const;
    bool isAtom() const;
    char getAtom() const;

    //static-методы можно вызывать как обычные функции, не создавая объект класса
    static bool buildList(ListPointer& list, const std::string& str);

    //Перегрузка оператора cout для печати списка, и функция рекурсивной печати
    следующих списков
    friend std::ostream& operator<< (std::ostream& out, const ListPointer& list);
```



```
void print_seq(std::ostream& out) const;
```

```
private:
```

```
//Функция проверки входной строки на корректность
```

```
static bool isCorrectStr(const std::string& str);
```

```
//функции рекурсивного чтения списка
```

```
static void readData(ListPointer& list, const char prev, std::string::const_iterator& it,  
                    const std::string::const_iterator& end);
```

```
static void readSeq(ListPointer& list, std::string::const_iterator& it,  
                    const std::string::const_iterator& end);
```

```
//Функция конструирования непустого списка
```

```
static ListPointer cons(ListPointer& nestedList, ListPointer& nextList);
```

```
//превращает объект класса в атом(список с данными)
```

```
void createAtom(const char ch);
```

```
private:
```

```
//Флаг для определения, является ли список - атомом
```

```
bool flag;
```

```
//указатели на вложенный и следующий список
```

```
ListPointer nestedList;
```

```
ListPointer nextList;
```

```
//данные
```

```
char data;
```

```
};
```

```
#endif // HIERARCHICALLIST_H
```

## **hierachy.cpp**

```
#include "hierachy.h"
```

```
HierarchicalList::HierarchicalList()
```

```
{
```

```
    /*
```

```
    * По умолчанию объект класса является пустым списком
```

```
    */
```

```
    flag = false;
```

```
    data = 0;
```

```
    nextList.reset();
```

```
nestedList.reset();  
}
```

```
bool HierarchicalList::isNull() const
```

```
{  
    /*  
     * Возвращает true, если элемент является нулевым списком,  
     * false - в ином случае  
     */  
  
    return (!flag && nestedList == nullptr && nextList == nullptr);  
}
```

```
HierarchicalList::ListPointer HierarchicalList::getNext() const
```

```
{  
    /*  
     * Если элемент не атом - возвращает указатель на вложенный список,  
     * в ином случае - nullptr  
     */  
  
    if (!flag) {  
        return nextList;  
    }  
    else {  
        std::cerr << "Error: Next(atom)\n";  
        return nullptr;  
    }  
}
```

```
HierarchicalList::ListPointer HierarchicalList::getNested() const
```

```
{  
    /*  
     * Если элемент не атом - возвращает указатель на следующий список,  
     * в ином случае - nullptr  
     */  
  
    if (!flag) {  
        return nestedList;  
    }  
    else {  
        std::cerr << "Error: Nested(atom)\n";  
        return nullptr;  
    }  
}
```

```
}
```

```
bool HierarchicalList::isAtom() const
```

```
{
```

```
    /*
```

```
    * Если элемент атом - возвращает true,
```

```
    * в ином случае - false
```

```
    */
```

```
    return flag;
```

```
}
```

```
HierarchicalList::ListPointer HierarchicalList::cons(ListPointer& nestedList, ListPointer&  
nextList)
```

```
{
```

```
    /*
```

```
    * Функция создания списка
```

```
    */
```

```
    if (nextList != nullptr && nextList->isAtom()) {
```

```
        std::cerr << "Error: Next(atom)\n";
```

```
        return nullptr;
```

```
    }
```

```
    else {
```

```
        ListPointer tmp(new HierarchicalList);
```

```
        tmp->nestedList = nestedList;
```

```
        tmp->nextList = nextList;
```

```
        return tmp;
```

```
    }
```

```
}
```

```
char HierarchicalList::getAtom() const
```

```
{
```

```
    /*
```

```
    * Функция возвращает значение атома
```

```
    */
```

```
    if (flag) {
```

```
        return data;
```

```
    }
```

```
    else {
```

```
        std::cerr << "Error: getAtom(!atom)\n";
```

```
        return 0;
```

```
    }
```

```
}
```

```
void HierarchicalList::print_seq(std::ostream& out) const
```

```
{
```

```
    /*
```

```
    * Функция печати Tail
```

```
    */
```

```
    if (!isNull()) {
```

```
        out << this->getNested();
```

```
        if (this->getNext() != nullptr)
```

```
            this->getNext()->print_seq(out);
```

```
    }
```

```
}
```

```
std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const HierarchicalList::ListPointer& list)
```

```
{
```

```
    /*
```

```
    * Перегрузка оператора вывода
```

```
    */
```

```
    if (list == nullptr || list->isNull()) {
```

```
        out << "()";
```

```
    }
```

```
    else if (list->isAtom()) {
```

```
        out << list->getAtom();
```

```
    }
```

```
    else {
```

```
        out << "(";
```

```
        out << list->getNested();
```

```
        if (list->getNext() != nullptr)
```

```
            list->getNext()->print_seq(out);
```

```
        out << ")";
```

```
    }
```

```
    return out;
```

```
}
```

```
bool HierarchicalList::isCorrectStr(const std::string& str)
```

```
{
```

```

/*
 * Функция проверки корректности входных данных,
 * принимает на вход ссылку на строку, проверяет размер и структуру строки,
 * возвращает true, если строка корректна, и false в ином случае
 */

std::cout << "Проверка на корректность:" << str << "\n";
int countBracket = 0;

    if (str.size() < 2){
        std::cout << "Строка Некорректна.\n";
        return false;
    }

if (str[0] != '(' || str[str.size() - 1] != ')'){
    std::cout << "Строка Некорректна.\n";
    return false;
}

size_t i;
for (i = 0; i < str.size(); ++i) {
    char elem = str[i];
    if (elem == '(')
        ++countBracket;
    else if (elem == ')')
        --countBracket;
    else if (!isalpha(elem)){
        std::cout << "Строка Некорректна.\n";
        return false;
    }

    if (countBracket <= 0 && i != str.size()-1){
        std::cout << "Строка Некорректна.\n";
        return false;
    }
}

if (countBracket != 0 || i != str.size()) {
    std::cout << "Строка Некорректна.\n";
    return false;
}

std::cout << "Строка корректна.\n";
return true;
}

```

```

void HierarchicalList::createAtom(const char ch)
{
    /*
     * Создается объект класса - атом
     */
    this->data = ch;
    this->flag = true;
}

```

```

void HierarchicalList::readData(ListPointer& list, const char prev, std::string::const_iterator &it,
                                const std::string::const_iterator& end)
{
    /*
     * Функция считывания данных. Считывает либо атом, либо рекурсивно считывает
    список
     */

    if (prev != '(') {
        list->createAtom(prev);
    }
    else {
        readSeq(list, it, end);
    }
}

```

```

void HierarchicalList::readSeq(ListPointer& list, std::string::const_iterator&it,
                                const std::string::const_iterator& end)
{
    /*
     * Функция считывания списка. Рекурсивно считывает данные и список и
     * добавляет их в исходный.
     */

    ListPointer nestedList(new HierarchicalList);
    ListPointer nextList(new HierarchicalList);

    if (it == end)
        return;

    if (*it == ')') {
        ++it;
    }
    else {

```

```

        char prev = *it;
        ++it;
        readData(nestedList, prev, it, end);
        readSeq(nextList, it, end);
        list = cons(nestedList, nextList);
    }
}

```

```

bool HierarchicalList::buildList(ListPointer& list, const std::string& str)
{

```

```

    /*
    * Функция создания иерархического списка. Принимает на вход ссылку
    * на строку, проверяет корректность строки и вызывает приватный метод
    * readData().
    */

```

```

    std::cout << "В список добавляется содержимое следующих скобок:" << str << "\n";

```

```

    if (!isCorrectStr(str))
        return false;

```

```

    auto it_begin = str.cbegin();
    auto it_end = str.cend();
    char prev = *it_begin;
    ++it_begin;
    readData(list, prev, it_begin, it_end);

```

```

    return true;
}

```

### main.cpp

```

#include "hierachy.h"
#include <iostream>
#include <unordered_set>
#include <list>
#include <fstream>

```

```

void toSet(std::unordered_set<char>& set, const HierarchicalList::ListPointer list);
void ReadFromFile(std::string filename);
void execute(std::string listStr);

```

```

void toSet(std::unordered_set<char>& set, const HierarchicalList::ListPointer list) {
    if (list != nullptr && !list->isNull()) {
        if (list->isAtom()) {
            set.insert(list->getAtom());
        }
        else {
            toSet(set, list->getNested());
            toSet(set, list->getNext());
        }
    }
}

```

```

void ReadFromFile(std::string filename)
{
    std::ifstream file(filename);

    if (file.is_open())
    {
        std::cout << "Reading from file:"<< "\n\n";
        int count = 0;
        while (!file.eof())
        {
            count++;
            std::string listStr;
            getline(file, listStr);
            std::cout << "test #" << count << " \"" + listStr + "\"<< "\n";
            execute(listStr);
        }
    }
    else
    {
        std::cout << "File not opened"<< "\n";
    }
}

```

```

void execute(std::string listStr){
    HierarchicalList::ListPointer list(new HierarchicalList);
    std::unordered_set<char> set;

    if (HierarchicalList::buildList(list, listStr)) {
        toSet(set, list);
        std::cout << "Число различных элементов в списке: " << set.size() << "\n";

        std::list<char> result;
        for (auto elem : set)

```



```

        result.push_front(elem);

        std::string resultStr;
        for (auto elem : result)
            resultStr += elem;
        std::cout << "Линейный список: (" << resultStr << ")\\n\\n";
    }

}

int main()
{
    std::cout << "> Choose your input" << "\\n";
    std::cout << "> 0 - from console" << "\\n";
    std::cout << "> 1 - from file default file -(default test file is located along the path : test2.txt)"
    << "\\n";
    std::cout << "> Any other number to Exit!" << "\\n";

    int command = 0;
    std::cin >> command;

    switch (command)
    {
        case 0:
        {
            std::string input;
            std::cout << "> Enter List: ";
            std::cin>>input;
            execute(input);
            break;
        }
        case 1:
        {
            std::cout << "> FilePath: ";
            std::string filePath;
            std::cin >> filePath;
            ReadFromFile(filePath);
            break;
        }
        default:
            std::cout << "GOODBYE!";
    }
    return 0;
}

```

}

