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

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3
по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»
Тема: Деревья

Студент гр. 9382 _____ Павлов Р.В.

Преподаватель _____ Чиронова А.А.

Санкт-Петербург
2020

Цель

Изучение и реализация структуры бинарного дерева, а также алгоритмов его обработки.

Основные теоретические сведения

Бинарное дерево — конечное множество узлов, которое либо пусто, либо состоит из корня и двух непересекающихся бинарных деревьев, называемых правым поддеревом и левым поддеревом:

< БД > ::= < пусто > | < непустое БД >,
< пусто > ::= Λ,
< непустое БД > ::= (< корень > < БД > < БД >).

Например, скобочному представлению

(*a* (*b* (*d* Λ (*h* Λ Λ)) (*e* Λ Λ)) (*c* (*f* (*i* Λ Λ) (*j* Λ Λ)) (*g* Λ (*k* (*l* Λ Λ) Λ))))

соответствует рис.1.

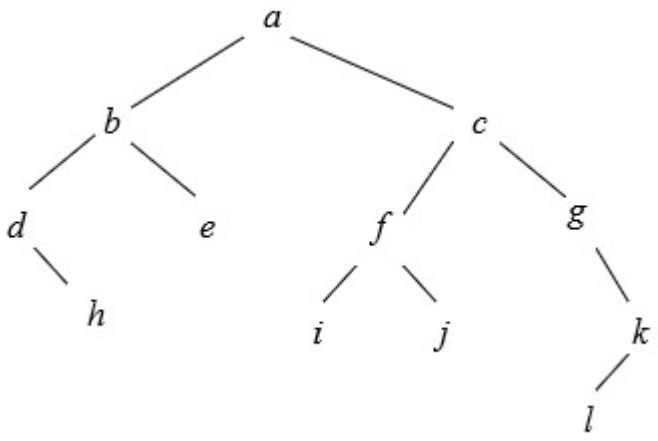


рис. 1

Задание

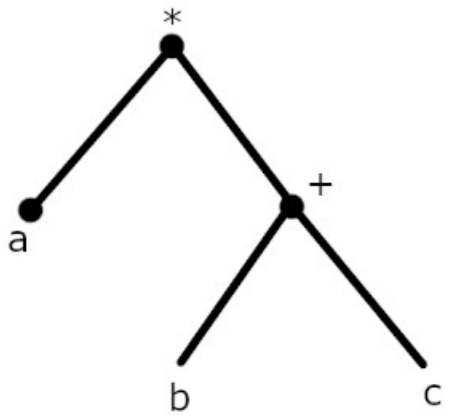
Вариант 14 (д): преобразовать дерево-формулу t, заменяя в нем все поддеревья, соответствующие формулам $(f_1 * (f_2 + f_3))$ и $((f_1 + f_2) * f_3)$, на поддеревья, соответствующие формулам $((f_1 * f_2) + (f_1 * f_3))$ и $((f_1 * f_3) + (f_2 * f_3))$.

Алгоритм

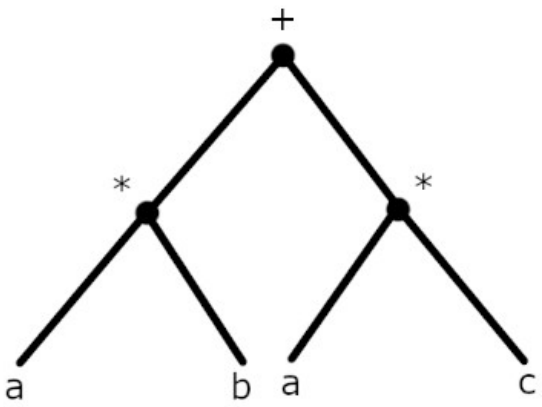
1. Дерево заполняется при ЛКП-обходе, т. е. сначала при возможности обрабатываются левые поддеревья, в содержание заносится значение символа, а затем происходит обработка правых поддеревьев. Выражения, для которых выполняется бинарная операция, и являются этими поддеревьями, а знак операции — это содержание узла. Если встречен терминальный символ, содержанием становится он, а его поддеревья пусты, и происходит возврат из рекурсии.

2. Разложение выражений на множители осуществляется посредством ЛПК-обхода, что позволяет обрабатывать дерево с листьев. В зависимости от того, где была раньше обнаружена операция сложения, один из операндов копируется и переносится в одну из частей выражения (со знаком «+»), из которой, в свою очередь, извлекается элемент, который при добавлении нового узла (и снижении одного из операндов на уровень) в ту часть, где сложение не обнаружено, крепится к этому новому узлу. Выглядит это следующим образом:

1)



2)



При переносе узлов переносятся также и их поддеревья, а при копировании создаётся новое дерево, чтобы избежать одновременной работы с несколькими поддеревьями (поскольку дерево построено на динамической памяти).

Функции и СД

- **class bTree —** класс, описывающий структуру бинарного дерева
  - **private**
    - **bTree* createTree(const string& tree, int& i, int& depth) –** создание дерева; tree – строка-выражение, i – счётчик символов, depth – глубина рекурсии; возвращаемое значение — указатель на корень дерева
    - **bTree* createNode(const char c) –** создание узла; c – содержание узла; возвращаемое значение — указатель на данный узел
    - **bTree* copyTree(bTree const* const tree) –** копирование дерева; tree – указатель на корень копируемого дерева; возвращаемое значение — указатель на корень скопированного дерева
  - **public**
    - **bTree(const string& tree, int& i, int& depth) –** конструктор дерева (вызывается только для начального узла, который не является фактическим корнем дерева); tree – строка-выражение, i – счётчик символов, depth – глубина рекурсии
    - **~bTree()** - деструктор, рекурсивно удаляющий поддеревья

        - **void distribute(int& depth) –** распределение множителей; depth – глубина рекурсии
        - **void printResult()** - вывод результирующего выражения на экран
        - **void printResultToFile(const string filename) –** печать результирующего выражения в файл
        - **void printTree(int& depth) –** вывод в виде дерева (повёрнутого на 90 градусов влево) на экран
- **inline bool isTerminal(const char c) —** проверка на терминальный символ; c – проверяемый символ; возвращаемое значение — соответствие терминальному символу
- **inline bool isSign(const char c)** - проверка на знак; c – проверяемый символ; возвращаемое значение — соответствие знаку
- **inline void avoid(const string& s, int& i) –** пропуск пробелов при анализе выражения; s – строка-выражение, i – счётчик символов
- **inline void indent(int n) –** отступ, соответствующий глубине рекурсии; n – глубина рекурсии
- **void writeToFile(const string filename, const string arg)** - запись строки-выражения в файл с указанным именем; filename – имя файла назначения, arg – записываемое выражение
- **int main()**:
    - пользовательский интерфейс (выбор способа ввода выражений)
    - вывод промежуточных и итоговых результатов на экран и в файл

Тестирование

Входные данные	**Выходные данные**
q	q -> q
3	3 -> 3
q+3	INVALID ENTRY !
(q+3)	(q+3) -> (q+3)
(2*(q+3))	(2*(q+3)) -> ((2*q)+(2*3))
((q+3)*2)	((q+3)*2) -> ((q*2)+(3*2))
((e+5)*(9+m))	((e+5)*(9+m)) -> (((e*9)+(e*m))+((5*9)+(5*m)))
pp	INVALID ENTRY !
66	INVALID ENTRY !
((5 -g)*(t +6))	((5-g)*(t+6)) -> (((5-g)*t)+((5-g)*6))

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ИСХОДНЫЙ КОД

```
#include <string>
#include <fstream>
#include <iostream>

using namespace std;

inline bool isTerminal(const char c) {
	if (c > 47 && c < 58 || c >96 && c < 123) {
		return true;
	}
	return false;
}

inline bool isSign(const char c) {
	if (c == '+' || c == '-' || c == '*') {
		return true;
	}
	return false;
}

inline void avoid(const string& s, int& i) {
	while (s[i] == ' ' || s[i] == '\t') {
		++i;
	}
}

inline void indent(int n) {
	for (int i = 0; i < n; i++) {
		cout << "\t";
	}
}

void writeToFile(const string filename, const string arg) {
	ofstream output;
	output.open(filename, ios::app);
	output << arg;
	output.close();
}

class bTree {
private:
	char content;
	bTree* t;
	bTree* l;
	bTree* r;

	bTree(const char c) {
		this->t = nullptr;
		this->l = nullptr;
		this->r = nullptr;
		this->content = c;
	}

	bTree* createTree(const string& tree, int& i, int& depth) {
		bTree* t = nullptr;
		if (tree.length() > 1) {
			avoid(tree, i);
			if (tree[i] == '(') {
				indent(depth);
```

```
                        cout << "Examining expression of level " << depth << " :
" << tree[i] << "\n";
                        t = createNode(' ');
                        t->l = createTree(tree, ++i, ++depth);
                        avoid(tree, i);
                        indent(depth);
                        cout << "Examining sign " << tree[i] << "\n";
                        t->content = tree[i++];
                        avoid(tree, i);
                        t->r = createTree(tree, i, ++depth);
                        indent(depth);
                        cout << "Finished examining expression of level " <<
depth << " : " << tree[i] << "\n";
                        ++i;
                  }
                  else if (isTerminal(tree[i])) {
                        indent(depth);
                        cout << "Examining terminal symbol " << tree[i] << "\n";
                        t = createNode(tree[i++]);
                  }
            }
            else if (tree.length() == 1) {
                  indent(depth);
                  cout << "Created a tree with one node : " << tree[0] << "\n\
n";
                  t = createNode(tree[0]);
            }
            --depth;
            return t;
      }
      bTree* createNode(const char c) {
            bTree* node = new bTree(c);
            node->l = nullptr;
            node->r = nullptr;
            return node;
      }
      bTree* copyTree(bTree const* const tree) {
            bTree* t = nullptr;
            if (tree != nullptr) {
                  t = createNode(tree->content);
                  t->l = copyTree(tree->l);
                  t->r = copyTree(tree->r);
            }
            return t;
      }
public:
      bTree(const string& tree, int& i, int& depth) {
            this->t = createTree(tree, i, depth);
            this->l = nullptr;
            this->r = nullptr;
            this->content = '\0';
      }
      ~bTree() {
            if (this->t != nullptr) {
                  delete this->t;
            }
            else {
                  if (this->l != nullptr) {
                        delete this->l;
                  }
                  if (this->r != nullptr) {
                        delete this->r;
                  }
```

```
	}
}

void distribute(int& depth) {
	if (this->t != nullptr) {
		this->t->distribute(depth);
	}
	else {
		bTree* l = this->l, * r = this->r;
		indent(depth);
		cout << "Examining symbol " << this->content << "\n";

		if (l != nullptr) {
			depth++;
			l->distribute(depth);
			depth--;
		}
		if (r != nullptr) {
			depth++;
			r->distribute(depth);
			depth--;
		}

		if (this->content == '*') {
			if (l->content == '+') {
				this->content = '+';
				l->content = '*';
				this->r = createNode('*');
				this->r->r = r;
				this->r->l = l->r;
				l->r = copyTree(r);
				indent(depth);
				cout << "Repeat distribution\n";
				this->distribute(depth);
			}
			else if (r->content == '+') {
				this->content = '+';
				r->content = '*';
				this->l = createNode('*');
				this->l->l = l;
				this->l->r = r->l;
				r->l = copyTree(l);
				indent(depth);
				cout << "Repeat distribution\n";
				this->distribute(depth);
			}
		}
	}
}
void printResult() {
	if (this->t != nullptr) {
		this->t->printResult();
	}
	else{
		if (isSign(this->content)) {
			cout << "(";
		}
		if (this->l != nullptr) {
			this->l->printResult();
		}
		cout << this->content;
		if (this->r != nullptr) {
			this->r->printResult();
```

```
                }
                if (isSign(this->content)) {
                        cout << ")";
                }
        }
    }
    void printResultToFile(const string filename) {
        if (this->t != nullptr) {
            this->t->printResultToFile(filename);
        }
        else {
            string arg = "";
            arg += this->content;
            if (isSign(this->content)) {
                writeToFile(filename, "(");
            }
            if (this->l != nullptr) {
                this->l->printResultToFile(filename);
            }
            writeToFile(filename, arg);
            if (this->r != nullptr) {
                this->r->printResultToFile(filename);
            }
            if (isSign(this->content)) {
                writeToFile(filename, ")");
            }
        }
    }
    void printTree(int& depth) {
        if (this->t != nullptr) {
            this->t->printTree(depth);
        }
        else{
            if (this->r != nullptr) {
                depth++;
                this->r->printTree(depth);
                depth--;
            }
            indent(depth);
            cout << this->content << "\n";
            if (this->l != nullptr) {
                depth++;
                this->l->printTree(depth);
                depth--;
            }
        }
    }
};

bool isEntryValid(const string& tree, int& i) {
    if (tree.length() == 1 && isTerminal(tree[0])) {
        return true;
    }
    avoid(tree, i);
    if (tree[i] == '(') {
        if (isEntryValid(tree, ++i)) {
            avoid(tree, i);
            if (isSign(tree[i])) {
                if (isEntryValid(tree, ++i)) {
                    avoid(tree, i);
                    if (tree[i] == ')') {
                        ++i;
                        return true;
```

```
                        }

                    }
                }
            }
        }
        else if (i != 0 && isTerminal(tree[i++])) {
            return true;
        }
        return false;
}

int main() {
        int command = 0;
        cout << "Enter : 1 - Console input , 2 - File Input:\n\n";
        cin >> command;
        if (command == 2) {
            string input_filename;
            const string output_filename = "output.txt";
            ifstream in;
            ofstream out;

            out.open(output_filename);
            out << "";
            out.close();

            cout << "Enter the input file name: \n\n";
            cin >> input_filename;
            in.open(input_filename);

            if (in.is_open()) {
                string s = "";

                getline(in, s);
                do {
                    cout << "\n\n" << s << "\n";
                    int i = 0;
                    int depth = 0;
                    if (isEntryValid(s, i)) {
                        i = 0;
                        bTree* tree = new bTree(s, i, depth);
                        depth = 0;
                        tree->printResultToFile(output_filename);
                        tree->printTree(depth);
                        cout << "\n  --distributing--  \n\n";
                        tree->distribute(depth);
                        writeToFile(output_filename, " -> ");
                        tree->printResultToFile(output_filename);
                        writeToFile(output_filename, "\n");
                        cout << "\nNew tree: \n\n";
                        tree->printTree(depth);
                        cout << "\n\nResult expression: \n\n";
                        tree->printResult();
                        cout << "\n\n";
                        delete tree;
                    }
                    else {
                        cout << "Invalid entry, the tree wasn't created\
n";

                        writeToFile(output_filename, "INVALID ENTRY !\n");
                    }
                    cout << "_____________________________\n";
                    s = "";
```

```
                        getline(in, s);
                    } while (!in.eof());
                    cout << "\nCheck out the results in \"output.txt\"\n";
                }
                else {
                    cout << input_filename << " doesn't exist!\n";
                }
            }
            else if (command == 1) {
                string s = "";

                cout << "\nEnter the expression (or \"!\" to quit): ";
                getline(cin, s);
                while (s != "!") {
                    int i = 0;
                    int depth = 0;
                    if (isEntryValid(s, i)) {
                        i = 0;
                        bTree* tree = new bTree(s, i, depth);
                        depth = 0;
                        cout << "\n";
                        tree->printTree(depth);
                        cout << "\n  --distributing--  \n\n";
                        tree->distribute(depth);
                        cout << "\nNew tree: \n\n";
                        tree->printTree(depth);
                        cout << "\n\nResult expression: \n\n";
                        tree->printResult();
                        cout << "\n\n";
                        cout << "_____________________\n\n";
                        delete tree;
                    }
                    else if(s != ""){
                        cout << "Invalid entry, the tree wasn't created\n";
                    }
                    s = "";
                    getline(cin, s);
                }
            }
            else {
                cout << "\nUnknown command, program finished\n";
            }
            return 0;
}
```