МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
Институт радиоэлектроники и информационных технологий
Кафедра «Информационные радиосистемы»

Индуктивные операции и функции высших порядков
(Вариант 28)

Выполнил:
Студент гр. 22-Рз Наумов А.А.

Проверил:
к.т.н., доцент кафедры ИРС Сидоров С.Б.

Нижний Новгород,
2024 г.

Оглавление

Задание по варианту

Обнаружение наиболее длинного участка монотонного возрастания значений последовательных элементов, при условии что разность значений последнего и первого элементов участка не менее чем D. Результатом является интервал: (начальный номер, конечный номер). Тип элемента — целочисленный.

Контрольная работа № 1.
«Реализация индуктивной обработки последовательности элементов»

1.1. Постановка задачи

Освоение способов разработки алгоритмов выполнения индуктивных операций над последовательностью данных, построение индуктивных функций методом индуктивных расширений. Изучение общей схемы программной реализации индуктивной функции и схемы обработки последовательности элементов с использованием индуктивной функции.

На вход системы последовательно и неограниченно во времени поступают элементы xi, где i — порядковый номер элемента, начиная с 1. Реализовать указанную в варианте обработку $f(X)$ последовательности элементов $X = \langle x1, x2, x3, \ldots \rangle$ с использованием схемы индуктивной обработки на пространстве последовательностей. Полученный набор выходных значений $Y = \langle y1, y2, y3, \ldots \rangle$ рассматривается как результирующая последовательность. Значения элементов исходной последовательности должны запрашиваться у пользователя (приниматься со стандартного устройства ввода) по одному за раз. Сформированные выходные значения требуется выдавать сразу после их формирования на стандартное устройство вывода. Реализация обработки должна быть приведена в отдельном модуле.

1.2. Алгоритм индуктивной обработки

Основной алгоритм программы содержится в функции appProcess, имея значение x_n, для осуществления пересчёта необходимо соблюсти следующие условия

$R(): \neg r_1 \cap \neg r_2 \cap r_3 \cap r_4$

Примем следующие сокращения, и каким значением инициализируются (если значение явно не указывается, то его упоминание пропускается):

tLi – временный левый индексов;

tLv – временное левое значение;

tRi – временный правый индекс;

tRv – временное правое значение;

tCS (*tempCS*)– временное значение подходящей последовательности; = 0

fLi – финальный левый индекс;

fLv – финальное левое значение;

fRi – финальный правый индекс;

fRv – финальное правое значение;

fCS (*finalCS*)– финальное значение подходящий последовательности; = 0.

x_n - очередное значение;

n - индекс поступившего элемента; (Равен 0, т. к. это итератор)

D – цифра, вводимая пользователем, по условию задачи.

Рассмотрим каждое из условий:

$r_1(n=0) \to (fLi \wedge fRi)=n \wedge (fLv \wedge fRv)=x_n$;

$r_2(x_n \le x_{n-1}) \to tCS=0$;

$r_3(tCS>fCS)$;

$r_4(x_n - fLv>D) \to fLi=n-tCS \wedge fRi=n \wedge fCS=tCS$;

Имея набор базовых условий, можно сформировать предикаты,

$R_1(): r_1$ - справедливо для $n=0$;

Результат: $R_1() \to (fLi \wedge fRi)=n \wedge (fLv \wedge fRv)=x_n$;

$R_2(): \neg r_1 \cap r2$ - справедливо для $x_n<x_{n-1}$;

Результат: $R_2() \to tCS=0$;

$R_3(): \neg r_1 \cap \neg r_2 \cap \neg r3$ - справедливо для $n>0 \wedge x_n>x_n-1 \wedge tCS<fCS$;

Результат: $R_3(): \to ++tCS$;

$R_4(): \neg r_1 \cap \neg r_2 \cap r_3 \cap \neg r_4$ - справедливо для $n>0 \wedge x_n>x_n-1 \wedge tCS>fCS \wedge (x_n - fLv<D)$;

Результат: $R_4() \to ++tCS$;

$R_5()$: $\neg r_1 \cap \neg r_2 \cap r_3 \cap r_4$ - справедливо для $n>0 \wedge x_n > x_n - 1 \wedge tCS > fCS \wedge (x_n - fLv > D)$;

Результат: $R_5() \to ++tCS \wedge fLi = x_{(n-tCS)} \wedge fRi = x_n \wedge fCS = tCS$;

В общем случае вид формулы, по которой вычисляется новое значение величины, определяется набором условий $R = (R_1(.), R_2(.), R_3(.), R_4(.) R_5(.))$.

Приведенные условия являются предикатами, т.е. результатом каждого из условий является логическое значение истина/ложь. Точкой обозначен набор аргументов, необходимых для вычисления значения предиката.

В ходе выполнения программы, значение счетчика *tempCS*, претерпевает изменения, в результате индуктивной операции над x_n, соответственно работа счетчика будет считаться индуктивным расширением.

Условия, используемые в правиле пересчета *fLi* и *fRi* охватывают все возможные ситуации, то есть $R_1 \cup R_2 \cup R_3 \cup R_4 \cup R_5 = true$. Таким образом одно из условий должно обязательно выполняться. В противном случае для некоторых ситуаций отсутствует правило пересчета величины.

Кроме того, выполняется условие $\forall x_n : R_5 \to R_1 \cap R_2 \cap R_3 \cap R_4 \cap R_5 = false$, то есть не допускается одновременное выполнение различных условий. И обратное утверждение, $\neg \forall x_n : R_5 \to R_1 \cap R_2 \cap R_3 \cap R_4 \cap R_5 = true$. Истинное значение предиката обозначает факт наступления связанного с ним события.

1.3. Архитектура программной реализации вычислителя.

Разберём используемый абстрактный тип данных.

АТД Application

Определяется структурный тип данных **`Application`**, содержащий семь полей:

```
int const_D;
std::pair<int, int> current_element;
std::pair<int, int> last_element;
```

```
std::pair<int, int> finalLeft;
std::pair<int, int> finalRight;
int tempCS = 0;
int finalCS = 0;
```

Первое — константа D, используемая для сравнения значений крайних элементов последовательности. Логика использования пары интов следующая, первое значение — индекс, второе — значение. Следуя ей, объявляются переменные — текущий элемент, последний элемент, финальный левый и финальный правый элементы. Целочисленными, так же, объявляются переменные *tempCS*/*finalCS*, хранящие временный стрик текущей последовательности, и максимальный достигнутый за время работы программы, соответственно.

application.h

В заголовочном файле `application.h` объявляется глобальная функция `int appRun(Application& app).` Эта функция отвечает за исполнение работу программы, а соответственно, напрямую взаимодействует с АТД A*pplication*, а именно: получает данные от пользователя, обрабатывает их, и выводит результат в стандартное устройство вывода. При успешном выполнении возвращает значение 0, если произошла ошибка на одном из этапов, возвращает значение 1.

Для выполнения поставленных, условием, задач, в `.h` файле объявляется прототип функции, а в `.cpp` файле, определяются под-функции `appRun`, а именно:

```
bool appInitializeData(Application &app);
bool appGetConstantD(Application &app);
bool appProcess(Application &app);
bool appGetOutputToUser(Application &app);
```

Рассмотрим каждую функцию в отдельности:

`bool appInitializeData(Application &app);`- отвечает за получение очередного значения, от пользователя.

`bool appGetConstantD(Application &app);` - Получение числа *D*.

`bool appProcess(Application &app);` - Содержит основную логическую

функцию обработки.

`bool appGetOutputToUser(Application &app);` - выводит промежуточный результат на стандартное устройство вывода.

algo.h

В файле объявляются функции для базовых условий r, и одна вспомогательная с типом `void`, а именно:

```
bool algo_check_first_iteration(void *object);
bool algo_check_ascending(void *object);
bool algo_check_D(void *object);
bool algo_check_breakage(void *object);
void algo_update_last(void *object);
```

Все они принимают указатель на тип переменную по типу данных АТД Application.
Рассмотрим каждую функцию в отдельности:

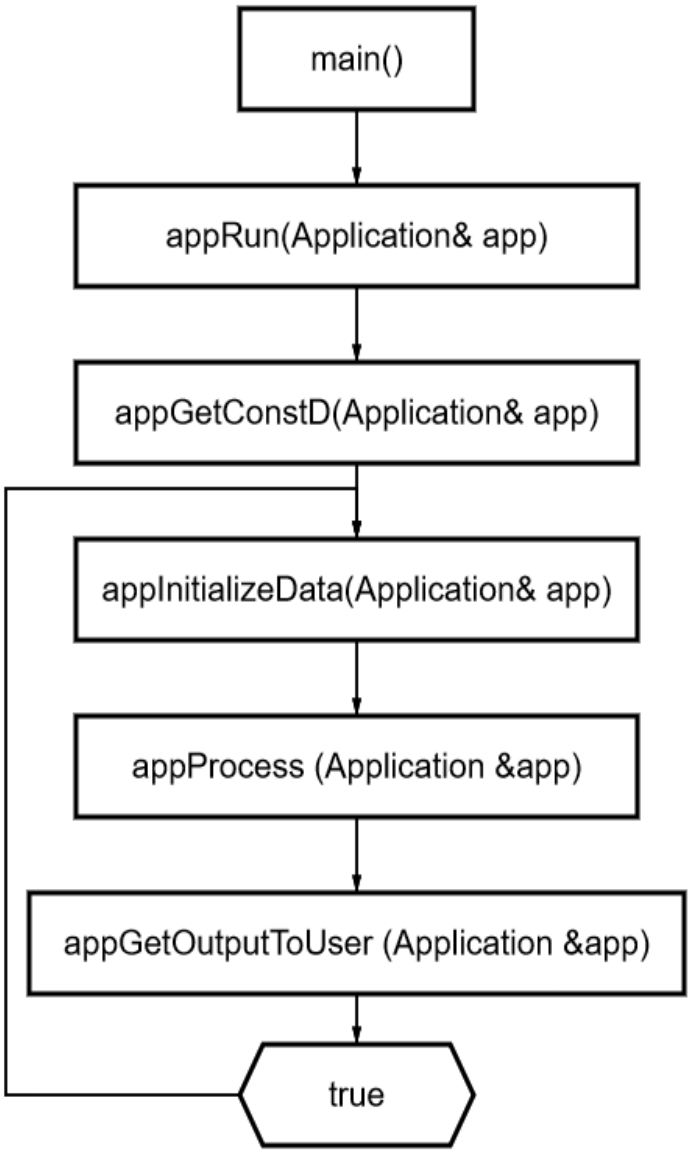
`bool algo_check_first_iteration(void *object);` - соответствует выражению $r_1(n=0) \to (fLi \wedge fRi)=n \wedge (fLv \wedge fRv)=x_n$. Выполняя действия и возвращая *true*, в случае $n=0$. Словами, приравнивает левый и правый индексы к параметрам текущего, индекс и значение.

`bool algo_check_ascending(void *object);` - соответствует выражению $r_2(x_n \le x_{n-1}) \to tCS=0$. Выполняя действия и возвращая *true*, в случае $x_n \le x_{n-1}$. Словами, если текущий элемент меньше предыдущего, то счетчик текущей последовательности сбрасывается, и возвращается *true*.

`bool algo_check_breakage(void *object);` - соответствует выражению $r_3(tCS>fCS)$. Действий функция не выполняет, только проверяет превосходство текущей последовательности над максимально достигнутой ранее. Если так, то вернется *true*.

`bool algo_check_breakage(void *object);` - соответствует выражению $r_4(x_n - fLv>D) \to fLi=n-tCS \wedge fRi=n \wedge fCS=tCS$. Основное условие наступления пересчета максимальных индексов. Если значение текущего минус значение первого элемента текущей последовательности больше D, то максимальный левый индекс приравнивается к n минус к-во элементов текущей последовательности, правый индекс к n, и максимальное к-во элементов приравнивается к текущему.

Можем представить общую структуру программы в виде блок-схемы:


main()
appRun(Application& app)
appGetConstD(Application& app)
appInitializeData(Application& app)
appProcess (Application &app)
appGetOutputToUser (Application &app)
true

Приложение 1.

```
//main.cpp
//
// Created by Anatejl on 15.04.2024.
//

#include "application.h"
#include <iostream>

int main() {

    std::cout << "An unarguably valuable piece of software, THE diamond!" << std::endl;

    Application app;

    int ret = appRun(app);

    return ret;
}


//application.h
//
// Created by Anatejl on 15.04.2024.
//

#ifndef NNTU_APPLICATION_H
#define NNTU_APPLICATION_H

#include <climits>
#include <utility>
#include "algo.h"

//Data for program to handle.
struct Application {

    int const_D;

    //Assume 1- iteration 2 - element
    std::pair<int, int> current_element;
    std::pair<int, int> last_element;

    //Assume 1 - index 2 - value
    std::pair<int, int> finalLeft;
    std::pair<int, int> finalRight;
```

```
    int finalCS = 0;
    int tempCS = 0;
};

// To execute application
int appRun(Application& app);
bool appInitializeData(Application &app);
bool appGetConstantD(Application &app);
bool appProcess(Application &app);
bool appGetOutputToUser(Application &app);

#endif //NNTU_APPLICATION_H

//application.cpp
//
// Created by Anatejl on 20.04.2024.
//

#include "application.h"
#include "algo.h"
#include <iostream>

bool appGetConstantD(Application &app) {

    std::cout << "Input a D constant to compare:" << std::endl;
    std::cin >> app.const_D;
    std::cout << app.const_D << std::endl;

    return true;
}

bool appInitializeData(Application &app) {

    std::cin >> app.current_element.second;

    return true;
}

bool appProcess(Application &app) {

    while(true) {

        if(algo_check_first_iteration(&app)){
            break;
        }
```

```
        if(algo_check_breakage(&app)){
            break;
        }

        if(!algo_check_ascending(&app)){
            break;
        }

        if(!algo_check_D(&app)){
            break;
        }

        break;
    }

    algo_update_last(&app);

    return true;
}

bool appGetOutputToUser(Application &app) {

    std::cout << app.current_element.first << " - Iteration" << std::endl;
    std::cout << "L - " << app.finalLeft.first << std::endl;
    std::cout << "R - " << app.finalRight.first << std::endl << std::endl;

    return true;
}

int appRun(Application &app) {

    if (!appGetConstantD(app)) {
        std::cout << "DATA INPUT FAILURE." << std::endl;
        return 1;
    }

    //Default condition is "true", consider using "!std::con.eof()" for testing purposes.
    while(true) {
        if (!appInitializeData(app)) {
            std::cout << "DATA INPUT FAILURE." << std::endl;
            return 1;
        }

        if (!appProcess(app)) {
            std::cout << "DATA INPUT FAILURE." << std::endl << "No matches applicable."
<< std::endl;
```

```
            return 1;
        }

        if (!appGetOutputToUser(app)) {
            std::cout << "DATA INPUT FAILURE." << std::endl;
            return 1;
        }
        ++app.current_element.first;
    }

    return 0;
}

//algo.h
//
// Created by Anatejl on 20.04.2024.
//

#ifndef NNTU_ALGO_H
#define NNTU_ALGO_H

#include "application.h"

bool algo_check_first_iteration(void *object);
bool algo_check_ascending(void *object);
bool algo_check_D(void *object);
bool algo_check_breakage(void *object);
void algo_update_last(void *object);

#endif //NNTU_ALGO_H


//algo.cpp
//
// Created by Anatejl on 20.04.2024.
//

#include "algo.h"

void algo_update_last(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    app.last_element.first = app.current_element.first;
    app.last_element.second = app.current_element.second;
    ++app.tempCS;
```

```
}

bool algo_check_first_iteration(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    if(app.current_element.first == 0){
        app.finalLeft.first = app.current_element.first;
        app.finalLeft.second = app.current_element.second;
        app.finalRight.first = app.current_element.first;
        app.finalRight.second = app.current_element.second;
        return true;
    }

    return false;
}

bool algo_check_breakage(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    if(app.current_element.second <= app.last_element.second){
        app.tempCS = 0;

        return true;
    }

    return false;
}

bool algo_check_ascending(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    if(app.tempCS > app.finalCS) {

        return true;
    }

    return false;
}

bool algo_check_D(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);
```

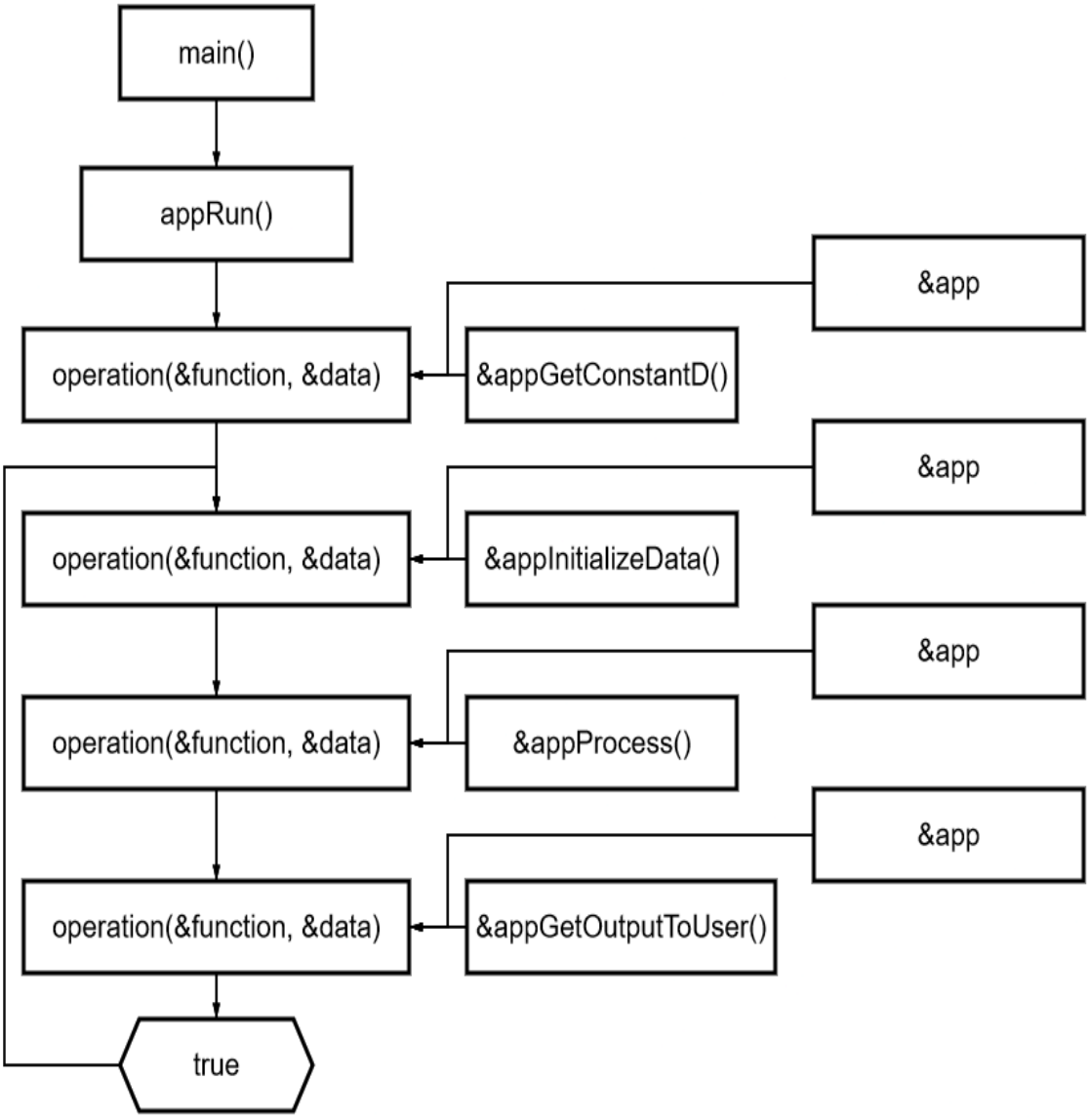
```
    if(app.current_element.second - app.finalLeft.second > app.const_D){
        app.finalLeft.first = app.current_element.first - app.tempCS;
        app.finalRight.first = app.current_element.first;
        app.finalCS = app.tempCS;
        return true;
    }

    return false;
}
```

Контрольная работа №2
«Настройка индуктивного вычислителя с использованием функции обратного вызова»

2.1 Архитектура программной системы

Основная логика вычисления не претерпела изменений, с контрольной работы 1. Изменился стиль вызова и способ обмена данными между функциями. Теперь мы объявляем АТД Application в основной функции `appRun`, вместо main.

В следствие внедрения данной методологии вызова функций, изменилась структура программы. Представлена ниже.



2.2 Использование индуктивного вычислителя

Функция operation, которая соответствует назначению — callback из условия работы. Она принимает ссылку на функцию и ссылку на объявленный тип данных. В результате мы избегаем копирования одного и того же типа данных, по несколько раз.

В следствие использования данной структуры, можно наладить общение нескольких программ между друг другом, вследствие унифицированного элемента функции и набора данных.

//application.h

```
typedef bool (*Callback)(void *object);
bool operation(Callback callback, void *data);
```

Элемент	Назначение
`typedef`	аллиас на функцию
`bool`	тип функции
`(*Callback)`	указатель на тип функции
`(void *object)`	указатель на тип принимаемого аргумента, и его название

```
// application.cpp
bool operation(Callback callback, void *data) {
    return (*callback)(data);
}
```

Элемент	Назначение
`bool`	тип функции
`operataion`	название
`(Callback callback`	тип и имя принимаемого аргумента
`void *data)`	указатель на любой тип данных, имя аргумента
`return`	возвращаемое значение
`(*callback)`	результат работы вызываемой функции
`(data)`	данные с которыми работала программа.

Приложение 1

```
//main.cpp
//
// Created by Anatejl on 15.04.2024.
//

#include "application.h"
#include <iostream>

int main() {

    std::cout << "An unarguably valuable piece of software, THE diamond!" << std::endl;

    int ret = appRun();

    return ret;
}


//application.h
//
// Created by Anatejl on 15.04.2024.
//

#ifndef NNTU_APPLICATION_H
#define NNTU_APPLICATION_H

#include <climits>
#include <utility>
#include "algo.h"

//Data for program to handle.
struct Application {

    int const_D;

    //Assume 1- iteration 2 - element
    std::pair<int, int> current_element;
    std::pair<int, int> last_element;

    //Assume 1 - index 2 - value
    std::pair<int, int> finalLeft;
    std::pair<int, int> finalRight;
    int finalCS = 0;
```

```
    int tempCS = 0;
};

typedef bool (*Callback)(void *object);
bool operation(Callback callback, void *data);

// To execute application
int appRun();
bool appInitializeData(void *object);
bool appGetConstantD(void *object);
bool appProcess(void *object);
bool appGetOutputToUser(void *object);

#endif //NNTU_APPLICATION_H

//application.cpp
//
// Created by Anatejl on 20.04.2024.
//

#include "application.h"
#include "algo.h"
#include <iostream>

bool operation(Callback callback, void *data) {
    return (*callback)(data);
}

bool appGetConstantD(void *object) {

    Application &app = *((Application*) object);

    std::cout << "Input a D constant to compare:" << std::endl;
    std::cin >> app.const_D;
    std::cout << app.const_D << std::endl;

    return true;
}

bool appInitializeData(void *object) {

    Application &app = *((Application*) object);

    std::cin >> app.current_element.second;

    return true;
```

```
}

bool appProcess(void *object) {

    Application &app = *((Application*) object);

    while(true) {

        if(algo_check_first_iteration(&app)){
            break;
        }

        if(algo_check_breakage(&app)){
            break;
        }

        if(!algo_check_ascending(&app)){
            break;
        }

        if(!algo_check_D(&app)){
            break;
        }

        break;
    }

    algo_update_last(&app);

    return true;
}

bool appGetOutputToUser(void *object) {

    Application &app = *((Application*) object);

    std::cout << app.current_element.first << " - Iteration" << std::endl;
    std::cout << "L - " << app.finalLeft.first << std::endl;
    std::cout << "R - " << app.finalRight.first << std::endl << std::endl;

    return true;
}

int appRun() {

    Application app;
```

```
    if (!operation(&appGetConstantD, &app)) {
        std::cout << "DATA INPUT FAILURE." << std::endl;
        return 1;
    }

    //Default condition is "true", consider using "!std::con.eof()" for testing purposes.
    while(true) {
        if (!operation(&appInitializeData, &app)) {
            std::cout << "DATA INPUT FAILURE." << std::endl;
            return 1;
        }

        if (!operation(&appProcess, &app)) {
            std::cout << "DATA INPUT FAILURE." << std::endl << "No matches applicable."
<< std::endl;
            return 1;
        }

        if (!operation(&appGetOutputToUser, &app)) {
            std::cout << "DATA INPUT FAILURE." << std::endl;
            return 1;
        }
        ++app.current_element.first;
    }

    return 0;
}


//algo.h
//
// Created by Anatejl on 20.04.2024.
//

#ifndef NNTU_ALGO_H
#define NNTU_ALGO_H

#include "application.h"

bool algo_check_first_iteration(void *object);
bool algo_check_ascending(void *object);
bool algo_check_D(void *object);
bool algo_check_breakage(void *object);
void algo_update_last(void *object);
```

```
#endif //NNTU_ALGO_H


//algo.cpp
//
// Created by Anatejl on 20.04.2024.
//

#include "algo.h"

void algo_update_last(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    app.last_element.first = app.current_element.first;
    app.last_element.second = app.current_element.second;
    ++app.tempCS;

}

bool algo_check_first_iteration(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    if(app.current_element.first == 0){
        app.finalLeft.first = app.current_element.first;
        app.finalLeft.second = app.current_element.second;
        app.finalRight.first = app.current_element.first;
        app.finalRight.second = app.current_element.second;
        return true;
    }

    return false;
}

bool algo_check_breakage(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    if(app.current_element.second <= app.last_element.second){
        app.tempCS = 0;

        return true;
    }

    return false;
```

```
}

bool algo_check_ascending(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    if(app.tempCS > app.finalCS) {

        return true;
    }

    return false;
}

bool algo_check_D(void *object){

    Application &app = *((Application*)object);

    if(app.current_element.second - app.finalLeft.second > app.const_D){
        app.finalLeft.first = app.current_element.first - app.tempCS;
        app.finalRight.first = app.current_element.first;
        app.finalCS = app.tempCS;
        return true;
    }

    return false;
}
```