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 43)

Выполнил:

Студент гр. 22-Рз [redacted]

Проверил:

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

Нижний Новгород,
2024 г.

Оглавление

Задание по варианту.....3

Контрольная работа № 1.....4

1.1. Постановка задачи.....4

1.2. Алгоритм индуктивной обработки.....4

1.3. Архитектура программной реализации вычислителя. 6

АТД Application.....6

application.h.....6

Приложение 1.....9

Контрольная работа №2.....12

2.1 Архитектура программной системы.....12

2.2 Использование индуктивного вычислителя.....13

Приложение 1.....14

Задание по варианту

Поиск максимального элемента, меньшего заданного значения, и подсчёт числа его повторений в последовательности. Тип элемента — действительный.

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

Принятые сокращения:

n – порядковый номер элемента;

x_n – очередной элемент;

th – граница, по условию задачи;

maxI – кол-во повторений максимального элемента;

maxX – максимальный элемент, ниже границы.

y - элемент выходной последовательности, включает в себя три значения (*n*, *maxI*, *maxX*)

Отклик вычислителя Отклик вычислителя запишем как: $q=\left\{< y > \quad, \forall x_n\right\}$.

Рассмотрим базовые условия:

$r_1(n=0)$;

$r_2(x_n=maxX)$;

$r_3(x_n>maxX)$;

$r_4(x_n<th)$;

Имея базовые условия, мы можем сформировать предикаты:

$R_1(): r_1$ - справедливо для $n=0$;

Результат: $R_1(.) \rightarrow maxI=1;\ maxX=x_n,\ q=< y >,\ n=n+1$;

$R_2(): \neg r_1 \wedge r_2$ - справедливо для $n \neq 0 \wedge x_n = x_{max}$

Результат: $R_2(.) \rightarrow maxI=maxI+1,\ q=< y >,\ n=n+1$;

$R_3(): \neg r_1 \wedge \neg r_2 \wedge r_3 \wedge r_4$ - справедливо для $(n \neq 0) \wedge (x_n \neq x_{max}) \wedge (x_n > x_{max}) \wedge (x_n < th)$

Результат: $R_3(.) \rightarrow maxI=1;\ maxX=x_n,\ q=< y >,\ n=n+1$;

В общем случае вид формулы, по которой вычисляется новое значение величины x_{max}, определяется набором условий $R=\left(R_3(.)\right)$.

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

В следствии обработки входящих x_n значений, предусмотренный счётчик *iteration*, будет изменяться, что, соответственно, будет являться индуктивным расширением.

Кроме того, выполняется условие $\forall x_n : R_3 \rightarrow R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 = false$, то есть не допускается одновременное выполнение различных условий. Соответственно, модем составить обратное утверждение, $\neg \forall x_n : R_3 \rightarrow R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 = true$.

Так же, можем сделать заключение о существовании очередного значения x_n $\exists x_n : R_3 \rightarrow x_n \in [0, th]$.

1.3. Архитектура программной реализации вычислителя.

Для обеспечения удобства взаимодействия с необходимыми переменными, нами вводится абстрактный тип данных (далее АТД), рассмотрим его:

АТД Application

Определяется структурный тип данных **`Application`**, содержащий четыре поля:

```
int cin_read;
std::pair<int, int> max;
int threshold;
int iteration = 1;
```

1) Текущее значение - x_n;
2) Пара финальных значений;
    1) Кол-во повторений максимального значения, *maxI*
    2) Максимальный элемент, ниже границы, *maxX*
3) Граница, ниже которой ищем элементы;
4) Счётчик итерации, начинается с 1, т. к. мы засчитываем итерацию в конце цикла.

application.h

В заголовочном файле `application.h` объявляется глобальная функция `int app_run(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 `app_run`, а именно:

```
bool app_get_threshold(Application &app);
bool app_get_another(Application &app);
bool app_evaluate(Application &app);
bool app_give_output(Application &app);
```

Рассмотрим каждую функцию в отдельности:

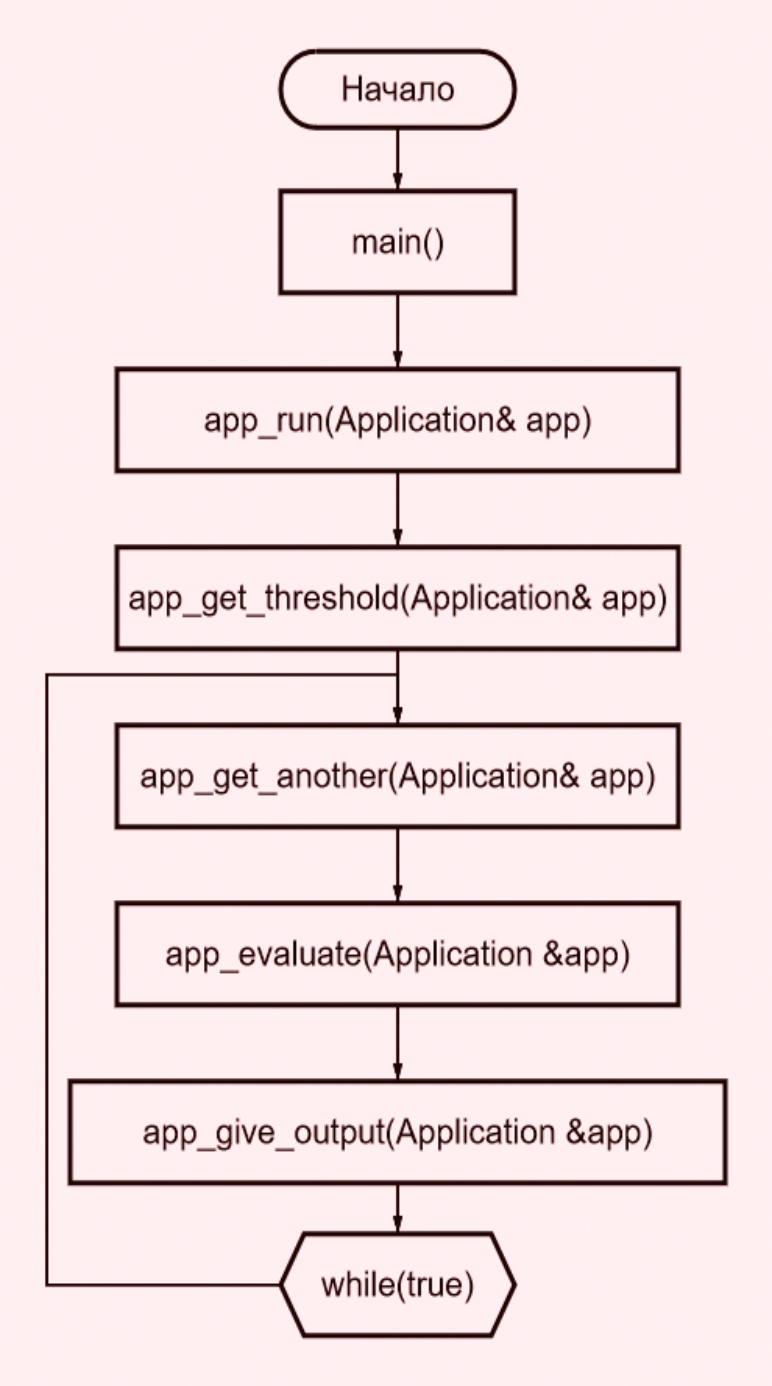
`bool app_get_threshold(Application &app);` - получение числа — границы, по условию;

`bool app_get_another(Application &app);` - получение очередного значения x_n;

`bool app_evaluate(Application &app);` - выполнение проверки значения x_n;

`bool app_give_output(Application &app);` - вывод результата итерации на стандартное устройство.

Можем представить общую структуру программы в виде блок-схемы:



Приложение 1.

//main.cpp

```
#include "application.h"

int main(){
    Application app;
    int ret = app_run(app);
    return ret;
}
```

//application.h

```
#ifndef NNTU_APPLICATION_H
#define NNTU_APPLICATION_H

#include <utility>

struct Application {
    int cin_read;
    std::pair<int, int> max;
    int threshold;
    int iteration = 1;
};

int app_run(Application &app);
bool app_get_threshold(Application &app);
bool app_get_another(Application &app);
bool app_evaluate(Application &app);
bool app_give_output(Application &app);

#endif //NNTU_APPLICATION_H
```

//application.cpp

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

int app_run(Application &app) {
    if (!app_get_threshold(app)) {
```

```
        std::cout << "INPUT FAILURE, ABORT ABORT" << std::endl;
    }
    //use !std::cin.eof() for debugging!
    while (true) {
        if (!app_get_another(app)) {
            std::cout << "SEQ. INPUT FAILURE, ABORT ABORT" << std::endl;
        }
        if (!app_evaluate(app)) {
            std::cout << "PROCESSING FAILURE, ABORT ABORT" << std::endl;
        }
        if (!app_give_output(app)) {
            std::cout << "OUTPUT FAILURE, ABORT ABORT" << std::endl;
        }
    }
    return 0;
}

bool app_get_threshold(Application &app) {
    std::cout << "Input an int, to act as threshold:" << std::endl;
    std::cin >> app.threshold;
    if (std::cin.fail()) {
        return false;
    }
    std::cout << app.threshold << std::endl;
    return true;
}

bool app_get_another(Application &app) {
    std::cin >> app.cin_read;
    if (std::cin.fail()) {
        return false;
    }
    return true;
}

bool app_evaluate(Application &app) {
    if (app.iteration == 0) {
        app.max.first = 1;
        app.max.second = app.cin_read;
        return true;
```

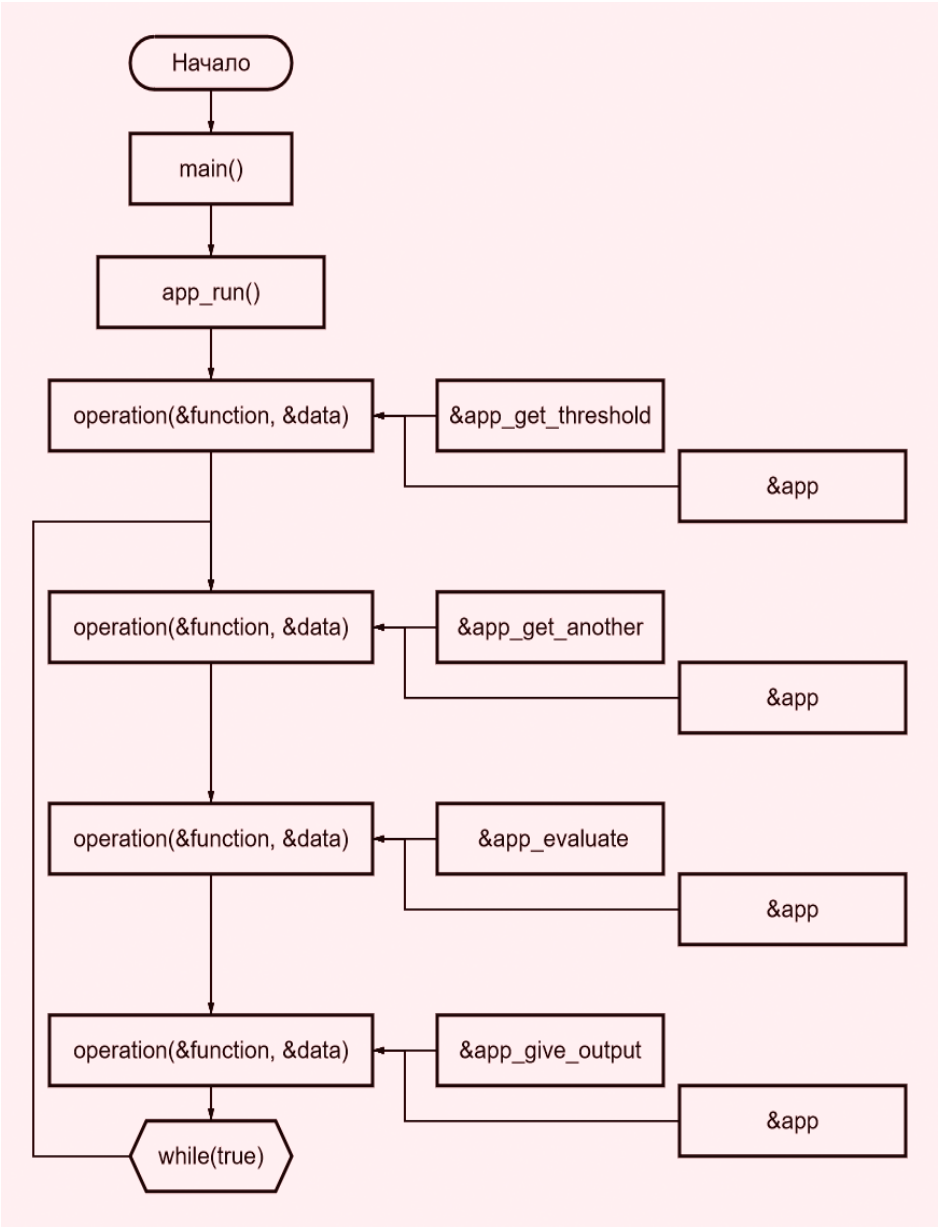
```
    }
    if (app.cin_read == app.max.second) {
        ++app.max.first;
        return true;
    } else if (app.cin_read > app.max.second && app.cin_read < app.threshold) {
        app.max.first = 1;
        app.max.second = app.cin_read;
    }

    return true;
}

bool app_give_output(Application &app) {
    std::cout << app.iteration << " - " <<
            app.max.second << " : " << app.max.first << " times." << std::endl;
    ++app.iteration;
    return true;
}
```

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 способ вызова и обмена данными между функциями.

В следствие чего, 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 application.h:

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

typedef — псевдоним типа данных

bool — тип возвращаемого значения

(*Callback) — указатель типа функции

(void *data) — указатель типа аргумента, название

В application.cpp:

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

bool — тип возвращаемого значения
operation — название
Callback - тип первого аргумента
callback — имя первого аргумента
void *data — указатель тип второго аргумента — любой
return — возвращаемое значение
(*callback) – результат работы вызванной функции
(data) – данные, которые эта функция использовала.

Приложение 1

//main.cpp

```
#include "application.h"

int main(){
    Application app;
    int ret = app_run(app);
    return ret;
}
```

//application.h

```
#ifndef NNTU_APPLICATION_H
#define NNTU_APPLICATION_H

#include <utility>

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

struct Application {
    int cin_read;
    std::pair<int, int> max;
    int threshold;
    int iteration = 1;
};

int app_run(Application &app);
bool app_get_threshold(void *raw_app);
bool app_get_another(void *raw_app);
bool app_evaluate(void *raw_app);
bool app_give_output(void *raw_app);

#endif //NNTU_APPLICATION_H
```

//application.cpp

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

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

int app_run(Application &app) {
   if (!operation(&app_get_threshold, &app)) {
      std::cout << "INPUT FAILURE, ABORT ABORT" << std::endl;
   }
   //use !std::cin.eof() for debugging!
   while (true) {
      if (!operation(&app_get_another, &app)) {
         std::cout << "SEQ. INPUT FAILURE, ABORT ABORT" << std::endl;
      }
      if (!operation(&app_evaluate, &app)) {
         std::cout << "PROCESSING FAILURE, ABORT ABORT" << std::endl;
      }
      if (!operation(&app_give_output, &app)) {
         std::cout << "OUTPUT FAILURE, ABORT ABORT" << std::endl;
      }
   }
   return 0;
}

bool app_get_threshold(void *raw_app) {
   Application &app = *(Application*) raw_app;
   std::cout << "Input an int, to act as threshold:" << std::endl;
   std::cin >> app.threshold;
   if (std::cin.fail()) {
      return false;
   }
   std::cout << app.threshold << std::endl;
   return true;
}

bool app_get_another(void *raw_app) {
```

```
    Application &app = *(Application*) raw_app;
    std::cin >> app.cin_read;
    if (std::cin.fail()) {
        return false;
    }
    return true;
}

bool app_evaluate(void *raw_app) {
    Application &app = *(Application*) raw_app;
    if (app.iteration == 0) {
        app.max.first = 1;
        app.max.second = app.cin_read;
        return true;
    }
    if (app.cin_read == app.max.second) {
        ++app.max.first;
        return true;
    } else if (app.cin_read > app.max.second && app.cin_read < app.threshold) {
        app.max.first = 1;
        app.max.second = app.cin_read;
    }
    return true;
}

bool app_give_output(void *raw_app) {
    Application &app = *(Application*) raw_app;
    std::cout << app.iteration << " - " <<
            app.max.second << " : " << app.max.first << " times." << std::endl;
    ++app.iteration;
    return true;
}
```