Објектно оријентисано програмирање 2

- Индивидуални пројекат

Немања Мајсторовић SV10/2020

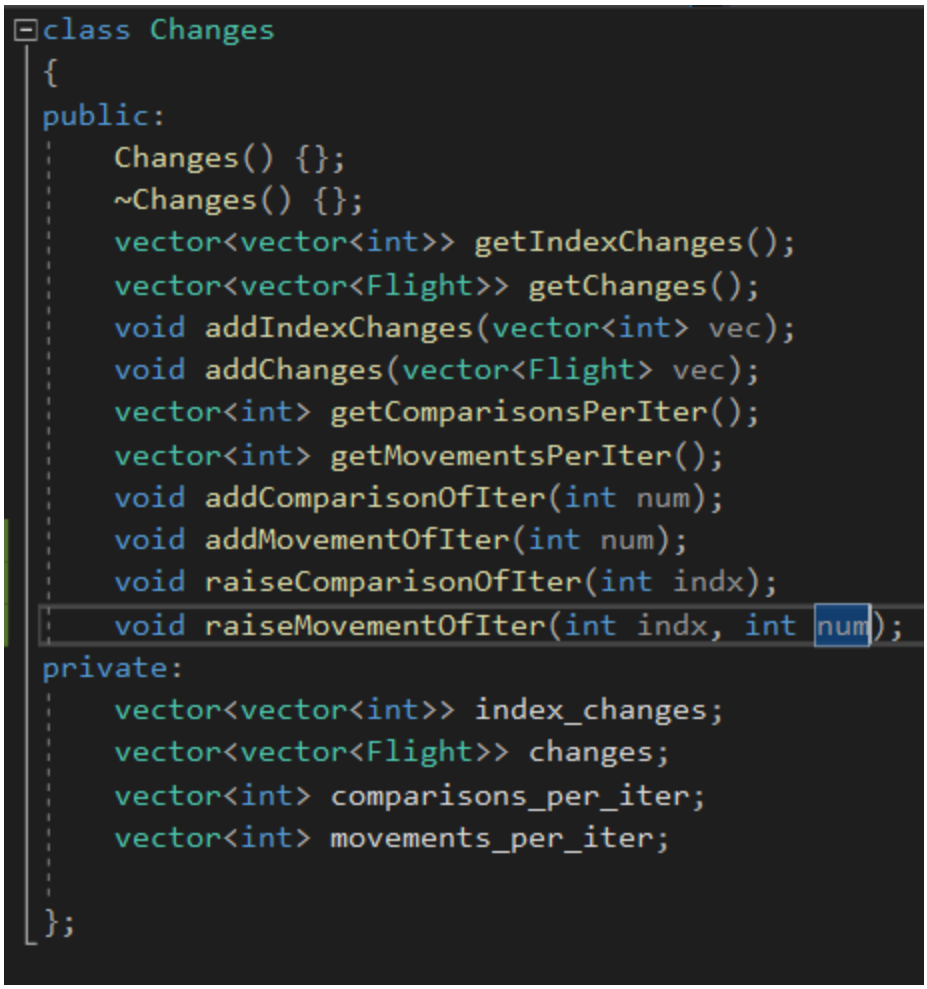
Рад УИ подсистема

Први аргумент командне линије је и обавезни а то је подразумевана путања до улазног фајла, уколико се он не унесе, долази до грешке. Други параметар је необавезан и везује се за критеријум сортирања, уколико корисник у графичкој спрези не одабере ниједан критеријум користиће се овај критеријум, а уколико га не унесе ни у аргументима командне линије сортираће се према параметру gateNo.

Класе, изузеци и слободне функције

```
class ArgumentHandler
{
public:
    ArgumentHandler();
    ArgumentHandler(int argc, char** argv);
    ~ArgumentHandler() {};
    //returns default path to input folder specified in argument list
    string getPath();
    void getFunctions(function<bool(Flight&, Flight&)>& comparison_func, function<string(Flight&)>& criteria);
private:
    int argc;
    char** argv;

};
```

Класа служи за обрађивање улазних аргумената, при чему јој се прослеђује број аргумената и сами аргументи који су и њени атрибути. Функција getPath служи за добављање подразумеване путање из аргумената док getFunctions формира ламбда функције за поређење и добављање вредности.



```
class Changes
{
public:
    Changes() {};
    ~Changes() {};
    vector<vector<int>> getIndexChanges();
    vector<vector<Flight>> getChanges();
    void addIndexChanges(vector<int> vec);
    void addChanges(vector<Flight> vec);
    vector<int> getComparisonsPerIter();
    vector<int> getMovementsPerIter();
    void addComparisonOfIter(int num);
    void addMovementOfIter(int num);
    void raiseComparisonOfIter(int indx);
    void raiseMovementOfIter(int indx, int num);
private:
    vector<vector<int>> index_changes;
    vector<vector<Flight>> changes;
    vector<int> comparisons_per_iter;
    vector<int> movements_per_iter;

};
```

Класа која служи за чување промена, атрибут index_changes служи за чување индекса летова у односу на претходну итерацију, док changes чува стање вектора у свакој итерацији, comparisons_per_iter и movements_per_iter чувају број поређења и померања у свакој итерацији, методе addIndexChanges I addChanges служе за додавање тренутних стања у свакој итерацији и raise методе служе за увећавање бројача у одређеној итерацији за дати индекс.

```cpp
// Sort class
class Sort
{
protected:
    // number of comparisons performed in sort function
    unsigned long num_cmps;
    unsigned long num_iter;
    unsigned long num_moves;
    Changes changes;
    vector<Flight>& data;
    function<bool(Flight&, Flight&)> comparison_func;
    string name;

public:
    Sort(vector<Flight>& data, function<bool(Flight&, Flight&)> comparison_func, string name);
    ~Sort() {};
    // main entry point
    virtual void sort() = 0;
    // returns number of comparisons
    unsigned long getNumCmps();
    unsigned long getNumMoves();
    unsigned long getNumIter();
    Changes getChanges();
    vector<Flight> getFlights();
    string getName();

    // resets the number of comparisons
    void resetNumCmps();

};
```

Базна апстрактна класа за сортирање, садржи атрибуте за бројање промена, померања и итерација, Changes атрибут за праћење промена, саме податке који се мењају, ламбда функцију за поређење, као и назив самог алгоритма, сви атрибути имају идентификатор приступа protected како би им се могло приступити из наслеђене класе. Функција Sort је виртуелна метода коју свака класа наследница треба да override-ује, даље следе getter методе, и функција за постављање броја поређења на почетну вредност.

```
class Flight
{
public:
    Flight() {};
    Flight(string flightNo, string destination, string departure, string gateNo);
    Flight(vector<string> values);
    friend istream& operator>>(istream& in, Flight& f);
    friend ostream& operator<<(ostream& in, Flight& f);
    string getDestination();
    string getFlightNo();
    string getDeparture();
    string getGateNo();
    static void load_flights(string path, vector<Flight>& flights);
private:
    string flightNo;
    string destination;
    string departure;
    string gateNo;

};
```

Класа Flight описује ентитет лета, осим getter функција имамо преклапање оператора за излазни и улазни ток података, помоћну статичку функцију која служи за учитавање скупа летова из фајла на задатој путањи у вектор flights .

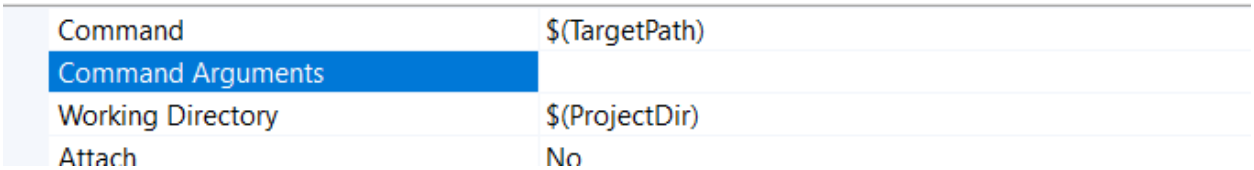
```
class MyWindow : public Window {
public:
    MyWindow(Point xy, int w, int h, const string& title, string default_path,
        function<bool(Flight&, Flight&)> comparison_func, function<string(Flight&)> criteria);
    ~MyWindow() {};
    bool wait_for_button();
private:
    vector<Flight> flights;
    string default_path;
    function<bool(Flight&, Flight&)> comparison_func;
    function<string(Flight&)> criteria;

    In_box path_in;
    In_box path_out;
    Button next_button;
    bool button_pushed;
    Button alg_choice1;
    Button alg_choice2;

    Button crit_choice1;
    Button crit_choice2;
    Button crit_choice3;
    Button crit_choice4;

    static void cb_next(Address, Address);
    static void cb_alg_option1(Address, Address);
    static void cb_alg_option2(Address, Address);

    static void cb_crit_option1(Address, Address);
    static void cb_crit_option2(Address, Address);
    static void cb_crit_option3(Address, Address);
    static void cb_crit_option4(Address, Address);

    bool alg1_button_pushed;
    bool alg2_button_pushed;

    bool crit1_button_pushed;
    bool crit2_button_pushed;
    bool crit3_button_pushed;
    bool crit4_button_pushed;

    void alg1_chosen();
    void alg2_chosen();

    void crit1_chosen();
    void crit2_chosen();
    void crit3_chosen();
    void crit4_chosen();
    void next();
};
```

Класа MyWindow служи за одабир параметара за визуелизацију односно путања до улазног фајла, путања до излазног фајла, алгоритам за сортирање, и критеријум за сортирање. Од осталих атрибута имамо Boolean атрибуте који нам говоре која су дугмад притиснута. Методе са префиксом cb_ служе за увезивање дугмади са њиховим callback функцијама, док саме callback функције их само обоје и све остале Boolean вредности за притиснуту дугмад у истој групи поставља на нетачну вредност (симулира се radio button). Притиском на дугме Next прелази се на нов прозор за визуелизацију.

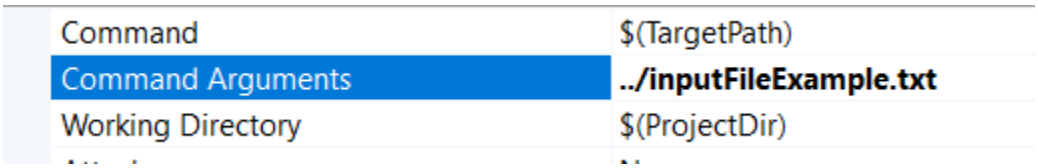
```
class DrawingWindow : public Window{
public:
    DrawingWindow(Point xy, int w, int h, const string& title, Sort* sort_alg, function<string(Flight&)> criteria);
    ~DrawingWindow() {};

    bool wait_for_button(); // simple event loop


private:
    Button next_button;
    Button exit_button;
    bool button_pushed;
    Sort* sort_alg;
    vector<Flight> flights;
    vector<Circle*> dots;
    vector<Out_box*> outs;
    vector<Line*> lines;
    int iteration_counter;

    static void cb_next(Address, Address);
    void next();
    static void cb_exit(Address, Address);
    void exit();
    void connect_dots(Circle& const a, Circle& const b);
    Circle* getDotAt(int i, int j, int w);

};
```

DrawingWindow служи за визуелизацију сортирања, поседује next_button односно дугме за исцртавање стања у следећој итерацији, exit_button за искључење апликације, Boolean вредност за проверу да ли је дугме притиснуто, показивач на искоришћени Sort, сам вектор летова који су бивали мењани, тачке који служе за представљање позиције у итерацији, outs који представљају лабеле за приказ распореда летова на почетку и на крају сортирања, линије које спајају тачке и представљају визуелизацију, бројач итерација који бележи до које је итерације корисник стигао, callback функција next која учитава следећу итерацију, додаје нове линији, приказује их и затим повећава бројач итерација за 1, exit callback функција која искључује апликацију, connect_dots метода која креира линију између две тачке и додаје је на прозор, getDotAt функцију која добавља тачку из “дводимензионалног” низа на основу реда и колоне у којој се налази(w представља ширину матрице односно број колона).

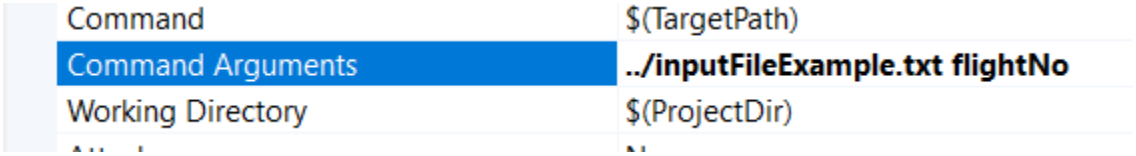
Структура аргумената командне линије и пример коришћења



Невалидан унос аргумената, мора постојати подразумевана путања до улазног фајла.



Валидан унос аргумената, путања до улазног фајла је наведена, критеријум сортирања уколико корисник у графичкој спрези не одабере биће подразумевано gateNo.



Валидан унос аргумената, путања је наведена, критеријум сортирања уколико корисник у графичкој спрези не одабере биће flightNo.

Структура излазне датотеке

```
DALLAS;  21:00;  BA036;  A3;
LAS VEGAS;  21:15;  AA223;  A3;
LONDON;  20:30;  AA220;  B4;
LONDON;  17:45;  BA087;  B4;
MEXICO;  19:00;  VI303;  B4;
PARIS;  16:00;  AA342;  A7;
PRAGUE;  13:20;  VI309;  F2;
TORONTO;  8:30;  QU607;  F2;
SYDNEY;  8:20;  AA224;  A7;
WASHINGTON;  7:45;  AF342;  A3;
Comparisons = 2 Movements = 1
--------------------------------------
DALLAS;  21:00;  BA036;  A3;
LAS VEGAS;  21:15;  AA223;  A3;
LONDON;  20:30;  AA220;  B4;
LONDON;  17:45;  BA087;  B4;
MEXICO;  19:00;  VI303;  B4;
PARIS;  16:00;  AA342;  A7;
PRAGUE;  13:20;  VI309;  F2;
SYDNEY;  8:20;  AA224;  A7;
TORONTO;  8:30;  QU607;  F2;
WASHINGTON;  7:45;  AF342;  A3;
Comparisons = 1 Movements = 1
--------------------------------------
Iterations = 10
Comparisons = 45
Moves = 9
```

Исписује се стање у свакој итерацији и одваја низом карактера “-“ и на крају се исписује број итерација, број померања као и број поређења.

Опис и анализа одабраног алгоритма за сортирање

QuickSort је још један од “подели па владај” алгоритама, суштина је да бира пивот и да дели дати низ у зависности од пивота. У овом пројекту за пивот је увек биран последњи елемент. Кључни елемент алгоритма је партиционисање низа, последица овога је да су

након партиционисања сви елементи мањи од пивота налазе са једне стране док се сви елементи већи од пивота налазе са супротне стране. Партиционисање се извршава у линеарној временској комплексности односно O(n). Временска комплексност QuickSort-а варира јер алгоритам умногоме зависи од избора пивота, па је у најбољем случају она једнака O(nlogn) док је у најгорем O(n^2). До најгоре ситуације долази када се у сваком избору пивота бира најмањи или највећи елемент односно у нашем случају када је низ већ сортиран. У пракси до најгорег случаја се изузетно ретко долази.

Напредни ОО концепти

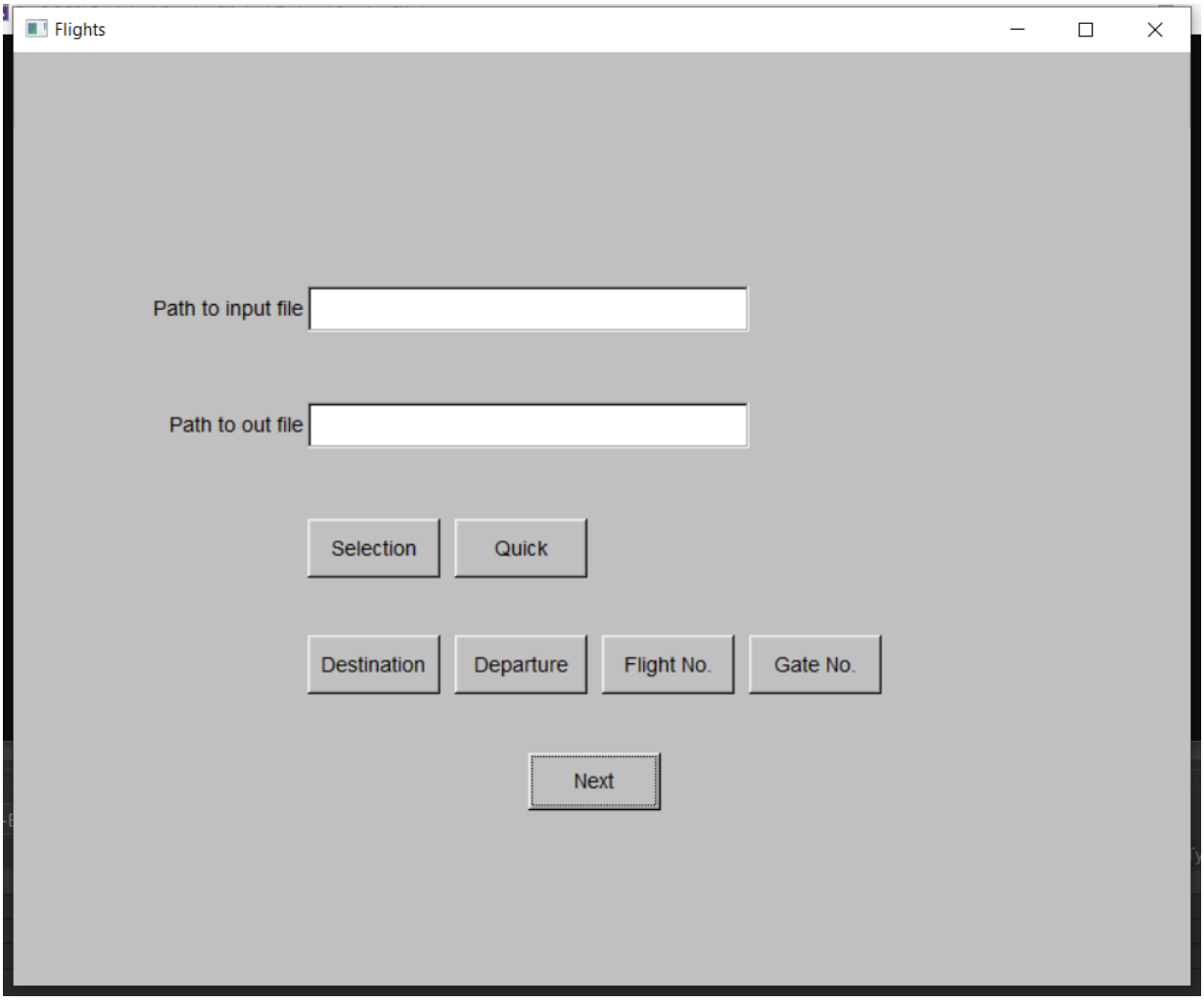
- SelectionSort и QuickSort наслеђују класу Sort

- MyWindow I DrawingWindow наслеђују класу Window

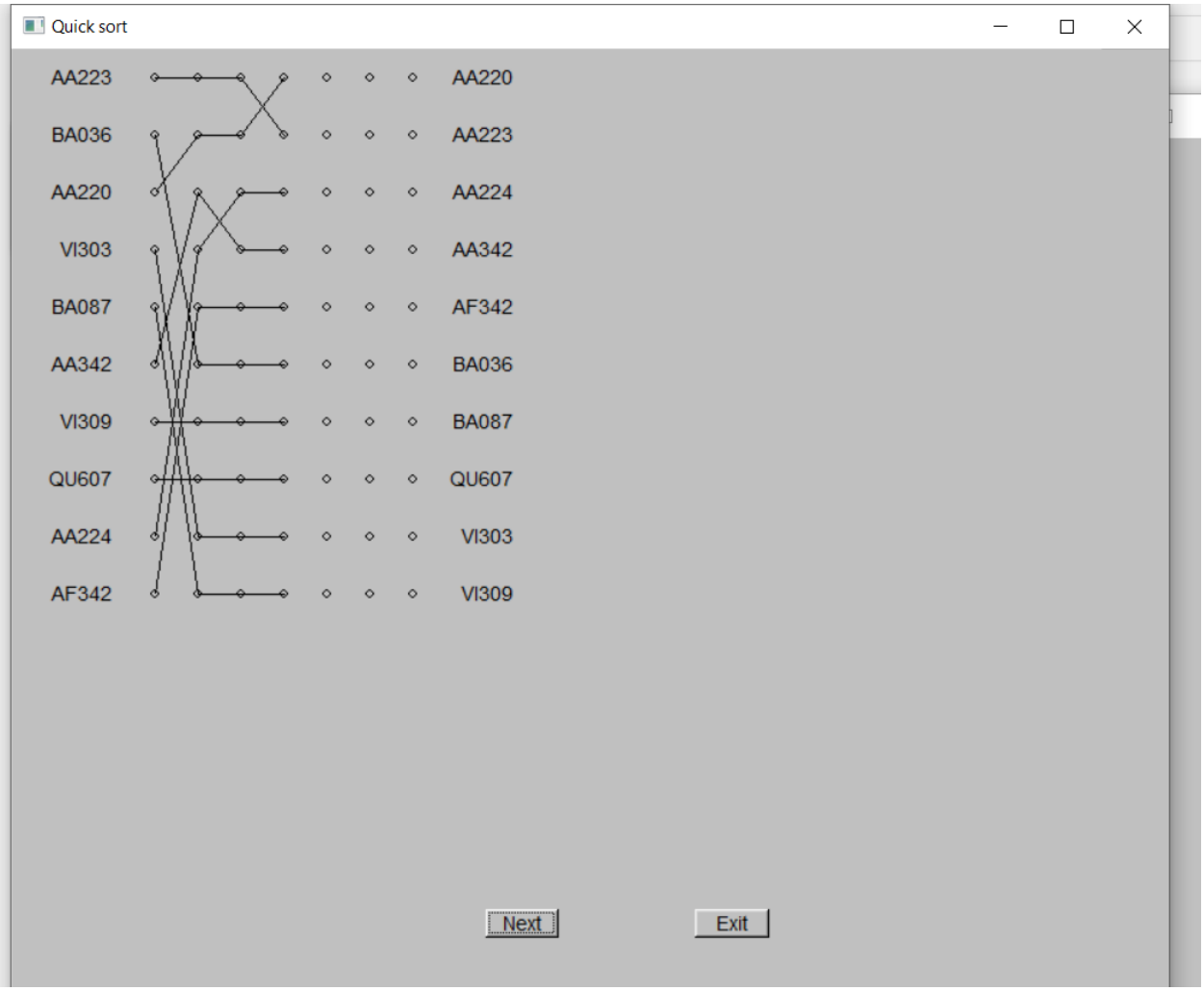
- преклапање оператора << и >> у класи Flight

- наслеђивање и override-овање виртуелне sort методе из базне класе код класа QuickSort и SelectionSort

Графичка спрега

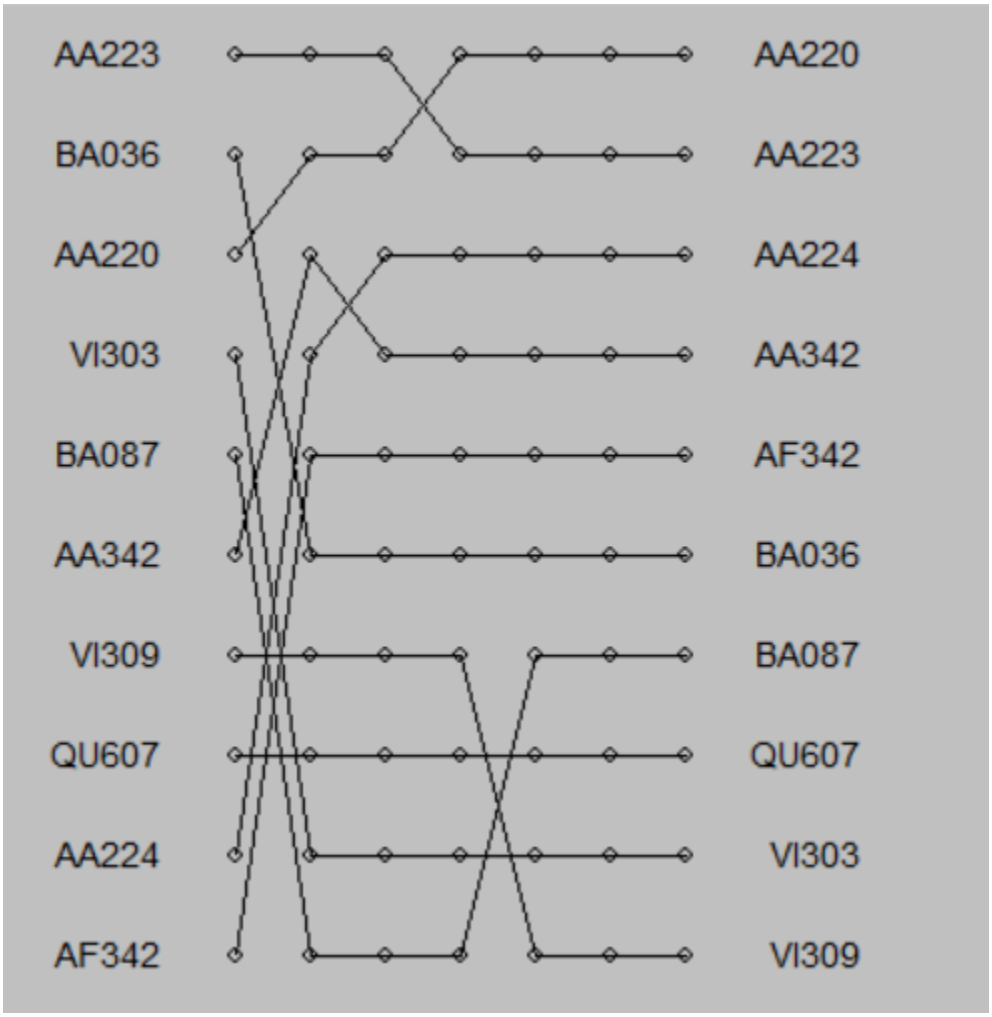


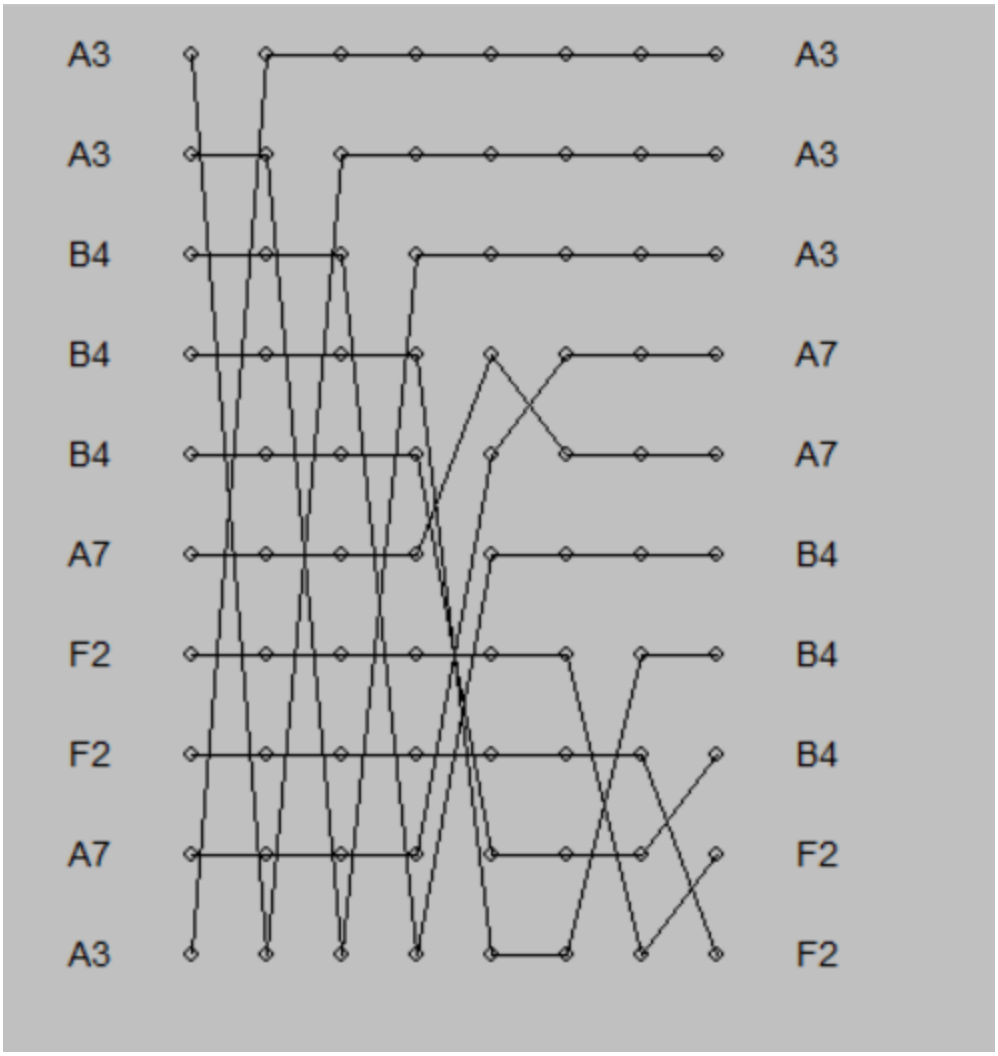
MyWindow – поље за унос путање до улазног фајла, поље за унос путање до излазног фајла, 2 радио дугмета за одабир алгоритма, 4 радио дугмета за одабир критеријума сортирања, дугме Next за прелазак у следећи прозор за визуелизацију.

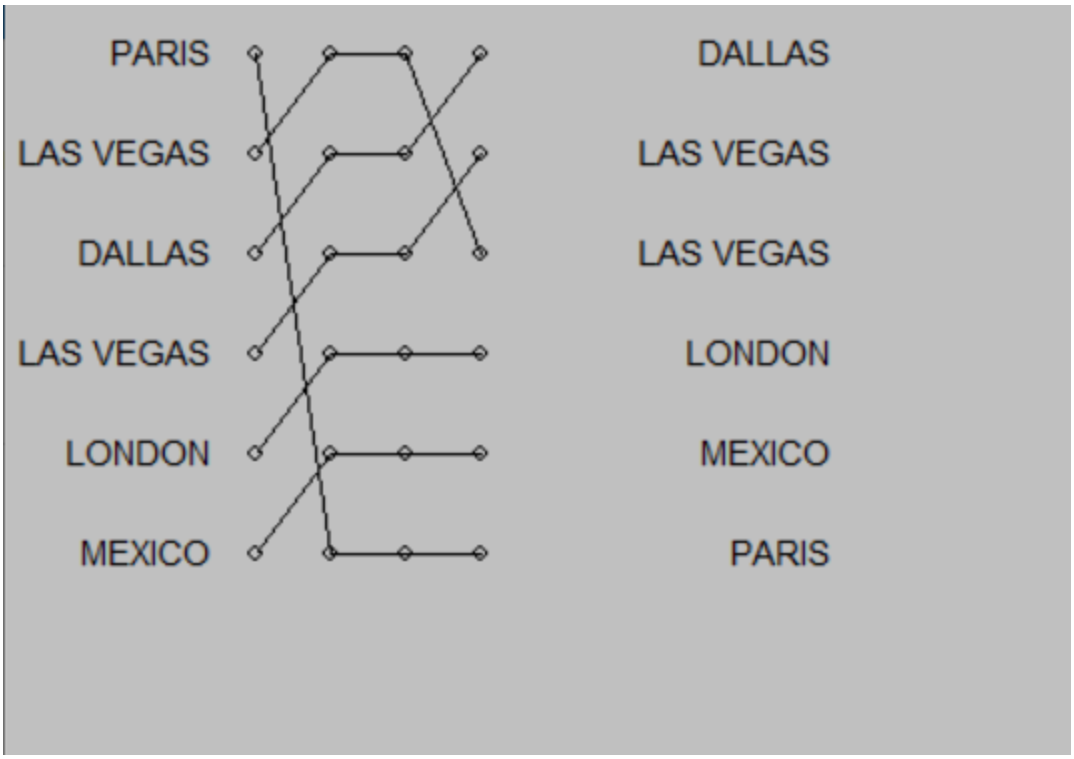


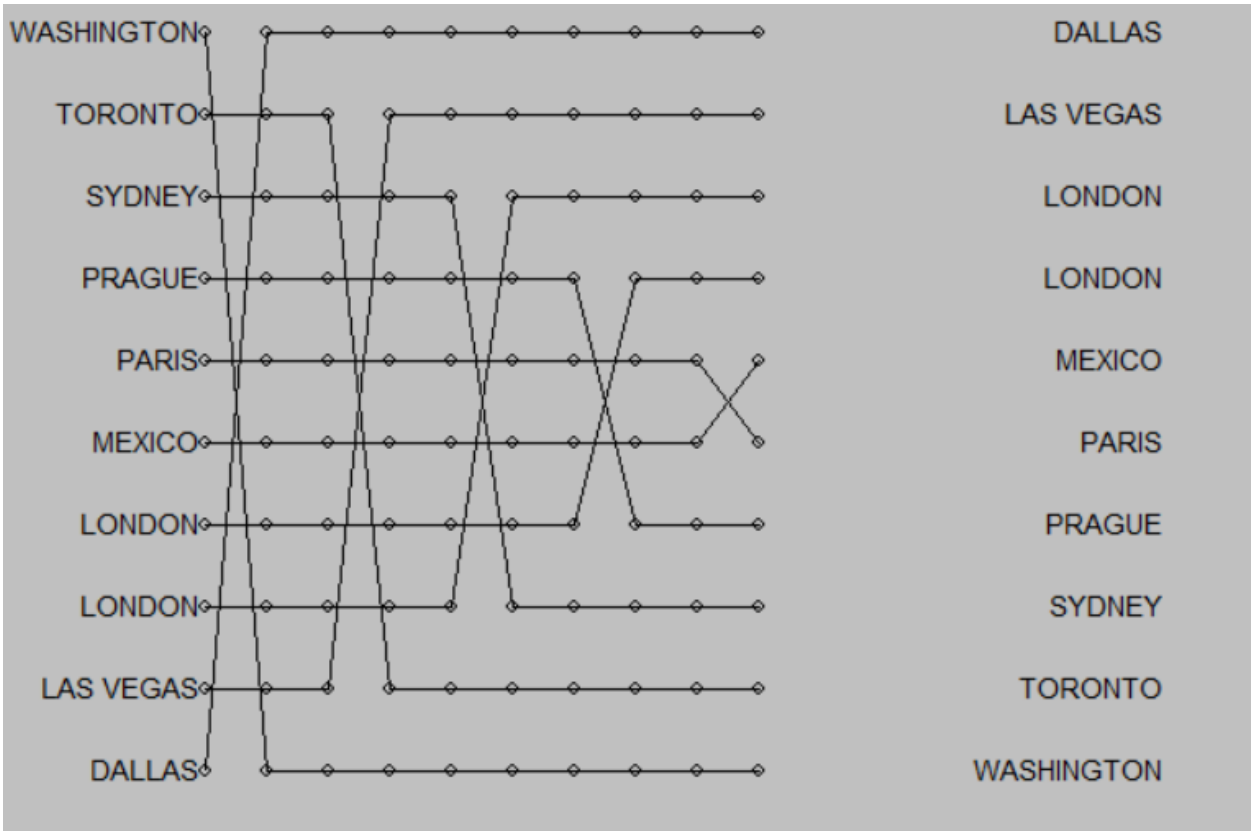
DrawingWindow – прозор за визуелизацију, са леве стране су лабеле са почетним распоредом, док су са десне са крајњим распоредом, између се налазе тачке које репрезентују позиције у датој итерацији, док линије визуализују премештање елемената у датој итерацији, дугме next приказује следећу итерацију алгоритма, дугме Exit врши излаз из апликације.

Тест случајеви




A3
A3
B4
B4
B4
A7
F2
F2
A7
A3
A3
A3
A3
A7
A7
B4
B4
B4
F2
F2


PARIS
LAS VEGAS
DALLAS
LAS VEGAS
LONDON
MEXICO
DALLAS
LAS VEGAS
LAS VEGAS
LONDON
MEXICO
PARIS


WASHINGTON
TORONTO
SYDNEY
PRAGUE
PARIS
MEXICO
LONDON
LONDON
LAS VEGAS
DALLAS
DALLAS
LAS VEGAS
LONDON
LONDON
MEXICO
PARIS
PRAGUE
SYDNEY
TORONTO
WASHINGTON

Излазни резултати

Пример 1. (LAS VEGAS, DALLAS, LONDON, MEXICO, LONDON, PARIS, PRAGUE, TORONTO, SYDNEY, WASHINGTON)

Selection sort

редни број итерације	број поређења	број замена
1	9	1
2	8	1
3	7	1
4	6	1
5	5	1
6	4	1
7	3	1
8	2	1
9	1	1
Σ	45	9

QuickSort

редни број итерације	број поређења	број замена
1	9	10
2	8	8
3	6	7
4	5	6
5	4	3
6	1	1
7	1	1
Σ	34	36

Пример 2. (LAS VEGAS, LONDON, LONDON, MEXICO, PARIS, PRAGUE, SYDNEY, TORONTO, WASHINGTON)

Selection sort

редни број итерације	број поређења	број замена
1	8	1
2	7	1
3	6	1
4	5	1
5	4	1
6	3	1
7	2	1
8	1	1
Σ	36	8

QuickSort

редни број итерације	број поређења	број замена
1	8	9
2	7	8
3	6	7
4	5	6
5	4	5
6	3	4
7	2	2
Σ	35	41

Пример 3. (LAS VEGAS , DALLAS, LONDON, MEXICO, LONDON, PARIS, PRAGUE, TORONTO, SYDNEY, WASHINGTON, MOSCOW, VIENNA, BELGRADE, BERN, NEW YORK, ROME, ATHENA, OSLO, HELSINKI)

SelectionSort

редни број итерације	број поређења	број замена
1	18	1
2	17	1
3	16	1
4	15	1
5	14	1
6	13	1
7	12	1
8	11	1
9	10	1
10	9	1
11	8	1
12	7	1
13	6	1
14	5	1
15	4	1
16	3	1
17	2	1
18	1	1
Σ	171	18

QuickSort

редни број итерације	број поређења	број замена
1	18	5
2	3	1
3	2	3
4	1	2
5	13	2
6	11	7
7	5	5
8	3	2
9	1	1
10	4	5
11	3	2
12	1	1
Σ	65	36

Упоредни укупни резултати

Поређења

	SELECTION	QUICK
ПРИМЕР1	45	34
ПРИМЕР2	36	35
ПРИМЕР3	171	65

Померања

	SELECTION	QUICK
ПРИМЕР1	9	36
ПРИМЕР2	8	41
ПРИМЕР3	18	36

Збир броја операција

	SELECTION	QUICK
ПРИМЕР1	54	70
ПРИМЕР2	44	76
ПРИМЕР3	189	101

Из примера 1 увиђамо да QuickSort има више операција, међутим мање итерација, у примеру 2 који је уједно и најгори случај за QuickSort(јер су сви елементи већ сортирани) уочавамо да се QuickSort малтене своди на SelectionSort као и да има знатно више померања у односу на Selection што га и чини горим у овој ситуацији, међутим у примеру 3 где смо узели 19 градова увиђамо да QuickSort има много мање поређења у односу на SelectionSort док у табели видимо да је и збирни број операција много мањи у односу на SelectionSort. QuickSort не пролази кроз цео низ у свакој итерацији

Уочени проблеми и ограничења

QuickSort се показао као лош када је низ већ сортиран, међутим у пракси на тај проблем ћемо наићи ретко, уколико се за пивот узастопце бирају вредности које су приближне средњој вредности елемената овај алгоритам има временску комплексност O(nlogn), као и MergeSort, међутим MergeSort захтева додатних O(n) меморије док је QuickSort in-place алгоритам, што значи да му није потребан додатан простор. SelectionSort у свакој итерацији нађе минимални елемент и постави га на почетак међутим да би знао да је тај елемент најмањи он мора проћи кроз све остале несортиране елементе чиме је његова временска комплексност O(n^2).