

Домашнее задание 1.

Лабиринт

Общее описание задания

Задание направлено на проверку знаний основ языка C++ у студентов и знакомство с основными алгоритмами на графах. Задание состоит из следующих этапов:

1. написание программы на языке C++, решающую задачу поиска минимального пути в лабиринте (см. описание ниже);
2. проведение тестирования написанной программы с точки зрения корректности работы программы;
3. теоретический анализ времени работы используемого алгоритма и замеры производительности полученной реализации указанного алгоритма;
4. написание отчета, описывающего результаты всех указанных этапов.

Выполненное задание разместить в соответствующей именной папке в Dropbox в отдельной папке с названием «Autumn 2014 - Homework 1» (Приглашения в ближайшее время придут по почте, имя папки совпадает с Вашим login-ом, который Вы указали в Анкете). Любые вопросы (в том числе, если у Вас есть возражения, связанные с использованием Dropbox) по заданию присылать по электронной почте на следующий адрес: mikle.shupletsov@gmail.com. Тема письма имеет следующий формат: [318] [Фамилия Имя] [Вопрос].

Лабиринт

Лабиринт состоит из нескольких уровней. Соседние уровни соединены при помощи лестниц. Каждый уровень в лабиринте представляет собой квадрат из N на N клеток, где каждая клетка может быть одной из следующих типов:

- `' '` – пустое пространство (по нему можно передвигаться);
- `'#'` – стены лабиринта (клетки по которым нельзя перемещаться);
- `'U'` – лестница на верхний уровень (из данной клетки можно перейти только на уровень выше);
- `'D'` – лестница на нижний уровень (из данной клетки можно перейти только на уровень ниже);
- `'P'` – портал (выход из лабиринта);
- `'S'` – начальная точка.

Передвигаться можно только вверх (`'n'`), вниз (`'s'`), влево (`'w'`) и вправо (`'e'`).

Границы лабиринта можно считать непроходимыми, даже если они не окружены стенами (клетки `'#'`).

Формат входных данных.

Описание лабиринта считывается программой либо со стандартного потока ввода (`cin`), либо из файла. При этом программа должна корректно обрабатывать следующие два основных формата описания лабиринта:

1. «карта» - описание карты лабиринта по уровням (M);

2. «координаты» - список координат элементов лабиринта (L).

Каждая строка в указанных описаниях непосредственно относится к описанию формата или является комментарием в стиле языка C (например, "//строка с комментарием"

Формат «карта» (M)

Первая строка содержит символ «M», указывающий тип входного формата. На второй строке указывается одно целое число N – размер стороны любого из уровней лабиринта. На третьей строке указывается число K – число уровней в лабиринте (уровни лабиринта нумеруются с нулевого). Далее, следует описание всех клеток каждого из уровней лабиринта, начиная с нулевого.

Пример корректного входного описания лабиринта в формате «карта» (M):

```
M
4
2
//level 0
....
#...
.#..
#...
//level 1
.P..
....
...S
#.D#
```

Формат «координаты» (L)

Первая строка содержит символ «L», указывающий тип входного формата. На второй строке указывается одно целое число N – размер стороны любого из уровней лабиринта. На третьей строке указывается число K – число уровней в лабиринте (уровни лабиринта нумеруются с нулевого). Далее, следует описание лабиринта, в котором указываются координаты всех элементов (кроме, возможно, клеток ` ` , описывающих пустое пространство лабиринта). При этом каждая строка описывает координаты одной клетки и имеет следующий формат: ('строка', 'столбец', 'уровень', 'символ'). Клетки лабиринта описываются в произвольном порядке. Не исключается возможность, что описание содержит координаты пустого пространства.

Пример корректного входного описания лабиринта в формате «координаты» (L):

```
L
4
2
(1, 0, 0, #)
(2, 1, 0, #)
(3, 0, 0, #)
(0, 1, 1, P)
(2, 3, 1, S)
(3, 0, 1, #)
(3, 2, 1, D)
(3, 3, 1, #)
```

Формат выходных данных

Результат поиска минимального пути передается программой либо в стандартный поток вывода (cout), либо в файл. При этом программа должна корректно обрабатывать следующие два основных формата описания результата:

1. «карта» - минимальный путь на карте лабиринта (Map);
2. «координаты» - список координат минимального пути (List).

Формат «карта» (M)

Первая строка содержит символ «M», указывающий тип входного формата. На второй строке указывается одно целое число N – размер стороны любого из уровней лабиринта. На третьей строке указывается число K – число уровней в лабиринте (уровни лабиринта нумеруются с нулевого). Если путь не существует, то более никакой информации не выдается. В противном случае выдается описание всех клеток каждого из уровней лабиринта, начиная с нулевого с указанием минимального пути от клетки 'S' до клетки 'P'. Путь указывается следующим образом: символы всех клеток пустого пространства, которые находятся на минимальном пути, заменяются на символы 'n', 'e', 's', 'w', 'd' и 'u', которые указывают направление движения (изменения начинаются с клетки 'S', при этом клетка портала 'P' не должна меняться). Описание каждого уровня предваряется строкой с комментарием, указывающим на уровень лабиринта (например, "//level 0"). Других комментариев выходной формат содержать не должен.

Пример корректного выходного описания лабиринта в формате «карта» (M):

```
M
4
2
//level 0
....
#...
.#..
#...
//level 1
.Pww
...n
...n
#.d#
```

Формат «координаты» (L)

Первая строка содержит символ «L», указывающий тип входного формата. На второй строке указывается одно целое число N – размер стороны любого из уровней лабиринта. На третьей строке указывается число K – число уровней в лабиринте (уровни лабиринта нумеруются с нулевого). Если путь не существует, то более никакой информации не выдается. В противном случае на следующей строке выдается целое число, которое характеризует длину минимального пути от клетки 'S' до клетки 'P' (считается суммарное число клеток в найденном пути, за исключением клетки с порталом (клетка 'P')) и с новой строки выдается описание минимального пути, в котором указываются координаты всех элементов задействованных в этом пути. При этом каждая строка описывает координаты одной клетки и имеет следующий формат: (строка, столбец, уровень, направление), где направление один из следующих символов: 'n', 'e', 's', 'w', 'd' и 'u', указывающий направление движения из клетки. Клетки лабиринта

описываются в порядке прохождения пути, то есть от начальной клетки, в которой был символ 'S' до последней клетки пути, которая указывает на клетку с порталом (клетка с символом 'P'). Описание не должно содержать комментариев.

Пример корректного входного описания лабиринта в формате «координаты» (L):

```
L
4
2
4
(2,3,1,n)
(1,3,1,n)
(0,3,1,w)
(0,2,1,w)
```

Параметры командной строки.

Программа должна поддерживать следующие параметры командной строки:

1. `--help, -h` – при передаче этого параметра программа должна вывести краткую справку о работе с программой, которая включает краткое описание программы, а также все параметры командной строки и их назначение;
2. `--input (M|L), -i (M|L)` – параметр определяет тип входного формата (в скобках указаны возможные типы входного формата);
3. `--input_file "filename.txt", -I "filename.txt"` – если указан этот параметр, то программа считывает вход из файла с именем "filename.txt", если параметр не указан, то считывание происходит со стандартного потока ввода (cin);
4. `--output (M|L), -o (M|L)` – параметр определяет тип выходного формата (в скобках указаны возможные типы выходного формата);
5. `--output_file "filename.txt", -O "filename.txt", -O` - если указан этот параметр, то программа записывает результат работы в файл с именем "filename.txt", если параметр не указан, то запись происходит в стандартный поток вывода (cout);

Примеры корректного задания параметров командной строки

```
Maze.exe --help //вывод краткой справки о работе программы
```

```
Maze.exe -i M -o M /*программа считывает со стандартного потока ввода карту в формате M выдает результат своей работы в стандартный поток вывода в формате M.*/*
```

```
Maze.exe --input M --output L -I test.txt -O result.txt
/*программа считывает карту в формате M из файла test.txt и записывает результат своей работы в файл result.txt в формате L.*/*
```

Примеры некорректного задания параметров командной строки

```
Maze.exe -h -i M //не согласованные параметры командной строки
```

```
Maze.exe -i -o M //пропущен обязательный параметр при "-i"
```

```
Maze.exe --input M -I test.txt -O result.txt /*не задан выходной формат представления лабиринта.*/*
```

```
Maze.exe -o M -I test.txt /*не задан входной формат представления лабиринта.*/*
```

Тестирование программы и замеры производительности.

Программа должна быть протестирована на предмет корректного решения поставленной задачи, корректного считывания входного и генерации выходного форматов представления лабиринта и минимального пути в нем.

Должно быть проведено тестирование программы на случайно сгенерированных лабиринтах разного размера. Установить максимальные значения параметров лабиринта, при которых программа работает за приемлемое время (меньше одной минуты) и не превышает заданных ограничений по памяти (например, память Вашего компьютера) для разных форматов описания лабиринта. Сравнить полученные данные с теоретической оценкой времени работы реализованного Вами алгоритма поиска пути.

Требования к отчету

Отчет по заданию должен содержать следующие основные разделы:

- 1 Введение.
- 2 Описание алгоритма.
- 3 Результаты тестирования и замеры производительности.
- 4 Список литературы.

Раздел «Введение» содержит постановку задачи и краткое описание полученных результатов.

Раздел «Описание алгоритма» содержит описание реализованного алгоритма поиска минимального пути и теоретическую оценку времени его работы.

Раздел «Результаты тестирования и замеры производительности» содержит описания того, как написанная программа тестировалась с точки зрения корректности решения задачи, и результаты сравнения скорости работы программы на различных входных данных с теоретической оценкой времени работы алгоритма. Для наглядности требуется привести не только таблицы, но и графики. Кроме того, в этом разделе должен быть приведен анализ полученных замеров производительности.

Раздел «Список литературы» содержит ссылки на статьи и электронные ресурсы, если таковые были упомянуты в тексте отчета.

Критерии оценки

Результаты выполнения домашнего задания оцениваются по следующим основным критериям:

- 1 корректность и качество реализации алгоритма поиска минимального пути;
- 2 правильность считывания входных форматов и генерации выходного формата представления лабиринта и найденного минимального пути в нем;
- 3 качество оформления кода (styleguide);
- 4 тестирование программы и анализ производительности;
- 5 структура и содержание отчета.