Лабораторная работа №5
Наследование. Полиморфизм

Задание к работе: Написать программу с использованием принципов ООП и паттернов программирования.

Методика выполнения работы:

1. Разработать алгоритм решения задачи по индивидуальному заданию. Задание выбирается студентом самостоятельно. Вес работы определяет минимальный балл за лабораторную работу.
2. Написать и отладить программу решения задачи.
3. Протестировать работу программы на различных исходных данных.
4. **По запросу преподавателя быть готовым модифицировать/добавить функционал программы.**
5. **Ответить на теоретические вопросы к лабораторной работе на выбор преподавателя.**

Состав отчета:

1. Титульный лист.
2. Цель работы, задание по варианту.
3. **Диаграмма классов в нотации UML.**
4. Листинг программы.
5. Результат работы программы.
6. Вывод. Проанализировать используемые технологии ООП, используемые паттерны (при наличии), сформулировать достоинства и недостатки используемых шаблона проектирования.

Подготовить ответы на вопросы:

1. Что производный класс наследует от базового класса?
2. Что производный класс не наследует от базового класса?
3. В каком порядке вызываются конструкторы и деструкторы класса при создании и удалении объекта производного класса?
4. Если производный класс не добавляет члены данных в базовый класс, то нужны ли конструкторы для производного класса?
5. Предположим, что и в базовом, и в производном классе определен метод с одним и тем же именем, и производный класс вызывает этот метод. Который метод будет вызван?
6. В каких случаях производный класс должен определять операцию присваивания?
7. Можно ли присвоить адрес объекта производного класса указателю на базовый класс? Можно ли присвоить адрес объекта базового класса указателю на производный класс?
8. Можно ли присвоить объект производного класса объекту базового класса? Можно ли присвоить объект базового класса объекту производного класса?
9. Предположим, что определена функция, которая принимает в качестве аргумента ссылку на объект базового класса. Почему эта функция может также использовать в качестве аргумента объект производного класса?
10. Предположим, что определена функция, которая принимает в качестве аргумента объект базового класса (т.е. функция передает объект базового класса по значению). Почему эта функция может также использовать в качестве

аргумента объект производного класса?

11. Почему обычно лучше передавать объекты по ссылке, а не по значению?

12. Предположим, что Corporation – базовый класс, а PublicCorporation – производный. Допустим также, что в каждом из этих классов определен метод head (), ph является указателем на тип Corporation, а переменной ph присвоен адрес объекта PublicCorporation. Как интерпретируется ph->head (), если в базовом классе метод head () определен как:

а. обычный не виртуальный метод;

б. виртуальный метод.

13. Есть ли ошибки в следующем коде, и если есть, то какие?

```
class Kitchen {
private:
double kit_sq_ft; public:
Kitchen () { kit_sq_ft = 0.0; }
virtual double area() const { return kit_sq_ft * kit_sq_ft; }
};
class House : public Kitchen {
private:
double all_sq_ft; public:
House() { all_sq_ft += kit_sq_ft; }
double area (const char *s) const { cout « s; return all_sq_ft; }
};
```

14. Дайте определение полиморфизму. Приведите пример.

15. Дайте определение наследованию. Приведите пример.

16. Что такое паттерн проектирования?

17. Описание и классификация паттернов проектирования.

18. Как решать задачи с помощью паттернов проектирования?

19. **Порождающие** шаблоны проектирования. Достоинства и недостатки. Перечень порождающих шаблонов.

20. Назначение и структура шаблона «фабрика» (**factory**). Преимущества и недостатки шаблона.

20. Назначение и структура шаблона «абстрактная фабрика» (**abstract** factory). Преимущества и недостатки шаблона.

21. Назначение и структура шаблона «строитель» (**builder**). Преимущества и недостатки шаблона.

22. Назначение и структура шаблона «прототип» (**prototype**). Преимущества и недостатки шаблона.

23. **Структурные** паттерны проектирования. Достоинства и недостатки. Перечень структурных паттернов.

24. Назначение и структура шаблона «адаптер» (**adapter**). Преимущества и недостатки шаблона.

25. Назначение и структура шаблона «компоновщик» (**composite**). Преимущества и недостатки шаблона.

26. Назначение и структура шаблона «декоратор» (**decorator**). Преимущества и недостатки шаблона.

27. **Поведенческие** паттерны проектирования. Достоинства и недостатки. Перечень структурных паттернов.

28. Назначение и структура шаблона «команда» (**command**). Преимущества и недостатки шаблона.

29. Назначение и структура шаблона «итератор» (**iterator**). Преимущества

и недостатки шаблона.

30. Назначение и структура шаблона «визитор» (**visitor**). Преимущества и недостатки шаблона.

31. Назначение и структура шаблона «цепочка ответственности» (**chain of responsibility**). Преимущества и недостатки шаблона.

Вариант 1 (вес 1)

Задача: Реализовать программу «Хищник - жертва», работающую по следующим правилам: Во входных данных заданы размеры поля: и количество ходов.

Также заданы два набора:

«хищник» – зверь любой (например, скунс, медведь, тигр, лиса).

«жертва» - зверь любой (например, кролик, ослик, поросенок).

В каждый момент времени для зверей заданы координаты на поле и выбранное направление движения и возраст. Изначально у всех зверей возраст равен нулю.

Каждый ход состоит из последовательного исполнения описанных ниже этапов.

1) Движение

На данном этапе каждый «хищник» перемещается на 2 клетки в выбранном направлении, «жертва» перемещается на 1 клетку в выбранном направлении (направления: вверх, вправо, вниз, влево).

Граничные условия – периодические, т.е. если существо переместилось за границу экрана, то оно появляется на противоположной его стороне.

Также для каждого зверя задан параметр k. Раз в k ходов зверь меняет свое направление на следующее по часовой стрелке. Это происходит **после** того, как зверь передвинулся в предыдущем направлении на этом этапе.

2) Питание

Если после фазы движения «хищник» и «жертва» оказываются на одной клетке, то «хищник» съедает «жертву». В результате «жертва» погибает, а «хищник» насыщается.

Если «хищников» и «жертв» в клетке несколько, то первый же «хищник» съедает всех «жертв».

3) Старение

Возраст каждого живого зверя увеличивается на 1.

4) Размножение

«Хищник», съевший 2-ух «жертв», размножается, порождая еще одного «хищника» в той точке, где он находится.

«Жертвы» размножаются дважды за жизнь, достигнув возраста 5 и 10 соответственно.

При рождении новый зверь движется в том же направлении, что и родитель. Параметр k также совпадает с родительским. Возраст равен нулю.

5) Вымирание

На этом этапе умирают звери, достигшие максимального срока жизни. «Жертвы» и «хищники» умирают, когда их возраст достиг константного значения (по выбору задайте в программе). Максимальный срок жизни «хищника» превышает максимальный срок жизни «жертвы».

Условие:

1. Все звери хранятся в массиве указателей на их базовый класс, реализующий все нужные методы (в базовом классе соответствующие методы должны быть чисто виртуальными) и содержащий все данные о возрасте, сытости и положении зверя на поле.
2. Демонстрационная программа должна моделировать поведение «хищников» и «жертв» по описанным выше правилам в течение указанного количества ходов.

Входные данные:
Первая строка: N, M и T – размеры поля и количество ходов.

Вторая строка: R и W – начальное количество зайцев и волков.

В следующих R строках описываются «жертвы» с помощью 4-ех значений x,y,d,k, где x,y – координаты на поле (точка с координатами {0,0} – верхний левый угол поля), d – начальное направление (направления кодируются 0, 1, 2, 3), k – количество ходов, через которые зверь меняет направление.
В следующих W строках описываются «хищники» (аналогично).

Выходные данные:

В выходной записать M строк, каждая из которых состоит из N символов:
*, если после T ходов, в данной точке поле нет зверей.
+k, если после T ходов, в данной точке k «жертв».
-k, если после T ходов, в данной точке k «хищников».

Пример входных и выходных данных:

input	output
3 3 3 2 1 1 2 1 1 1 1 0 2 0 2 1 2	*** *-2* ***
4 4 20 1 1 0 0 1 100 0 3 0 100	8*** **** **** ****

Дополнительные задания*:
1) Добавить режим генерации случайных зверей в качестве начальных данных.
2) Добавить визуализацию каждого этапа (псевдографика)
3) Добавить несколько подвидов «хищников», которые оказавшись на одной клетке на этапе питания, убивают представителей другого подвида с вероятностью 50%, но при этом не насыщаются.

Вариант 2 (вес 0,4)

Паттерн «Фабричный метод» (Factory Method)

В системе интернет-магазина хранится информация о периферийных устройствах: наушники, микрофон, клавиатура. Каждое устройство имеет номенклатурный номер, бренд и стоимость. Помимо этого, для наушников указывается тип конструкции и метод крепления, для микрофонов – частотный диапазон и чувствительность, для клавиатуры – тип выключателя и интерфейс.

Необходимо вывести:

1. Полный список устройств.
2. Информацию по конкретному устройству.

Вариант 3 (вес 0,5)

Паттерн «Абстрактная фабрика» (Abstract Factory)

Необходимо реализовать создание персонажа (CharacterFactory) для компьютерной игры. Персонаж принадлежит одной из группировок, который отличаются стихией (EarthCharFactory, WaterCharFactory и т.д.). Персонаж может быть магом (Mage), воином (Warrior), и т.п. Также, он обладает уникальным набором характеристик.

В случае наличия интерфейса и проработанных правил игры, вес равен 1.

Вариант 4 (вес 0,4)

Паттерн «Строитель» (Builder)

Необходимо реализовать регистрацию аккаунта пользователя. Класс Пользователь использует паттерн "Строитель" для создания объектов класса Аккаунт. Класс Аккаунт должен иметь обязательные и необязательные для заполнения свойства. Класс Пользователь должен иметь методы для установки каждого из этих свойств. Также должен быть метод для получения готового объекта класса Аккаунт.

Кроме того, необходимо реализовать класс МенеджерАккаунтов, который будет содержать список всех созданных аккаунтов и методы для работы с ними: добавление нового аккаунта, удаление аккаунта и вывод списка всех аккаунтов.

Вариант 5 (вес 0,7)

Паттерн «Строитель» (Builder)

Необходимо реализовать программу для построения отчета по лабораторным работам по дисциплинам «Программирование», «Информатика», «Технологии и методы программирования». Отчет должен содержать базовые элементы (см. задание к ЛР). Реализовать форматированный вывод в формате html. Предусмотреть наличие элементов: таблицы, диаграммы, скриншоты (рисунки).

Вариант 6 (вес 0,4)

Паттерн «Прототип» (Prototype)

Необходимо реализовать создание копий документов с различными правами доступа. Класс Документ содержит информацию о документе (название, автор, содержание и т.д.), класс КопияДокумента наследуется от класса Документ и добавляет методы для создания копий.

Вариант 7 (вес 0,5)

Паттерн «Декоратор» (Decorator)

Необходимо реализовать программу, которая будет преобразовывать C++ код (или других языков программирования) в HTML. Добавить цвет для синтаксических структур.

Вариант 8 (вес 0,5)

Паттерн «Декоратор» (Decorator)

Необходимо реализовать программу для реализации функций шифрования и дешифрования, кодирования двоичных данных файла.

Обосновать необходимость использования данного паттерна.

Вариант 9 (вес 0,5)

Паттерн «Декоратор» (Decorator)

Необходимо реализовать программу «Переводчик» для текстового документа. Предусмотреть использование Translate API.

Обосновать необходимость использования данного паттерна.

Вариант 10 (вес 0,4)

Проверить пароль, чтобы он состоял минимум из 8 символов и из латинских букв, а также чтобы содержал хотя бы одну цифру, хотя бы один служебный символ (?!@*_+-%&) и хотя бы одну заглавную и строчную букву.

Встроить данный функционал в реализацию ПО на предметную область (на выбор студента).

Например, программа по учету успеваемости студента и формированию ведомостей/отчетов.

Вариант 11 (вес 0,3)

Проверить на корректность написание IP

-адреса в десятичном, восьмеричном и шестнадцатеричном формате. Имеется в виду IPv4.

Встроить данный функционал в реализацию ПО на предметную область (на выбор студента).

Например, автоматизированное рабочее место системного администратора.

Вариант 12 (вес 0,3)

Проверить на корректность написание российского автомобильного номера с учетом региона (пример верного написания - A055AE 54, неверного - 055A 54, Д075АА 54).

Встроить данный функционал в реализацию ПО на предметную область (на выбор студента).

Например, автоматизированное рабочее место работника ГИБДД.

Вариант 13 (вес 1)

Разработайте комплекс программ "Скачки".

Доступ к общим объектам программы осуществляют используя объекты синхронизации или Interlocked функции. В своей работе программы используют следующие общие ресурсы: файловая проекция в память, окно консоли. Для

работы с файловой проекцией разработайте динамическую библиотеку с функциями позволяющими получить к ней доступ, получить или установить значения всех ее полей и функции блокировки и освобождения ресурсов. Для ограничения количества участников используйте семафор. Для оповещений используйте события. Для ограничения доступа к проекции и консоли - мьютексы.

Одна из программ предоставляет консоль, т.е. открывает окно консоли, создает файловую проекцию и ждет завершения других программ комплекса ориентируясь на состояние счетчика подключений в проекции. В начале она рисует на консоли беговые дорожки и указывает свой идентификатор процесса в файловой проекции, чтобы другие программы могли использовать ее консоль. В ходе скачек программа показывает истекшее с начала время и предоставляет возможность остановить скачки. До начала скачек, программа ждет сигнала пользователя о принудительном начале скачек, либо дожидается пока все дорожки не окажутся занятыми, после чего посылает всем участникам скачек сигнал об их начале. При получении сигнала от участника о достижении им финиша посылает участникам сигнал об окончании скачек и показывает победителя.

Программа "Лошадь" при запуске ищет свободную дорожку (придумайте как), и рисует на ней себя, тем самым отмечая ее занятость, но сперва она должна получить допуск на участие (семафор). После этого программа ждет сигнала начала скачек. После начала скачек программа начинает передвигать "лошадь" через случайные промежутки времени. По достижению конца дорожки программа подает сигнал программе консоли об окончании скачек. Программа консоли извещает все остальные программы об окончании скачек и показывает победителя.

Вариант 14 (вес 1)

Паттерн!

Разработать комплекс по выставлению и учету оценок.

Преподаватель может давать доклады, выставлять задания, регистрировать студентов, создавать предметы, ставить оценки студентам по предмету за доклады и лабы, добавлять других преподавателей. Студенты могут регистрироваться на доклады, производить самозапись что они что-то сдали (просто напоминалка преподавателю), после чего преподаватель "утверждает" сдачу и она выставляется в журнал. или отвергает ее. Студент может спрыгнуть с доклада, тогда он освобождается для записи. Разработать также приложение для выгрузки итогов по предметам.

Вариант 15 (вес 1)

Space Invaders

Цель игры: не дать пришельцам добраться до земли.

У игрока 3 жизни. Каждый пришелец добравшийся до земли отнимает одну жизнь. Если по игроку попала пуля пришельца у него отнимается одна жизнь. Если пришелец врезается в игрока, у него отнимается одна жизнь.

Пришелец двигается слева направо, когда встречается стена, он опускается на одну строку вниз и меняет свое прошлое направление на противоположное.

Игра может быть пошаговой

Управление:

движение направо и налево с помощью стрелочек.

выстрел - пробел

Условия по коду:

- Все сущности игры (пришельцы, пули) наследуются от класса родителя entities и хранятся в списке/массиве указателей на entities (через механизм наследования).

- Класс Entities хранит в себе координаты объекта, направление и скорость объекта и символ объекта.

- Обновление всех сущностей происходит с помощью вызова функции update для каждого элемента игровых объектов list<Entities *> (полиморфизм).

- Стандартный игровой цикл

```
while(gameOn){
input();
draw();`
update();
}
```

Дополнение:

- Реализовать несколько типов пришельцев
- Игра работает в реальном времени
- Вывод очков на экран

Возможные типы пришельцев

V - обычные

O - стреляющие - стреляют в игрока пулями

M - медленные, двигаются в два раза медленнее обычных, после смерти превращаются в быстрые

W - быстрые - опускаются на нижний ряд каждые 3 "хода".

Вариант 16 (вес 1)

Реализовать игру «Сапер», работающую по следующим правилам:

- В начале игры случайным образом генерируется поле;
- Количество мин каждый раз случайное или задается перед началом игры;
- После окончания игры игрок узнает, сколько мин было найдено и сколько мин было всего сгенерировано;
- При нажатии правой кнопки мыши, флагом помечается клетка.

Игрок открывает ячейки, стараясь не открыть ячейку с миной. Открыв ячейку с миной, он проигрывает. Если под открытой ячейкой мины нет, то в ней появляется число, показывающее, сколько ячеек, соседствующих с только что открытой, «заминировано» (в каждом варианте игры соседство определяется по-своему); используя эти числа, игрок пытается рассчитать расположение мин, однако иногда даже в середине и в конце игры некоторые ячейки всё же приходится открывать наугад. Если под соседними ячейками тоже нет мин, то открывается некоторая «не заминированная» область до ячеек, в которых есть цифры или случайные поля. «Заминированные» ячейки игрок может пометить, чтобы случайно не открыть их. Открыв все «не заминированные» ячейки или отметив флагом все ячейки, где находятся мины, игрок выигрывает.

Дополнительные задания:

- Поле генерируется после первого открывания ячейки, чтобы игрок не проиграл при первом же ходе;

- Возможность выбирать уровень сложности (количество мин и размер поля);
- Реализация текстур.

В C++ можно использовать библиотеку SFML/Graphics.hpp, которая значительно упрощает работу с текстурами.
https://www.sfml-dev.org/documentation/2.3/Graphics_8hpp_source.php
https://ravesli.com/graficheskaya-biblioteka-sfml-vstuplenie-i-ustanovka/

Вариант 17 (вес 0,6)

Королевство состоит из короля, его детей, внуков и так далее. Время от времени кто-то из членов семьи умирает или рождается ребенок.
В королевстве существует четко определенный порядок наследования, в котором король является первым членом. Определим рекурсивную функцию *Successor(x, curOrder)*, которая, учитывая человека *x* и порядок наследования, возвращает, кто должен быть следующим человеком *x* в порядке наследования.

```
Successor(x, curOrder):
    if x has no children or all of x's children are in curOrder:
        if x is the king return null
        else return Successor(x's parent, curOrder)
    else return x's oldest child who's not in curOrder
```

Например, предположим, что у нас есть королевство, состоящее из короля, его детей Alice и Bob (Alice старше Bob) и, наконец, сына Alice - Jack.
В начале curOrderбудет ["king"].
Вызов Successor(king, curOrder) вернет Алису, поэтому мы добавляем к curOrder, чтобы получить ["king", "Alice"].
Вызов Successor(Alice, curOrder)вернет Jack, поэтому мы добавляем к curOrder, чтобы получить ["king", "Alice", "Jack"].
Вызов Successor(Jack, curOrder)вернет Боба, поэтому мы добавляем к curOrder, чтобы получить ["king", "Alice", "Jack", "Bob"].
Вызов Successor(Bob, curOrder)вернется null. Таким образом, порядок наследования будет таким ["king", "Alice", "Jack", "Bob"].
Используя вышеуказанную функцию, мы всегда можем получить уникальный порядок наследования.
Необходимо реализовать ThroneInheritance класс:
1. Конструктор ThroneInheritance(string kingName) инициализирует объект класса ThroneInheritance. Имя короля указано в конструкторе.
2. void birth(string parentName, string childName) указывает на то, что parentName является родителем childName.
3. void death(string name) Указывает на смерть name. Смерть человека не влияет ни на Successor функцию, ни на текущий порядок наследования.
4. string[] getInheritanceOrder() возвращает список, представляющий текущий порядок наследования, исключая умерших людей.

Ввод
["ThroneInheritance", "birth", "birth", "birth", "birth", "birth", "birth", "getInheritanceOrder", "death", "getInheritanceOrder"]
[["king"], ["king", "andy"], ["king", "bob"], ["king", "catherine"], ["andy", "matthew"], ["bob", "alex"], ["bob", "asha"], [null], ["bob"], [null]]
Вывод
[null, null, null, null, null, null, null, ["king", "andy", "matthew", "bob", "alex", "asha", "catherine"], null, ["king", "andy", "matthew", "alex", "asha", "catherine"]]

Пояснение
ThroneInheritance t= new ThroneInheritance("king"); // order: **king**
t.birth("king", "andy"); // order: king > **andy**
t.birth("king", "bob"); // order: king > andy > **bob**
t.birth("king", "catherine"); // order: king > andy > bob > **catherine**
t.birth("andy", "matthew"); // order: king > andy > **matthew** > bob > catherine
t.birth("bob", "alex"); // order: king > andy > matthew > bob > **alex** > catherine
t.birth("bob", "asha"); // order: king > andy > matthew > bob > alex > asha >

catherine
t.getInheritanceOrder(); // return ["king", "andy", "matthew", "bob", "alex", "**asha**", "catherine"]
t.death("bob"); // order: king > andy > matthew > ~~**bob**~~ > alex > asha > catherine
t.getInheritanceOrder(); // return ["king", "andy", "matthew", "alex", "asha", "catherine"]

Ограничения:
1 <= kingName.length, parentName.length, childName.length, name.length <= 15
kingName, parentName, childName, и name состоят только из строчных английских букв.
Все аргументы childName и kingName различны

Вариант 18 (вес 1)

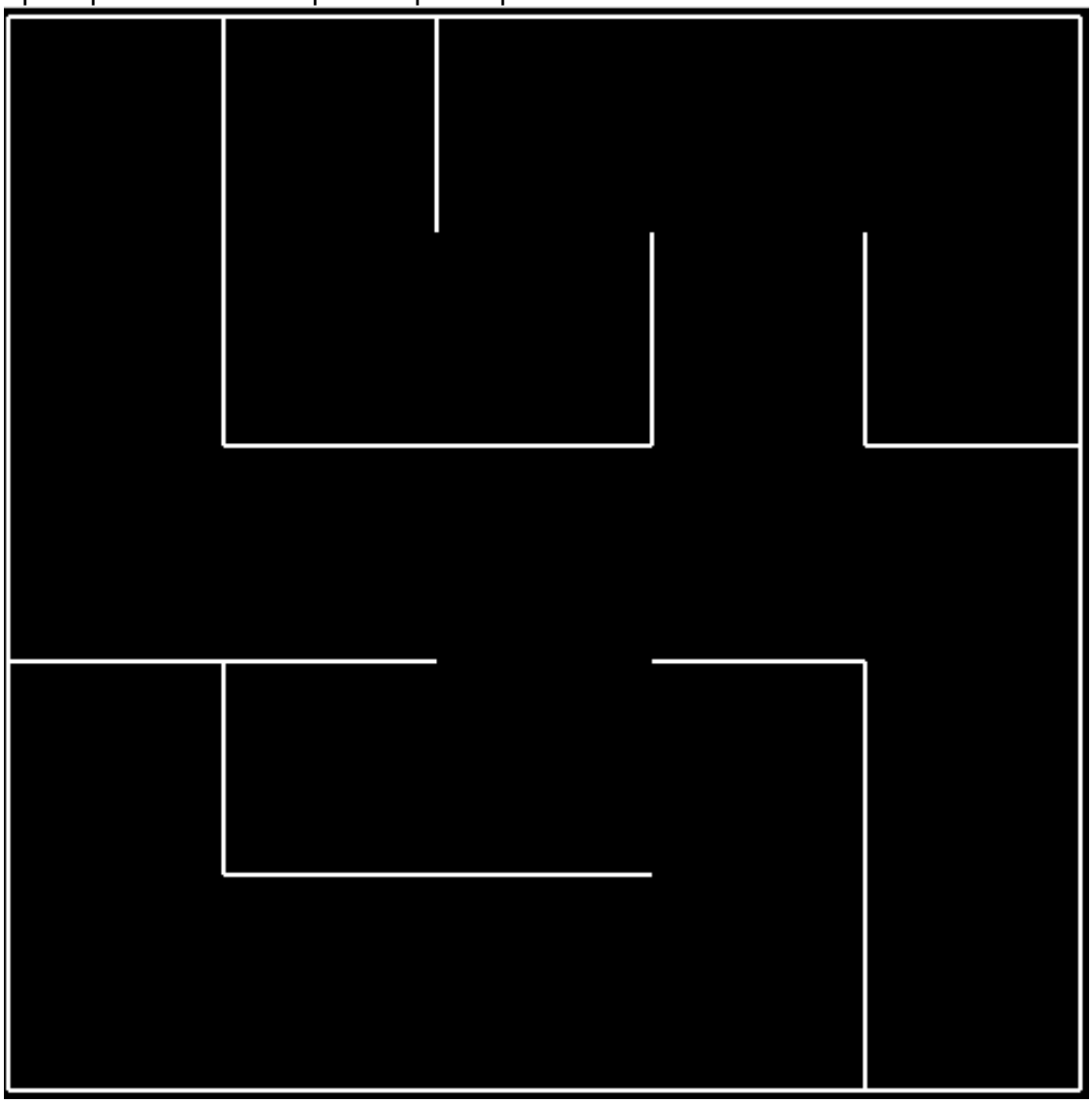
Лабиринты и пещеры

1. Лабиринты

1.1 Реализовать генерацию идеального лабиринта, используя алгоритм Эллера. Идеальным считается лабиринт, в котором нет петель, изолированных областей и между двумя любыми его точками существует только один путь.

Лабиринт должен отрисовываться в окне, минимальный размер которого 300 на 300 пикселей. Пользователь может указать размер лабиринта (например 6x6, 50x50, 10x15)

Пример такого лабиринта размером 5x5:



Алгоритм Эллера:

1. Создайте первую строку. Ни одна ячейка не будет являться частью ни одного множества.
2. Присвойте ячейкам, не входящим в множество, свое уникальное множество.
3. Создайте правые границы, двигаясь слева направо:
    1. Случайно решите добавлять границу или нет
        1. Если текущая ячейка и ячейка справа принадлежат одному множеству, то создайте границу между ними (для предотвращения зацикливаний)
        2. Если вы решили не добавлять границу, то объедините два множества в которых находится текущая ячейка и ячейка справа.
4. Создайте границы снизу, двигаясь слева направо:
    - Случайно решите добавлять границу или нет. Убедитесь что каждое множество имеет хотя бы одну ячейку без нижней границы (для предотвращения изолирования областей)
        1. Если ячейка в своем множестве одна, то не создавайте границу снизу
        2. Если ячейка одна в своем множестве без нижней границы, то не создавайте нижнюю границу
5. Решите, будете ли вы дальше добавлять строки или хотите закончить лабиринт
    1. Если вы хотите добавить еще одну строку, то:
        1. Выведите текущую строку
        2. Удалите все правые границы
        3. Удалите ячейки с нижней границей из их множества
        4. Удалите все нижние границы
        5. Продолжайте с шага 2
    2. Если вы решите закончить лабиринт, то:
        1. Добавьте нижнюю границу к каждой ячейке
        2. Двигаясь слева направо:
            1. Если текущая ячейка и ячейка справа члены разных множеств, то:
                1. Удалите правую границу
                2. Объедините множества текущей ячейки и ячейки справа
                3. Выведите завершающую строку

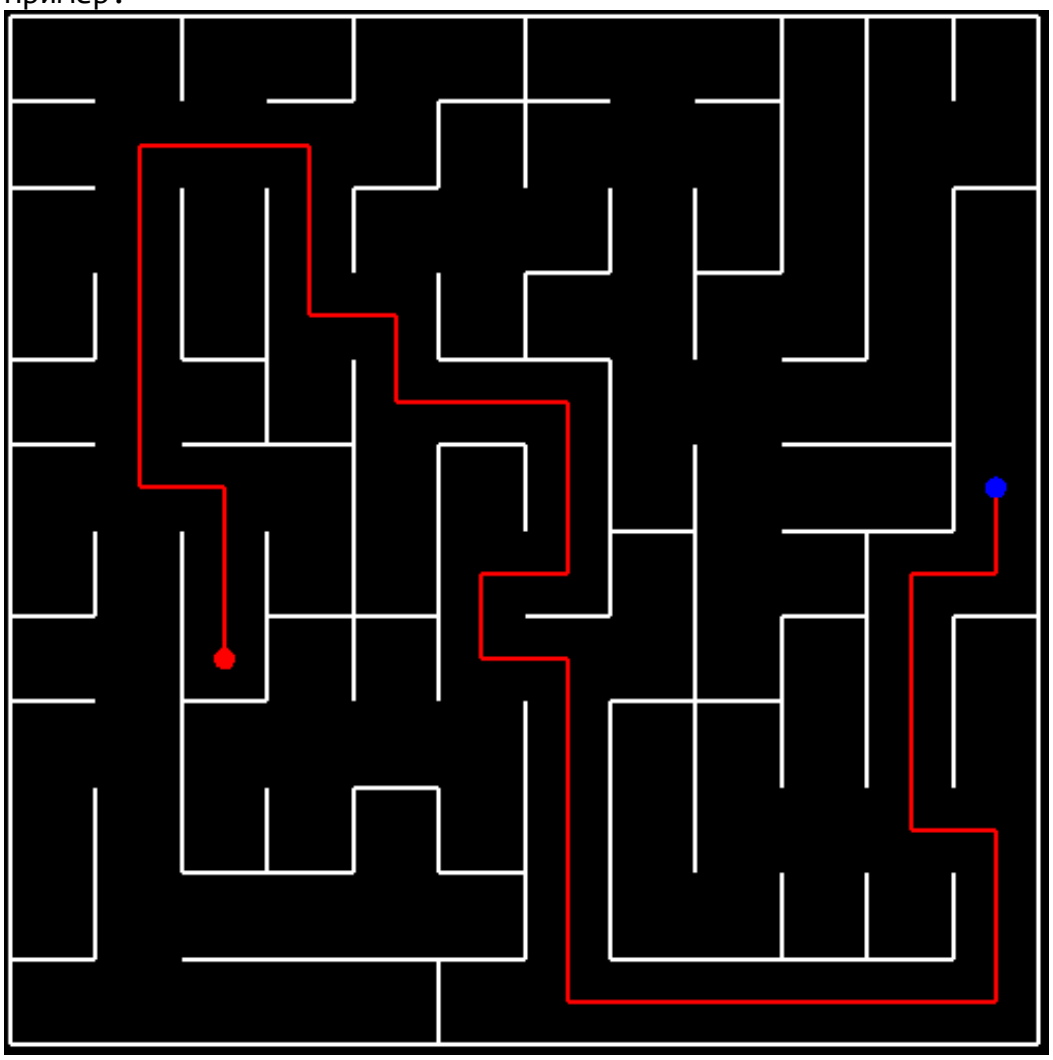
Более подробное описание тут: https://habr.com/ru/post/176671/
1.2 Реализовать поиск маршрута между двумя любыми точками. Пользователь выбирает эти точки (как именно - на усмотрение разработчика), и программа в свою очередь должна отобразить весь путь с указанием начальной и конечной точки.

Вот один из возможных алгоритмов

Алгоритм поиска пути бэктрекингом:

1. Сделайте начальную клетку текущей и отметьте ее как посещенную.
2. Пока не найден выход
    1. Если текущая клетка имеет непосещенных «соседей»
        1. Протолкните текущую клетку в стек
        2. Выберите случайную клетку из соседних
        3. Сделайте выбранную клетку текущей и отметьте ее как посещенную.
    2. Иначе если стек не пуст
        1. Выдерните клетку из стека
        2. Сделайте ее текущей
    3. Иначе выхода нет

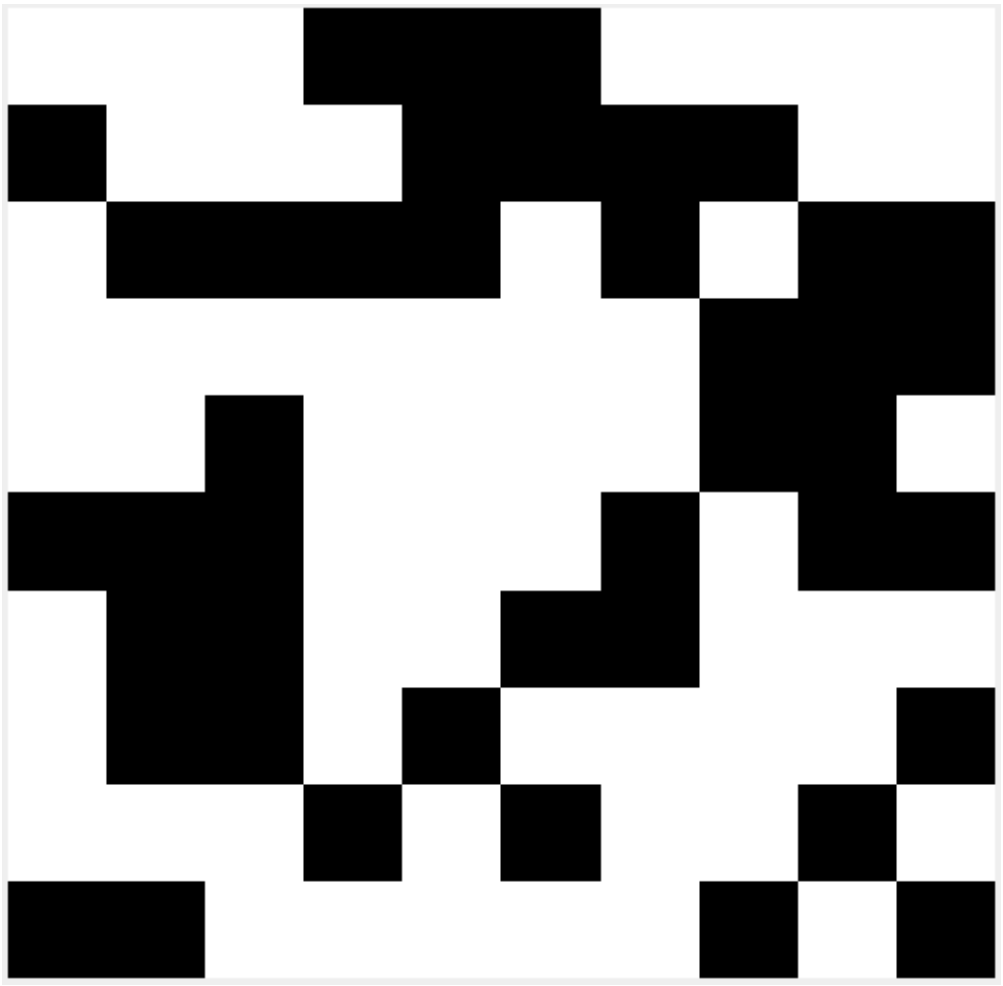
Пример:



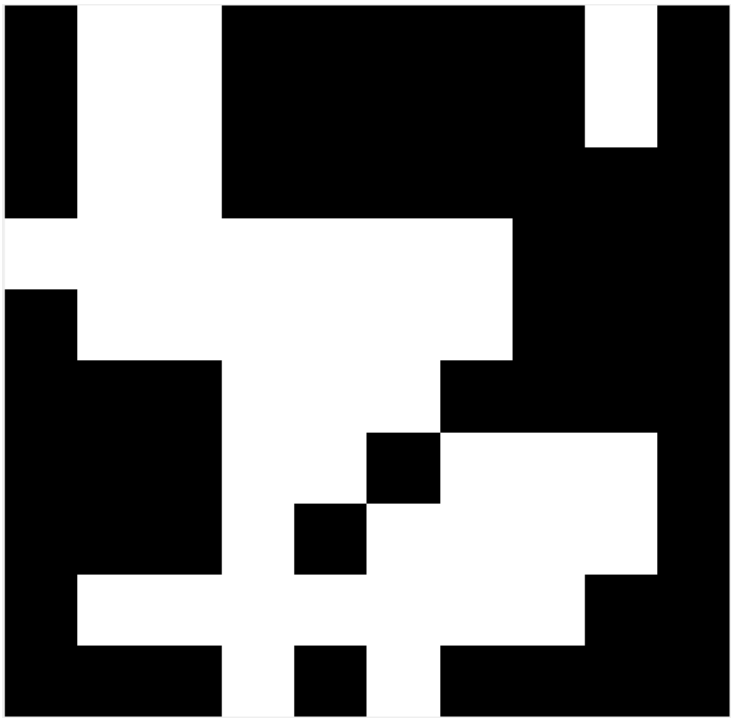
2. Пещеры

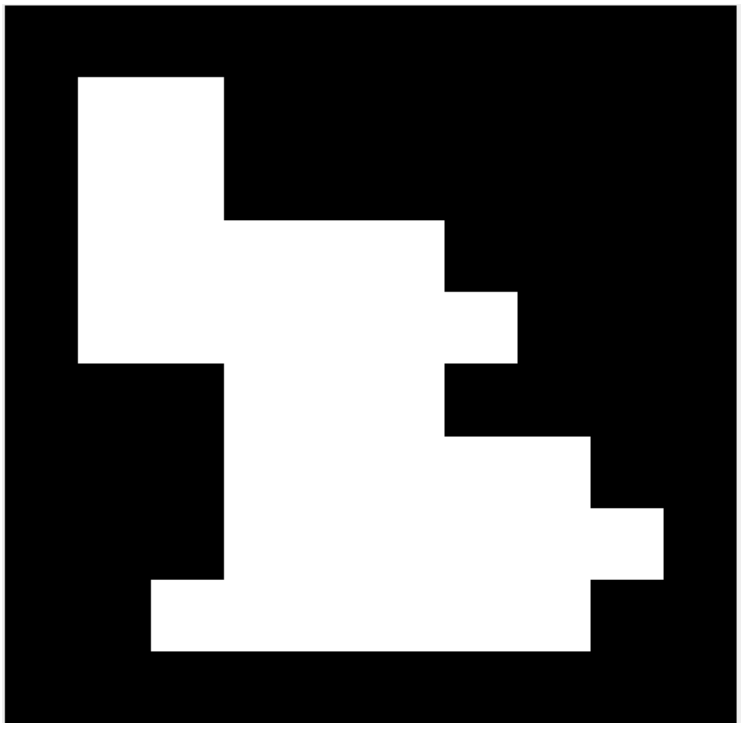
Реализовать генерацию пещер с использованием клеточного автомата. Пещера должна отрисовываться в таком же окне, как и лабиринт. При этом пользователь также может указать размер пещеры. Правила следующие: пользователем задаются три значения - предел рождения, предел смерти и шанс на рождение клетки. Если живые клетки окружены живыми, которых меньше, чем предел смерти, они умирают. Если мертвые клетки находятся рядом с живыми, количество которых больше, чем предел рождения, они становятся живыми

Пример инициализации пещеры размером10x10 с шансом рождения 35%.



Пример двух итерация с пределом рождения 4 и пределом смерти 3 (для обновления пещеры можно сделать отдельную кнопку):





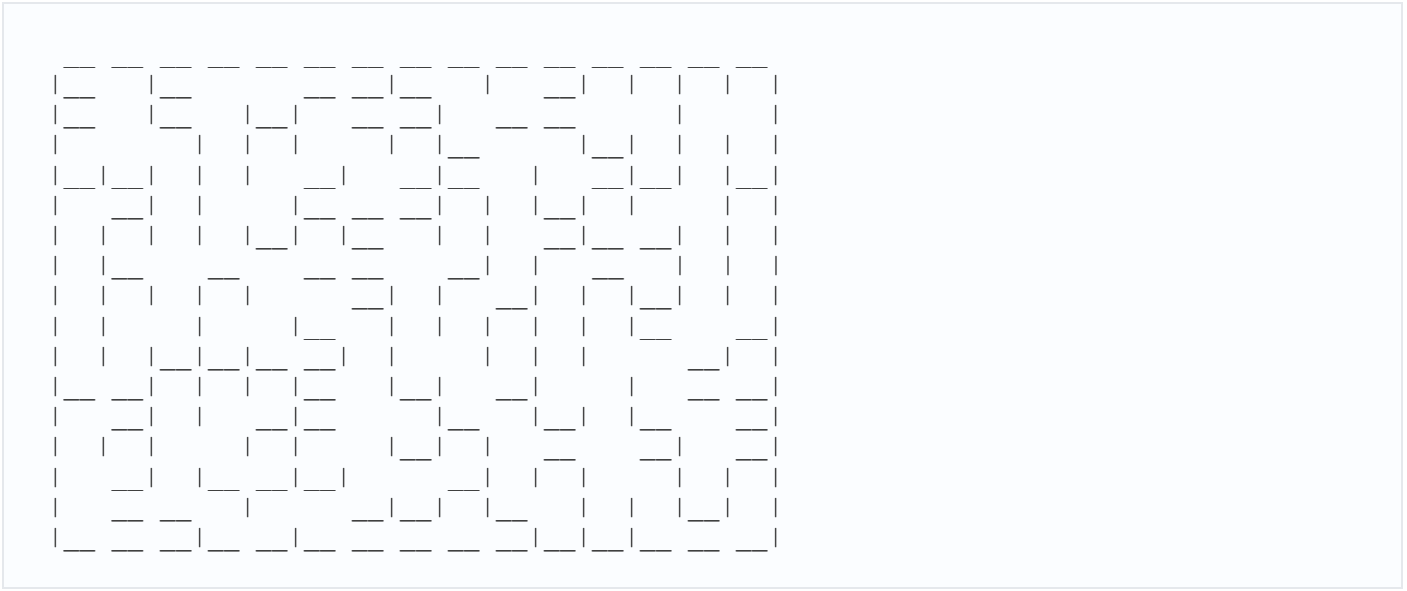
ВЫДЕРЖКА ИЗ СТАТЬИ:

Алгоритм Эллера для генерации лабиринтов

Программирование*Разработка игр*Алгоритмы*
Перевод

Автор оригинала: Eller's Algorithm

Это топик-перевод статьи Eller's Algorithm. В ней рассказывается о способе программной генерации лабиринтов. Дальнейшее повествование идет от лица автора.



Алгоритм Эллера позволяет создавать лабиринты, имеющие только один путь между двумя точками. Сам по себе алгоритм очень быстр и использует память эффективнее, чем другие популярные алгоритмы (такие как Prim и Kruskal), требуя памяти пропорционально числу строк. Это позволяет создавать лабиринты большого размера при ограниченных размерах памяти.

В интернете очень мало информации об алгоритме Эллера. Лучший источник, который я смог найти (сайт Walter Pullen) имеет всего один параграф с описанием, которое полезно, но недостаточно для реализации алгоритма. Также, алгоритм описанный в книге Mathematics and Physics for Programmers, скорее всего, не работает. Я обдумал недостающие части и уверен, что алгоритм который я описал, в самом деле является алгоритмом Эллера. Кроме того, вы можете найти дополнительную информацию о нем в статье Maze Generation: Eller's Algorithm.

Описание алгоритма

Замечание: мы предполагаем, что самая левая ячейка имеет границу слева, а самая правая — справа.

1. Создайте первую строку. Ни одна ячейка не будет являться частью ни одного множества.
2. Присвойте ячейкам, не входящим в множество, свое уникальное множество.
3. Создайте правые границы, двигаясь слева направо:
    1. Случайно решите добавлять границу или нет
        1. Если текущая ячейка и ячейка справа принадлежат одному множеству, то создайте границу между ними (для предотвращения зацикливаний)
        2. Если вы решили не добавлять границу, то объедините два множества в которых находится текущая ячейка и ячейка справа.
4. Создайте границы снизу, двигаясь слева направо:
    - Случайно решите добавлять границу или нет. Убедитесь что каждое множество имеет хотя бы одну ячейку без нижней границы (для предотвращения изолирования областей)
        1. Если ячейка в своем множестве одна, то не создавайте границу снизу
        2. Если ячейка одна в своем множестве без нижней границы, то не создавайте нижнюю границу
5. Решите, будете ли вы дальше добавлять строки или хотите закончить лабиринт
    0. Если вы хотите добавить еще одну строку, то:
        1. Выведите текущую строку
        2. Удалите все правые границы
        3. Удалите ячейки с нижней границей из их множества
        4. Удалите все нижние границы
        5. Продолжайте с шага 2
    1. Если вы решите закончить лабиринт, то:
        1. Добавьте нижнюю границу к каждой ячейке
        2. Двигаясь слева направо:
            1. Если текущая ячейка и ячейка справа члены разных множеств, то:
                1. Удалите правую границу
                2. Объедините множества текущей ячейки и ячейки справа

3. Выведите завершающую строку

Пример

В этом примере мы создадим простой лабиринт. Мы начнем создавать его построчно, двигаясь сверху вниз, слева направо. Каждая ячейка в строке будет принадлежать множеству. Мы визуализируем это проставляя номера множеств и записывая эти номера в ячейку, согласно их принадлежности. Каждая ячейка может иметь границу справа и/или снизу. Мы предполагаем, что границы есть слева от самой первой и справа от самой последней ячейки в строке.

Шаг 1: Создание первой строки

```
 _ _ _ _ _ _ _ _ _
|                 |
```

Шаг 2: Присоединим все ячейки не принадлежащие множествам к свои новым множествам

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
| 1   2   3   4   5   6   7   8 |
```

Шаг 3: Создадим границы справа

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|(1   2)  3   4   5   6   7   8 |
```

Если мы решим не создавать границу, то объединим множества

```
 _ _ _ _ _ _ _ _ _
| 1  (1   3)  4   5   6   7   8 |
```

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
| 1   1  (1 | 4)  5   6   7   8 |
```

```
...
```

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
| 1   1   1 | 4   4 | 6   6   6 |
```

Шаг 4: Создание нижних границ

Убедимся, что каждое множество ячеек имеет хотя бы одну ячейку без нижней границы. Если это условие не будет выполнено, то мы создадим изолированные области.

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
| 1  _1_ _1_| 4  _4_| 6   6  _6_|
```

Шаг 5A: Создание новой строки

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
| 1  _1_ _1_| 4  _4_| 6   6  _6_| <-- Выведем эту строку
| 1  _1_ _1_| 4  _4_| 6   6  _6_| <-- наша предыдущая строка стала текущей
```

Удалим правые границы

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
| 1  _1_ _1_| 4  _4_| 6   6  _6_|
| 1  _1_ _1_  4  _4_  6   6  _6_|
```

Если ячейка имеет нижнюю границу, удалим ее из множества:

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
| 1  _1_ _1_| 4  _4_| 6   6  _6_|
| 1  ___ ___  4  ___  6   6  ___|
```

Удалим нижние границы

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
| 1   _1_ _1_| 4   _4_| 6   6   _6_|
| 1           4       6   6       |
```

Продолжая с шага 2:

Шаг 2: Присоединим ячейки, не принадлежащие множествам к своим уникальным множествам

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|         ___|
| 1   2   3   4   5   6   6   7 |
```

Шаг 3: Добавим границы справа

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|         ___|
|(1 | 2)  3   4   5   6   6   7 | <-- добавлена граница
```

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|         ___|
| 1 |(2   3)  4   5   6   6   7 | <-- граница не добавлена, объединим
множества 2 и 3
```

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|         ___|
| 1 | 2  (2   4)  5   6   6   7 | <-- граница не добавлена, объединим
множества 2 и 4
```

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|       ___|
| 1 | 2   2  (2 | 5)  6   6   7 | <-- добавлена граница
```

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|       ___|
| 1 | 2   2   2 |(5 | 6)  6   7 | <-- добавлена граница
```

Следующие две ячейки члены одного множества, поэтому мы ОБЯЗАНЫ добавить границу. Если не добавим, то это приведет к циклам в нашем лабиринте

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|       ___|
| 1 | 2   2   2 | 5 |(6 | 6)  7 | <-- должны добавить границу
```

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|       ___|
| 1 | 2   2   2 | 5 | 6 |(6   7)| <-- граница не добавлена, объединим
множества 6 и 7
```

Шаг 4: нижние границы

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|       ___|
| 1 | 2   2   2 | 5 | 6 | 6   6 |
```

Помним, то хотя бы одна ячейка из множества не должна иметь нижнюю границу

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|     ___ ___|     ___|       ___|
```

```
| 1 | 2  _2_ _2_| 5 |_6_| 6  _6_|
```

Вы можете добавить столько строк, сколько захотите

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|   ___ ___|   ___|       ___|
|  |   ___ ___|  |___|   ___|
|_1_  1 | 3   3 | 7  _7_ _7_| 8 |
```

Шаг 5Б: Завершение лабиринта

Последняя строка отличается от обычных тем, что 1) каждая ячейка имеет границу снизу 2) каждая ячейка должна принадлежать одному множеству.

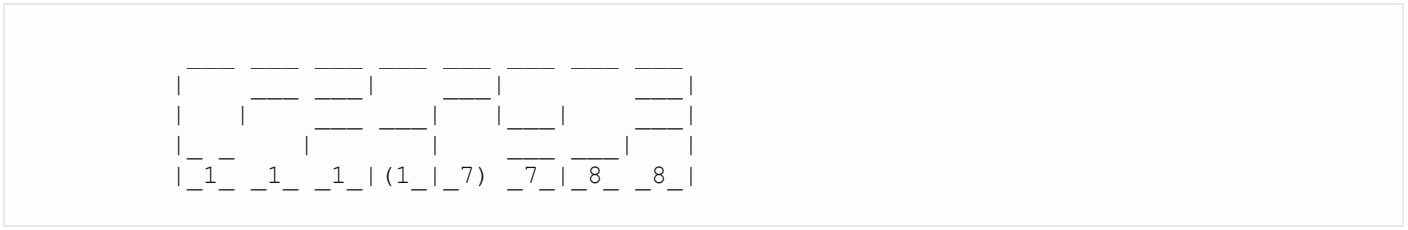
Присоединение ячеек к одному множеству очень просто, надо просто удалить границы между ячейками, являющимися членами различных множеств, пока они не станут принадлежать одному множеству. Не удаляйте границу, которая разделяет две ячейки, уже принадлежащие одному множеству.

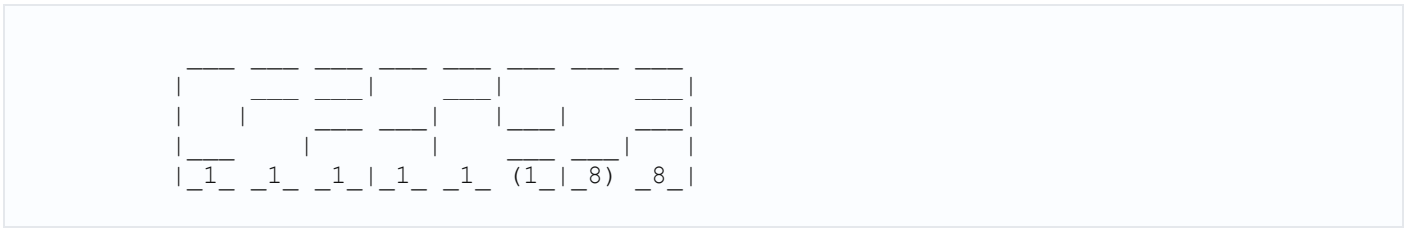
Начнем с создания обычной строки и добавления нижней границы к каждой ячейке.

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|   ___ ___|   ___|       ___|
|  |   ___ ___|  |___|   ___|
|___    |       |   ___ ___|   |
|_1_ _1_|_3_|_3_|_7_ _7_|_8_ _8_|
```

Закончим лабиринт, разрушая границы между ячейками, принадлежащими различным множествам и объединяя их в одно.

```
 ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___
|   ___ ___|   ___|       ___|
|  |   ___ ___|  |___|   ___|
|___    |       |   ___ ___|   |
|_1_ (1_|_3)|_3_|_7_ _7_|_8_ _8_|
```





В конце должен получиться идеальный лабиринт, в котором нет циклов (между двумя ячейками есть только один путь) и изолированных частей (ячейки или групп ячеек, которые не связаны с другими частями лабиринта). Теперь вы можете назначить любые две ячейки соответственно «входом» и «выходом».

Литература

1. https://www.cybermedian.com/ru/a-comprehensive-guide-to-uml-class-diagram
2. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес. — СПб: Питер, 2022. – 448 с.
3. Э.Фримен, К.Сьерра, Б.Бейтс. Паттерны проектирования — СПб: Питер, 2011.
4. Мартин Р. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг — СПб: Питер, 2010.
5. Дубина О. Обзор паттернов проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www. URL: http://citforum.ru/SE/project/pattern/