

УДК 004.021

## ПРОЦЕДУРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ИГРОВОГО УРОВНЯ

Луговской В.А.

к.т.н., профессор Рувинская Виктория Михайловна,  
Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассмотрен подход к автоматизации создания игрового контента на примере создания генератора случайных подземелий. Используются алгоритмы на графах, триангуляция Делоне. При применении генератора значительно сокращается время создания игрового контента.

**Введение.** В существующих работах по процедурной генерации игрового контента применяются простые алгоритмические генераторы, клеточные автоматы и комплексные алгоритмы генерации шумов [1], однако, их затруднительно использовать как есть и им не хватает гибкости для модификации. Подход, описанный в данной работе описывает процесс генерации геометрии подземелья [2], что позволит создавать проходимые подземелья, которые можно модифицировать для использования в других игровых проектах.

**Цель работы.** Целью работы является сокращение времени для создания игрового контента за счет использования разработанного генератора геометрии случайных подземелий.

**Основная часть работы.** Существует множество способов процедурной генерации уровней, как правило, итоговый генератор является комплексной системой, использующей генератор псевдослучайных чисел, согласно определенным законом распределения, и некое множество алгоритмов, зависящих от специфики решаемой задачи. Алгоритм генерации можно описать следующим образом.

1. Создаётся множество комнат, размер которых определяется случайным образом согласно нормальному распределению. Затем каждой из комнат задаётся её местоположение внутри радиуса окружности, которое определяется случайно, согласно закону равномерного распределения. В итоге мы получаем множество комнат, что можно увидеть на рисунке 1.

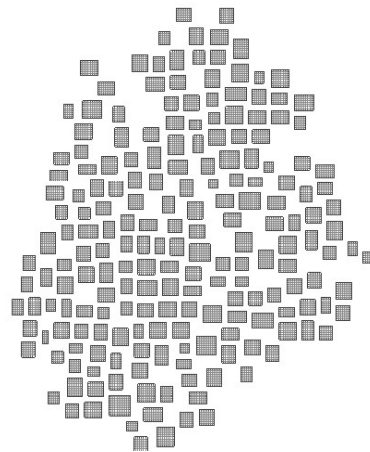


Рис. 1 – Первый этап генерации завершен

2. Построим граф подземелья, определив его главные комнаты, которые составят основу подземелья. Затем для каждой основной комнаты вычисляется её центральная точка, которая в дальнейшем используются в качестве вершины в графе, представляющем комнаты.

3. С помощью триангуляции Делоне получаем ребра, связывающие все вершины графа.

4. Используем алгоритм Краскала, преобразуем полученный граф до минимального остовного дерева, чтобы снизить количество необходимых коридоров в подземелье. Результат работы данного этапа можно увидеть на рисунке 2.

5. Далее необходимо построить коридоры, которые представляют собой узкие комнаты, соединяющие две основных комнаты напрямую, если они находятся на достаточной близости по любой из осей; либо создаётся два коридора, соединяющие собой центры сторон комнат, наиболее близких к друг другу.

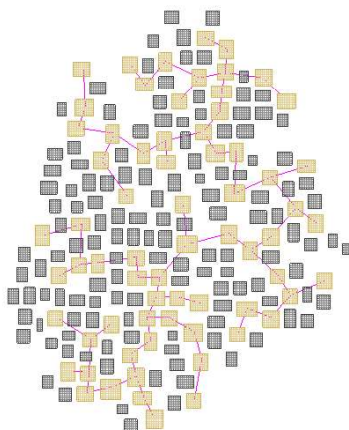


Рис. 2 – Выделены основные комнаты подземелья и построен граф

6. Далее все комнаты, что не являются основными и пересекаются как минимум с одним коридором, также добавляются к списку комнат подземелья, таким образом дополняя форму коридоров. Все остальные комнаты, что не являются основными, удаляются. На этом работа алгоритма генерации геометрии подземелья считается законченной. Результат работы можно увидеть на рисунке 4.

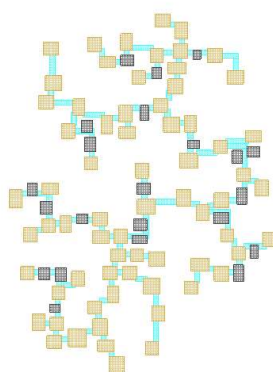


Рис. 3 – Генерация подземелья завершена

В дальнейшем список комнат и коридоров можно преобразовать к единому двумерному массиву, определяющему всю игровую карту целиком.

**Выводы.** Использование процедурной генерации позволило снизить количество времени на разработку уровней с десятков и сотен часов на каждый уровень до десятков секунд путём разработки генератора уровней. Разработка демонстрационного комплекса была успешно завершена, он был протестирован на разнообразных наборах входных данных и хорошо показал себя в работе, позволив создавать геометрию подземелий за достаточно короткое время. Генератор может быть использован в разработке игр жанра roguelike или dungeon crawler.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Shaker, Noor and Togelius, Julian and Nelson, Mark J. Procedural Content Generation in Games : [англ.]. — Springer, 2016. — 218 с. — ISBN 978-3-319-42714-0.
2. Procedural Dungeon Generation Algorithm [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: [http://www.gamasutra.com/blogs/AAdonaac/20150903/252889/Procedural\\_Dungeon\\_Generation\\_Algorithm.php](http://www.gamasutra.com/blogs/AAdonaac/20150903/252889/Procedural_Dungeon_Generation_Algorithm.php) — Название с экрана.