

ПОЛИГОНАЛЬНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ КАРТ МЕСТНОСТИ

Щербин А.М.

БГУИР, Минск, Республика Беларусь, shchalexander@gmail.com

Создание интересных игровых карт, которые не были бы ограничены и были бы реалистичными – достаточно интересный вопрос. Я бы хотел рассказать про некоторые методы генерации, которые могли бы использоваться для данной задачи.

Обычно генерация карт представляется просто генерацией шума Перлина и последующим преобразованием его к карте высот.

Что можно было бы сделать с 1.000 полигонов вместо 1.000.000 вершин?

Легко узнаваемые игроком зоны могли бы быть полезны для игрового процесса: места расположения городов, мест для выполнения игровых заданий, поиск пути учитывая сложность зон и т.д.

Следующая карта сгенерирована с использованием полигонов, и после растеризована:



Рисунок 1. Сгенерированная карта местности на основе рассматриваемого алгоритма

Большинство процедурных генераторов карт используют алгоритмы шумов (шум Перлина, Diamond-Square алгоритм, фракталы) для генерации карты высот. В данной работе рассматривается другой способ генерации карт. Вместо этого используется структура графа для моделирования элементов обусловленных игровым процессом (береговая линия, реки, деревья и пр.).

Итак, перейдём к процессу генерации.

Первый шаг заключается в создании карты полигонов, которые впоследствии будут использованы. Самым простым способом будет использовать слегка возмущённую гексагональную сетку чтобы карта выглядела слегка случайной, однако лучше использовать что-либо менее повторяющееся. Потому рассмотрим генерацию случайных точек и построение на их основе диаграммы Вороного.

Существует на данный момент три алгоритма генерации диаграммы Вороного: простой алгоритм (построение серединных перпендикуляров отрезков, соединяющих все точки), алгоритм Форчуна (основан на применении вспомогательного объекта – заметающей линии), а так же рекурсивный алгоритм или «Разделяй и властвуй».

После построения диаграммы Вороного мы получим многоугольники, формы и размеры которых достаточно нерегулярны и хаотичны, что не является тем, чего ожидают люди... Для аппроксимации воспользуемся релаксацией Ллойда, что является достаточно простым лайфхаком для более равномерного распределения случайных точек. Релаксация Ллойда в данном случае заменяет исходную точку на центроид полигона, которому она принадлежит и последующем повторном построении диаграммы Вороного.

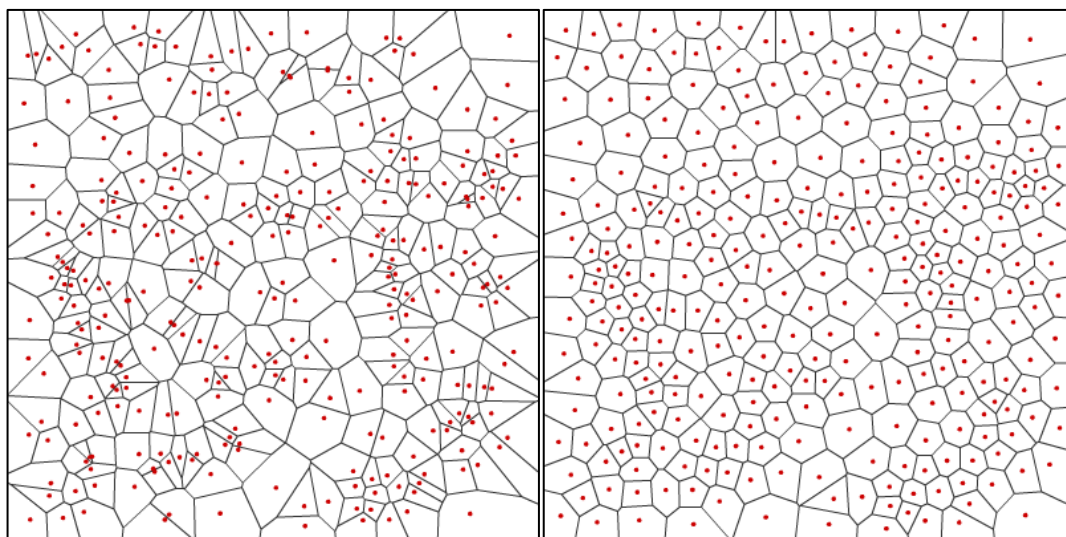


Рисунок 2. Диаграмма Вороного до и после двойного применения релаксации Ллойда.

Чем больше итераций применения алгоритма релаксации – тем более регулярными и плавными будут результирующие полигоны. Стоит учитывать, что с каждой итерацией итоговая полигональная карта теряет свою случайность.

Далее рассмотрим методы работы с полученной диаграммой. Карту стоит рассматривать как два взаимосвязанных графа: первый – имеет узлы для каждого многоугольника и рёбра между смежными полигонами, которая представляет собой триангуляцию Делоне, и второй – граф имеет узлы для каждого угла полигона и рёбра полигонов, что представляет собой диаграмму Вороного. Хранение информации о триангуляции необходимо для разных задач, использующих смежность полигонов (к примеру поиск пути).

Два графика связаны между собой. Каждый треугольник в триангуляции Делоне соответствует углу многоугольника на диаграмме Вороного. Каждый многоугольник на диаграмме Вороного соответствует углу треугольника Делоне. Каждое ребро в графе

Делоне соответствует ребру в графе Вороного. С помощью комбинированного представления, можно использовать взаимоотношения между отдельными частями графа.

Следующим шагом будет создание береговой линии. Для данного шага может быть использован любой подходящий алгоритм. В данной работе представлено использование шума Перлина. Стоит добавить пару-тройку случайных локальных максимумов определённого радиуса и выставить уровень моря как среднее значение диапазона сгенерированного шума и отсечь всё что ниже данного значение – получаем карту водной поверхности и суши. Все полигоны, принадлежащие карте водной поверхности, достижимые от края карты – море, остальные – озёра. Далее полигоны могут принять определённую роль: пляжи, море, озёра.

Следующий шаг – генерация карты высот.

Самый реалистичный подход – определить береговую линию и постепенно увеличивать высоту удаляясь от неё. Лучшим вариантом тут будет приращивать высоту узлам полигонов, а не их центрам. Для добавления некоторой случайности так же можно добавить в уравнение высоты шум Перлина, который отлично подойдёт для данных целей. Так же стоит учитывать возможность создания множества локальных максимумов – во избежание этого стоит несколько сбросить высоту определённых узлов чтобы соответствовать кумулятивному распределению: $y = 1 - (1 - x)^2$. Соответственно уровень возвышенности будет постоянно возрастать от побережья к единому локальному максимуму.

Последним шагом будет генерация рек и биомов на основе возвышенности, удалённости от моря, озёр, рек. Можно использовать следующую таблицу биомов:

| высота зоны | Влага зона | | | | | |
|-------------|-------------------|--------------------------|--------------------|---------|-------------------|------------------------|
| | 6 (влажный) | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 (Сухой) |
| 4 (высокая) | Снега | | | Тундра | Горные равнины | Выжженные земли |
| 3 | Тайга | | Кустарниковые поля | | Умеренные пустыни | |
| 2 | Умеренные тропики | Умеренный лиственный лес | | Равнины | | Умеренные пустыни |
| 1 (низкая) | Тропики | | Сезонные тропики | | Равнины | Субтропические пустыни |

Таким образом был рассмотрен интересный алгоритм полигональной генерация карт местности с использованием математических алгоритма Форчуна, релаксация Ллойда, а также шума Перлина.

Список литературы:

1. Википедия, свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа <https://ru.wikipedia.org>