### Процедурная генерация ландшафтов Корж Даниил Андреевич Иркутская область, г. Иркутск, МБОУ Лицей №1, 10 класс План исследования

Вопрос: Возможно-ли добиться визуальной реалистичности генерируемого ландшафта?

Гипотеза: Процедурные генераторы ландшафтов можно использовать для создание 3D моделей и использовать результат в дальнейшем.

История создания идеи. В 1977 Лорен Карпентер, инженер Boeing он начал экспериментировать с компьютерной графикой. За основу он взял большую геометрическую фигуру, состоящую из нескольких треугольников. Карпентер подразделял их на четыре маленьких добавляя случайное отклонение и циклично повторял эту процедуру снова и снова, пока у него не получался горный ландшафт. Как только стало известно о проделанной работе, энтузиасты по всему миру подхватили эту идею.

Процесс генерации разделён на несколько этапов:

* Создание двумерной карты высот
* Создание карты климатических зон (биомов)
* Расстановка дополнительных деталей

Первым этапом является генерация карты высот. Каждый алгоритм генерации ландшафтов уникален, и зависит от конкретных целевых потребностей. Но в современном мире наибольшее распространение получили следующие методы создания:

* Алгоритмы на базе метода «Midpoint-Displacement» и его расширения «Diamond-Square»
* Алгоритмы на базе классического шума Перлина, а также его вариации
* Алгоритмы на базе диаграмм Воронного (используется в паре с распределителем высот, на основе предыдущих методов) [3]
* Холмовой алгоритм [2]

Также данные методы могут комбинироваться между собой, для создания гибридных алгоритмов.

В данной работе более подробно рассматривается алгоритм «Diamond-Square», имеющий преимущества над другими алгоритмами в виде более корректного результата без дополнительных преобразований. На SIGGRAPH 1986 данный алгоритм был проанализирован Гэвином Миллером, так были обнаружены недостатки данного алгоритма: складки на краях ландшафта, а также резкие перепады высот, и очень крутые горные пики. [3]

Следующим этапом генерации ландшафта является создание карты климатических зон (биомов) на основе полученной карты высот и дополнительных входных параметров. Наиболее распространённым вариантом является создание таблицы определённых биомов, ячейки которой расставлены на основе определённых промежутков высот, влажности или температуры. На их основе определяется климат данного участка карты.

Завершающим этапом является расстановка дополнительных деталей – расстановка травы, деревьев, камней, и прочих деталей, для повышения детализации и реализма полученного ландшафта на основе получившейся в предыдущем шаге карты биомов.

На основе приведённых алгоритмов была написана их реализация, с демонстрацией результата, выполненная на движке Unity3D. Демонстрация является наглядным представлением получившихся карт высот, биомов и расставленных деталей, на трёхмерном ландшафте, реализованном с помощью средств движка. Для создания карты высот была использована нормализованная версия алгоритма основанного на многооктавных когерентных шумов. Создание карты биомов велось по упрощённому алгоритму зависимости биома от высоты. При создании проекта особое внимание уделялось утилизации мощности современных многоядерных процессоров путём применения многопоточных параллельных вычислений.

Для обеспечения расширяемости и упрощения разработки была введена модульная структура программы основанная на модулях-модификаторах, способных непосредственно влиять на получаемый ландшафт. Данная модель также удовлетворяет условиям отложенных вычислений (англ. Lazy evaulation), благодаря чему становится возможным генерация огромных, практически бесконечных пространств, ограниченных только вычислительными мощностями современных компьютерных систем.

В процессе разработки путём наблюдения за реальной местностью был разработан алгоритм генерации скал, основанный на сравнении вычисляемой дельты перепада высот между четырьмя соседями рассматриваемой клетки с определённым пороговым значением, который был успешно применён на практике.

**Библиография**

1. *Денис Ольшин* Алгоритм «diamond-square» для построения фрактальных ландшафтов [Электронный ресурс] // «Хабрахабр» крупнейший в Европе ресурс для IT-специалистов, созданный компанией «ТМ» в 2006-м году.  
   URL: <https://habrahabr.ru/post/111538/>
2. Генерация трёхмерных ландшафтов [Электронный ресурс] //” IXBT.com – специализированный российский информационно-аналитический сайт с самыми актуальными новостями из сферы IT”  
   URL: <http://www.ixbt.com/video/3dterrains-generation.shtml>
3. Diamond-Square algorithm [Электронный ресурс] // Wikipedia.org – multilingual, web-based, free-content encyclopedia project supported by the Wikimedia Foundation and based on a model of openly editable content”  
   <https://en.wikipedia.org/wiki/Diamond-square_algorithm>
4. Miller, Gavin S. P. (August 1986). "The definition and rendering of terrain maps". ACM SIGGRAPH Computer Graphics. 20 (4): 39–48. doi:10.1145/15886.15890
5. *Акимова Т. А., Хаскин В. В.* Экология. Издательство ЮНИТИ, 2007 г, 495 с. [ISBN 978-5-238-01204-9](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B0%D1%8F:%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3/9785238012049)
6. *Red Blop Games* Polygonal Map Generation for Games [Электронный ресурс]  
    //“ Stanford University.  Stanford, California 94305”  
   URL: <http://www-cs-students.stanford.edu/~amitp/game-programming/polygon-map-generation/>