

АЛГОРИТМ ГЕНЕРАЦИИ ЛАНДШАФТА UNITY

Рассматриваются принцип работы Terrain, основные алгоритмы с помощью которых генерируется ландшафт.

ВВЕДЕНИЕ

Система Terrain представляет собой набор инструментов для создания и формирования окружающей среды в компьютерной графике. Она сочетает в себе элементы ручного редактирования и процедурной генерации, что позволяет эффективно создавать масштабные и детализированные ландшафты. Одной из ключевых составляющих terrain-систем является использование алгоритмов шумов и процедурных моделей, обеспечивающих разнообразие форм рельефа, реалистичность и управляемость. Такие алгоритмы позволяют задавать высоты точек на сетке, имитировать горные хребты, холмы, равнины, каньоны и другие природные структуры.

I. ШУМ ПЕРЛИНА

Шум Перлина - это метод генерации градиентного шума. Он используется в компьютерной графике для создания реалистичных текстур, таких как облака, дым, вода, ландшафты и многое другое. В отличие от обычного белого шума, Перлин-шум обладает «плавностью» и непрерывностью, что делает его пригодным для создания органичных и естественных структур. Шум Перлина часто применяется в генерации высотных карт и процедурных текстур. Метод основан на интерполяции случайных векторов, распределённых по сетке, что обеспечивает мягкие переходы между значениями. Также он может быть использован в 2D, 3D и даже n-мерных пространствах.

II. DIAMOND-SQUARE

Алгоритм Diamond-Square используется для генерации фрактальных ландшафтов. Он получил широкое распространение в играх и симуляторах благодаря своей простоте и способности создавать разнообразные и реалистичные рельефы. Метод начинается с квадратной сетки, где значения задаются в углах, а затем итеративно заполняются по алгоритму: сначала центр квадрата (diamond), затем середины сторон (square). Алгоритм повторяется на всё более мелких участках, при этом добавляется случайный шум с уменьшением амплитуды. Такой подход позволяет достичь характерной фрактальной структуры ландшафта.

III. ВОРОНОЙ

Диаграмма Вороного - метод пространственно-го разбиения, основанный на расстоянии до заданных точек. Каждая точка «владеет» областью пространства, состоящей из всех точек, которые бли-

же к ней, чем к любой другой. Такой подход широко применяется в генерации биомов, городов, текстур и карт. В графике диаграммы Вороного позволяют создавать интересные и естественные паттерны, напоминающие клетки, кристаллы, карты рек и трещины. Существует множество вариаций метода: взвешенные, ориентированные и стохастические.

IV. ФРАКТАЛЬНЫЙ ШУМ

Фрактальный шум - это комбинация нескольких слоёв базового шума (например, Перлина), наложенных друг на друга с различными частотами и амплитудами. Такой подход позволяет создавать более детализированные и реалистичные текстуры по сравнению с обычным шумом. Часто используется для имитации природных объектов: гор, облаков, ландшафтов. Фрактальный шум обычно реализуется через технику fBm (fractal Brownian motion), в которой каждый последующий слой вносит всё меньший вклад в итоговое значение, создавая богатую и сложную структуру.

V. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ В СИСТЕМЕ TERRAIN

Система Terrain представляет собой платформу для создания реалистичных ландшафтов с использованием процедурных алгоритмов. Она позволяет комбинировать различные методы генерации шума, такие как Шум Перлина, Diamond-Square, диаграммы Вороного и фрактальный шум, чтобы формировать разнообразные элементы окружающей среды — от мягких холмов до резких горных хребтов. Например, Шум Перлина используется в Terrain для моделирования плавных переходов высот, что позволяет создавать реалистичные холмы, равнины и дюны. Он особенно эффективен при создании больших территорий с природными формами рельефа. Алгоритм Diamond-Square применяется для генерации карт высот благодаря своей способности создавать детализированные и естественные формы рельефа с переменным уровнем грубости. Этот метод хорошо подходит для моделирования горных ландшафтов и пересечённой местности. Диаграммы Вороного в системе Terrain часто используются для имитации образования островов, долин или равномерного распределения объектов, таких как скалы или кратеры. Они помогают разбивать территорию на сегменты, придавая ландшафту структуру и ритм. Фрактальный шум в Terrain позволяет сочетать шумы с разными частотами и амплитудами, создавая многослойные, детализированные ландшафты. Он особенно полезен для симуляции эрозии, высотных перепадов и микрострукту-

ры поверхности. С помощью Terrain разработчики могут настраивать параметры генерации — частоту шума, масштаб, высотные пороги и интенсивность сглаживания — что делает этот инструмент гибким и мощным для создания сложных и разнообразных виртуальных миров.

VI. Вывод

Сравнительный анализ алгоритмов процедурной генерации демонстрирует, что каждая из технологий обладает своими уникальными особенностями и областью применения. Шум Перлина отличается высокой плавностью и реалистичностью, что делает его идеальным для текстур и мягких переходов. В то же время фрактальный шум позволяет добиться гораздо более высокой детализации за счёт наложения множественных частот. Алгоритм Diamond-Square, благодаря своей простоте и эффективности, широко используется для генерации рельефов и ландшафтов, обеспечивая характерную фрактальную структуру. Диаграммы Вороного, напротив, находят применение там, где требуется чёткое разбиение пространства на зоны — будь то симуляция природных узоров или генерация территорий. Таким образом, выбор подходящего алгоритма зависит от поставленных задач. Система Terrain

объединяет эти алгоритмы, предоставляя удобную платформу для их комбинированного применения. Это позволяет создавать реалистичные и визуально богатые ландшафты с высокой степенью гибкости. Возможность настраивать параметры генерации и комбинировать различные методы делает Terrain мощным инструментом в области процедурной генерации окружающей среды.

Список литературы

1. Ken Perlin (1985). An Image Synthesizer. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 19(3), 287–296.
2. Ebert, D., Musgrave, F., Peachey, D., Perlin, K., Worley, S. (2003). Texturing Modeling: A Procedural Approach. 3rd edition, Morgan Kaufmann.
3. Okabe, A., Boots, B., Sugihara, K., Chiu, S. N. (2000). Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams. 2nd ed., John Wiley Sons.
4. Lagae, A., Dutré, P. (2008). A Comparison of Methods for Procedural Noise Functions. Computer Graphics Forum, 27(1), 114–129.
5. Fournier, A., Fussell, D., Carpenter, L. (1982). Computer Rendering of Stochastic Models. Communications of the ACM, 25(6), 371–384.
6. Musgrave, F.K., Kolb, C.E., Mace, R.S. (1989). The Synthesis and Rendering of Eroded Fractal Terrains. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 23(3), 41–50.
7. Gustavson, S. (2005). Simplex Noise Demystified.
8. Inigo Quilez – Fractal Brownian Motion (fBm)

Галушко Артём Вячеславович, студент 3 курса Факультета информационных технологий и управления БГУИР, artem.galushko.04@mail.ru

Научный руководитель: Гуревич Ольга Викторовна, старший преподаватель кафедры вычислительных методов и программирования БГУИР, o.gurevich@bsuir.by.