

УДК 004.93

ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ РІВНІВ В GAMEDEV

І. А. Москаленко, магістрант

Київський національний університет технологій та дизайну

Т. І. Астісова, кандидат технічних наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: процедурна генерація, метод графів, WFC (Wave function collapse), ігрові рівні, GameDev.

Процедурна генерація - це алгоритмічний метод створення даних за допомогою комбінації заданих логічних зв'язків, алгоритмів та випадковостей. Вона широко застосовується в інформаційних технологіях для генерування великих об'ємів випадкових або детермінованих даних.

З метою покращення користувацького досвіду, шляхом збільшення різноманітності контенту, зокрема ігрових рівнів, процедурну генерацію в геймдеві застосовують для спрощення створення унікальних мап та рівнів.

Метод графів. Найчастіше це реалізується з допомогою методу графів, який застосовується для обчислення оптимальних або специфічних зв'язків між випадково згенерованими кімнатами чи іншими об'єктами, які в кінцевому етапі утворюють ігровий рівень. Залежно від поставленої задачі, розробник з допомогою графів може видаляти зайві кімнати, зв'язки, змінювати логіку вибору актуальних зв'язків, переписувати графи та ін. В процесі також застосовують симуляцію фізики задля «стистнення» графів, аби окремі кімнати утворили суцільний рівень.

Суміжні технології та методи різняться залежно від вибору розробників, але графи залишаються ключовою складовою в процесі побудови. На рис. 1 зображено побудову графу шляхом триангуляції Делоне і розрахунок мінімального дерева методом Прима.

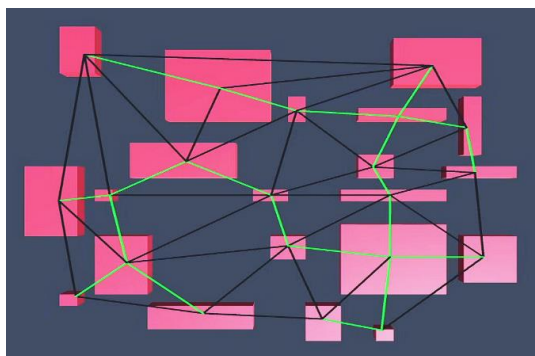


Рисунок 1 – розрахунок оптимальних зв'язків між кімнатами через метод графів

Алгоритм WFC. Для побудови рівнів заснованих на плитках використовують більш просунуті методи генерації, одним з таких є так званий алгоритм колапсу хвильової функції, або ж WFC (Wave function collapse). Першочергово метод WFC походить з теорії квантової механіки. У квантовій механіці колапс хвильової функції, який також називають редукцією вектора стану, відбувається, коли хвильова функція — спочатку в суперпозиції кількох власних станів — зводиться до одного власного стану через взаємодію із зовнішнім світом. Цей принцип також

застосовується і в алгоритмі WFC, який використовують для процедурної генерації в індустрії відеоігор.

Алгоритм WFC потребує вхідних даних, так званого шаблону, у вигляді сітки з елементів (назвемо сітку G_0 , а клітинку C_0) або будь-якого зображення, що ділиться на плитки і утворює сітку. Алгоритм створює масив з елементів сітки (G_0) і фіксує залежності у розташуванні між сусідніми плитками (C_0), таким чином визначаючи який елемент може генеруватись наступним після визначеного, відповідно до положення та напрямку у просторі. Надалі утворюється сітка для генерації (нехай GG), кожна клітинка якої (нехай CG) заповнюється масивом шаблону (G_0) з усіма його елементами. Таким чином утворюється сітка (GG) з менших ідентичних сіток (G_0). Тобто кожна клітинка (CG) сітки генерації (GG) знаходиться в суперпозиції і містить всі можливі варіанти її заповнення у вигляді сітки шаблону (G_0) з усіма елементами (C_0). Приклад зображено на рис. 2.

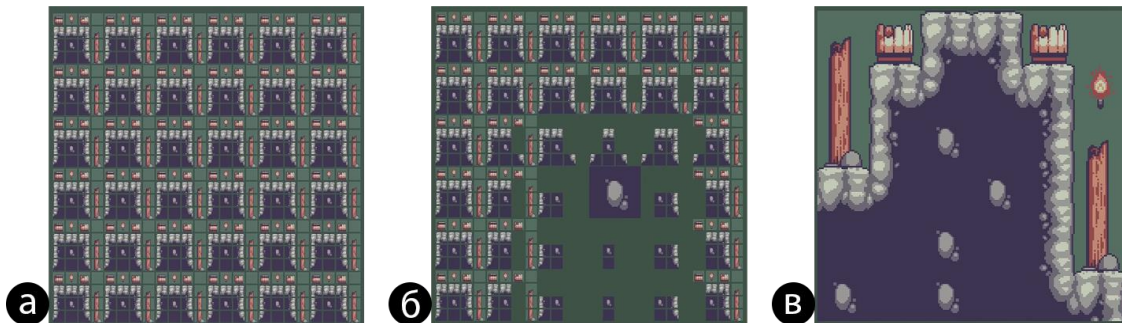


Рисунок 2 – сітка генерації: а) на початку, б) перша ітерація, в) результат генерації

Наступним кроком обирається клітинка (CG) з найменшою ентропією (за однакових значень - випадкова) і заповнюється одним з можливих варіантів (C_0) з масиву (G_0). При цьому в перших сусідніх по вертикалі і горизонталі клітинках (CG) видаляються з переліку можливих такі значення C_0 , що не проходять перевірку залежності з обраним значенням відповідно до напрямку. Наприклад, в клітинці (CG) праворуч, з переліку можливих плиток (C_0) видаляються всі, що знаходяться ліворуч від обраної плитки, так само у верхній видалятимуться всі плитки нижче заданої і тд. В подальшому, відповідно до тих варіантів (C_0), що лишились, алгоритм продовжує редагувати доступні варіанти в кожній наступній CG , поступово зменшуючи кількість видалень і зупиняє ітерацію.

Таким чином, з кожною наступною ітерацією залишатиметься все менше клітинок (CG) з суперпозицією, натомість збільшуватиметься кількість (CG) з єдиним варіантом (C_0), доки вся сітка генерації (GG) буде мати по одній плитці (C_0) в кожній клітинці (CG).

Список використаних джерел

1. Adam Newgas. 2021. Tessera: A Practical System for Extended WaveFunctionCollapse. In The 16th International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG) 2021 (FDG'21), August 3–6, 2021, Montreal, QC, Canada. ACM, New York, NY, USA, 7 pages
2. Maxim Gumin. 2016. WaveFunctionCollapse. GitHub repository.