

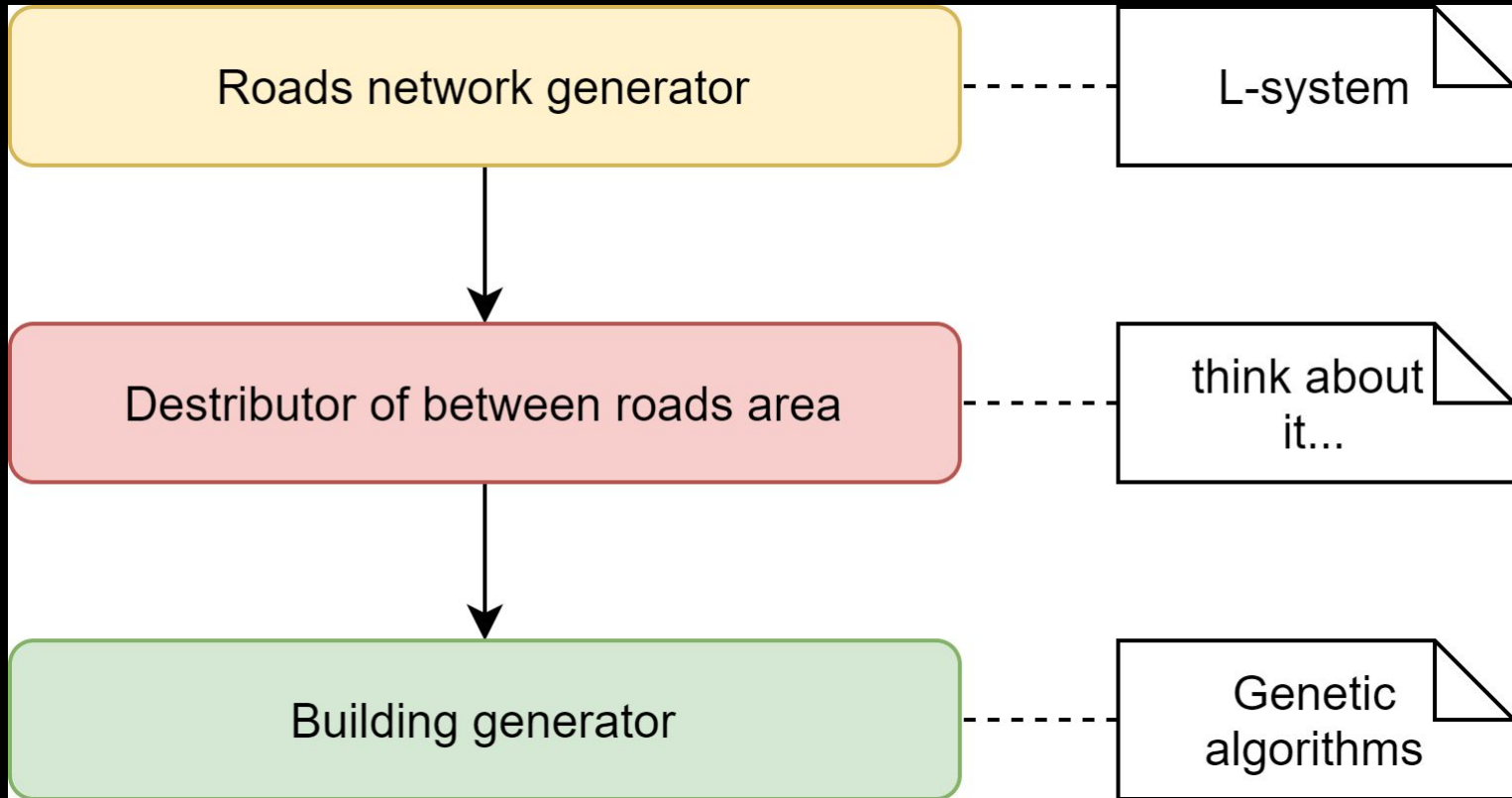
SPER^ΛSOFT
A KEYWORDS STUDIO

Отчет по проделанной работе

Студенты:

Мельников Глеб
Садовский Владимир

Укрупненный план системы



Формализм для алгоритма генерации

```
w: R(0, initialRuleAttr) ?I(initRoadAttr, UNASSIGNED)
p1: R(del, ruleAttr) : del<0 -> e
p2: R(del, ruleAttr) > ?I(roadAttr, state) : state==SUCCEED
    { globalGoals(ruleAttr, roadAttr) creates the parameters for:
      pDel[0-2], pRuleAttr[0-2], pRoadAttr[0-2] }
    -> +(roadAttr.angle)F(roadAttr.length)
      B(pDel[1], pRuleAttr[1], pRoadAttr[1]),
      B(pDel[2], pRuleAttr[2], pRoadAttr[2]),
      R(pDel[0], pRuleAttr[0]) ?I(pRoadAttr[0], UNASSIGNED) [i]
p3: R(del, ruleAttr) > ?I(roadAttr, state) : state==FAILED -> e
p4: B(del, ruleAttr, roadAttr) : del>0 -> B(del-1, ruleAttr, roadAttr)
p5: B(del, ruleAttr, roadAttr) : del==0 -> [R(del, ruleAttr)?I(roadAttr, UNASSIGNED)]
p6: B(del, ruleAttr, roadAttr) : del<0 -> e
p7: R(del, ruleAttr) < ?I(roadAttr, state) : del<0 -> e
p8: ?I(roadAttr, state) : state==UNASSIGNED
    { localConstraints(roadAttr) adjusts the parameters for:
      state, roadAttr }
    -> ?I(roadAttr, state)
p9: ?I(roadAttr, state) : state!=UNASSIGNED -> e
```

L-system

VS

Объединение нескольких правил
и избавление от контекстной зависимости
позволяют прийти к такому набору правил,
который можно формализовать в виде
алгоритма на приоритетной очереди

Priority
queue

```
initialize priority queue Q with a single entry:
  r(0, ra, qa)

initialize segment list S to empty

until Q is empty
  pop smallest r(t, ra, qa) from Q
  compute (nqa, state) = localConstraints(qa)
  if (state == SUCCEED) {
    add segment(ra) to S
    compute (pdel[3], nqa[3], nra[3]) = globalGoals(qa, ra)
    if (pdel[0] >= 0) add r(t+1+pdel[0], nra[0], nqa[0]) to Q
    if (pdel[1] >= 0) add r(t+1+pdel[1], nra[1], nqa[1]) to Q
    if (pdel[2] >= 0) add r(t+1+pdel[2], nra[2], nqa[2]) to Q
```

Основные сложности

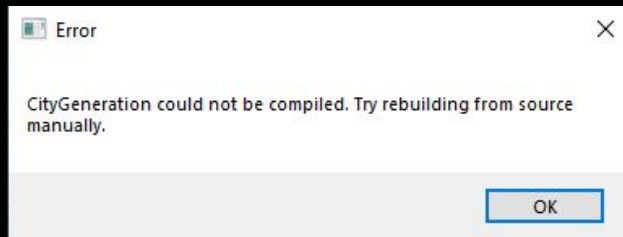
```
initialize priority queue Q with a single entry:  
  r(0,ra,qa)  
  
initialize segment list S to empty  
  
until Q is empty  
  pop smallest r(t,ra,qa) from Q  
  compute (nqa, state) = localConstraints(qa)  
  if (state == SUCCEED) {  
    add segment(ra) to S  
    compute (pdel[3], nqa[3], nra[3]) = globalGoals(qa,ra)  
    if (pdel[0] >= 0) add r(t+1+pdel[0], nra[0], nqa[0]) to Q  
    if (pdel[1] >= 0) add r(t+1+pdel[1], nra[1], nqa[1]) to Q  
    if (pdel[2] >= 0) add r(t+1+pdel[2], nra[2], nqa[2]) to Q
```

where all
magic
happens

global: street pattern and
population density

local: land/water/park
boundaries, elevation,
crossing of streets

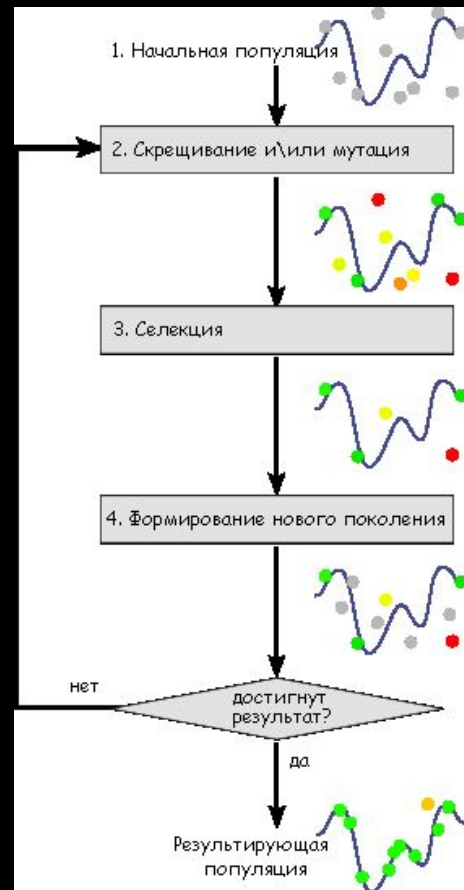
Кроме того существует отдельная проблема со
сглаживанием результирующей дорожной сети, т.к. она
будет сильно сегментирована.



- Global goals будут стремиться строить дороги в направлении наиболее приоритетных точек (хотя бы без тепловой карты);
- Local constraints для начала должны разрешать по крайней мере пересечения дорог;
- По ходу генерации дорожной сети будет составляться ее логическое представление;
- Сделать для начала просто и улучшать результат.

Генетический алгоритм

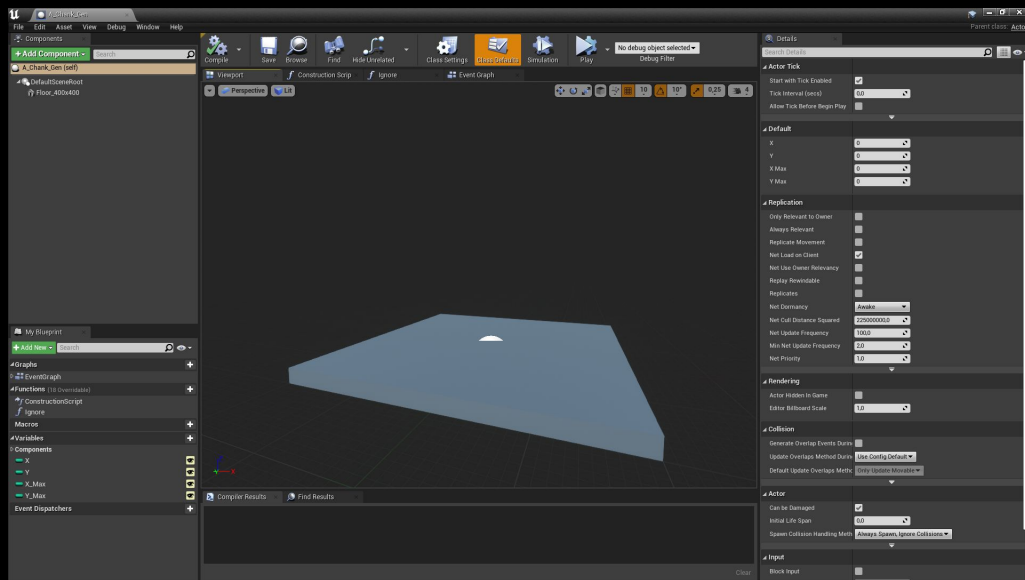
Генетический алгоритм (англ. genetic algorithm) — это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе.



Экземпляр популяции (Агент)

Я принял решение внутри одного экземпляра популяции иметь несколько агентов, каждый из которых дает свою оценку сложившейся ситуации.

Из этих оценок и рассчитывается функция приспособления.



Функция приспособляемости

В функции приспособления учитываются количество агентов пересекающих выделенный полигон. А также учитываются все агенты, после точки пересечения.

Архитектура нам гарантирует, что в популяции будет лишь один объект с заданной метрикой и притом самый большой.

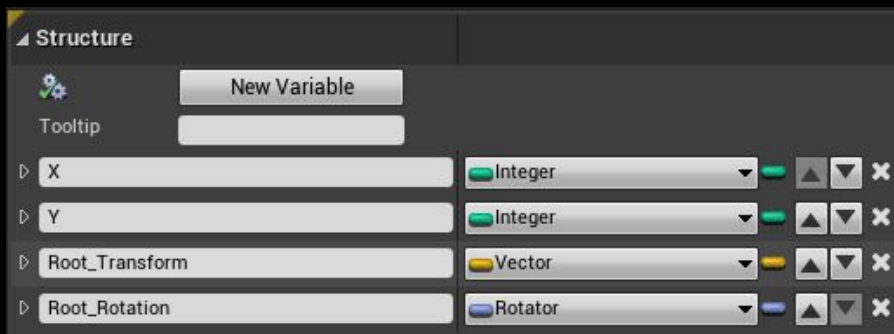
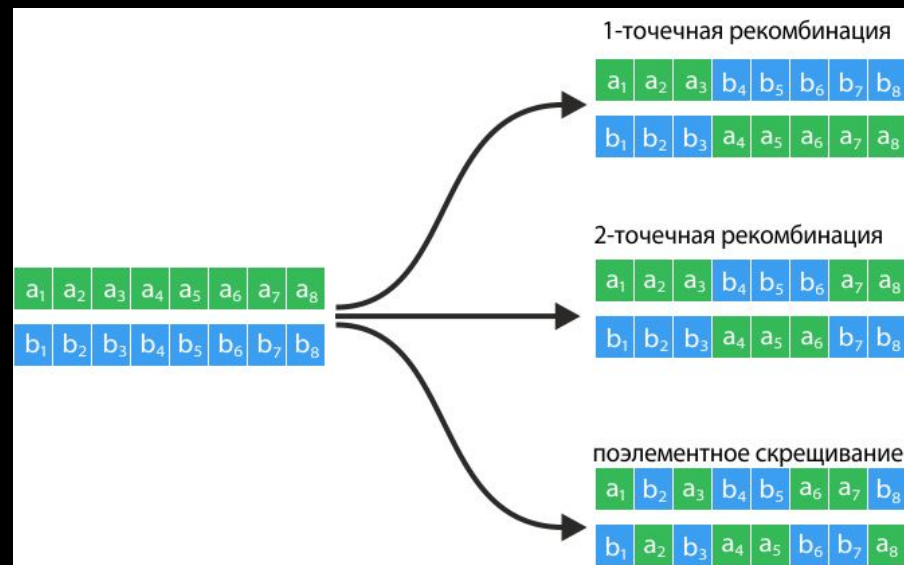
Но это спорный вопрос. Предлагаю начать обсуждение.

Все никак не могу придумать, какую картинку вставить :(

Поколение храниться в словаре, где ключом является оценка субъекта, а значением - его параметры.

Скрещивание

Скрещивание происходит путем усреднения полученных метрик. Берется среднее количество генерируемых сегментов, в также среднее начальное положение и поворот.

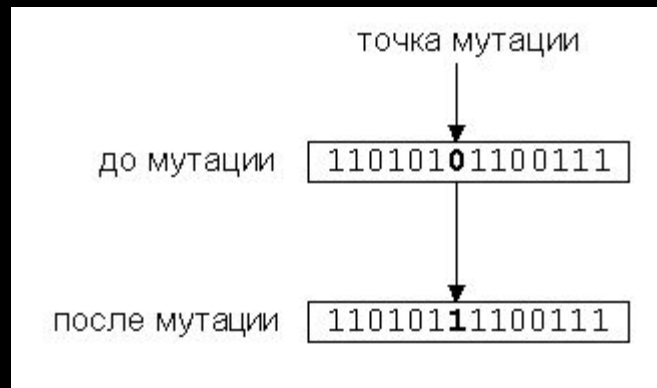


Мутация или “Новая кровь”?

Данный момент еще не реализован, но было бы интересно обсудить два подхода.

При скрещивании можно придумать функцию мутации, которая может дополнительно нас немного подвинуть к желаемому результату. Но нужно придумать такую функцию, которая бы с небольшой вероятностью ухудшала бы полученные значения.

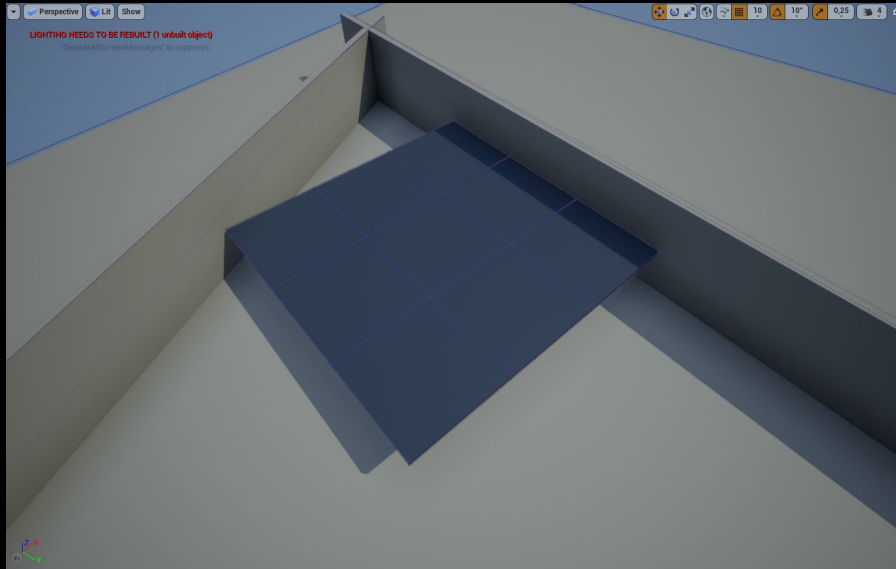
Или же можно будет добавлять в выборку все новые поколения в надежде улучшить текущую выборку. худшие результаты из прошлой выборки - отбрасываются.



Поколения и Остановка алгоритма

С каждым разом целевая выборка становится все меньше, пока не достигнем выборки в 3 элемента.

Потом выбирается основание с наименьшей оценкой и самой большой площадью.



User Case

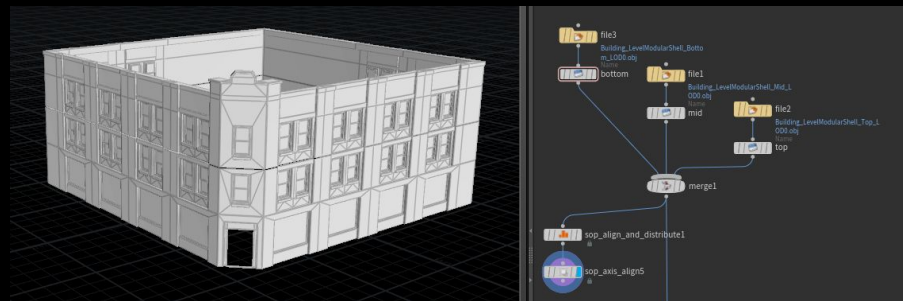
Мы получили некоторую экспертизу и у нас есть несколько подходов с организации взаимодействия между нами.

Для генерации здания нужен будет или полигон или некоторая область (например bounding box), на основе которой будет подбираться основание дома.

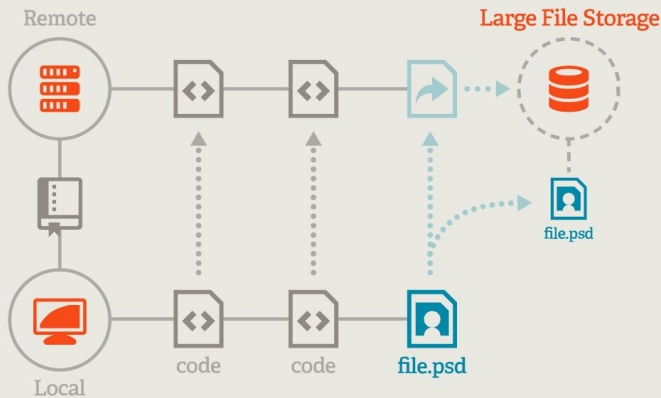
И тут два варианта:

1. Запуск эвристического алгоритма поиска с целью нахождения наиболее подходящего для размещения дома.
2. Тупо генерация дома по полигону (а-ля Houdini)

Либо же возможен другой вариант развития. Глеб отдает мне полигоны выделенные под здания, и если можно я генерирую здание чисто по полигону, иначе же запускается алгоритм поиска.



Система контроля версий (Work flow?)



git + lfs?

```
MINGW64/c/Users/glebm/OneDrive/Documents/Unreal Projects/CityGeneration
glebm@DESKTOP-A6TKIHQ MINGW64 ~/OneDrive/Documents/Unreal Projects/CityGeneratio
n (master)
$ git lfs ls-files
a3126ffec7 * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Floor_400x400.uasset
2c4d85be6c * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Pillar_50x500.uasset
4ab571e8ba * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/SM_AssetPlatform.uasset
629b872521 * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Wall_400x200.uasset
355ab5f0e0 * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Wall_400x300.uasset
01321d9304 * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Wall_400x400.uasset
3352393fee * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Wall_500x500.uasset
26f30eb5ad * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Wall_Door_400x300.uasset
4136d98e3e * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Wall_Door_400x400.uasset
b9dcac8d73 * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Wall_Window_400x300.uasset
ec78a6dfec * Unreal/Content/StarterContent/Architecture/Wall_Window_400x400.uasset
85c827023e * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Collapse01.uasset
a5690c3cdc * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Collapse02.uasset
2bbd215bbb * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Collapse_Cue.uasset
16c3e6decf * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Explosion01.uasset
d44ed6a6a3 * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Explosion02.uasset
91b66cedcf * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Explosion_Cue.uasset
a2a6926e93 * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Fire01.uasset
a3c93dca25 * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Fire01_Cue.uasset
ad12649c70 * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Fire_Sparks01.uasset
3c13448535 * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Fire_Sparks01_Cue.uasset
267cbc3d50 * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Light01.uasset
bc123926fc * Unreal/Content/StarterContent/Audio/Light01_Cue.uasset
```



Git LFS Data

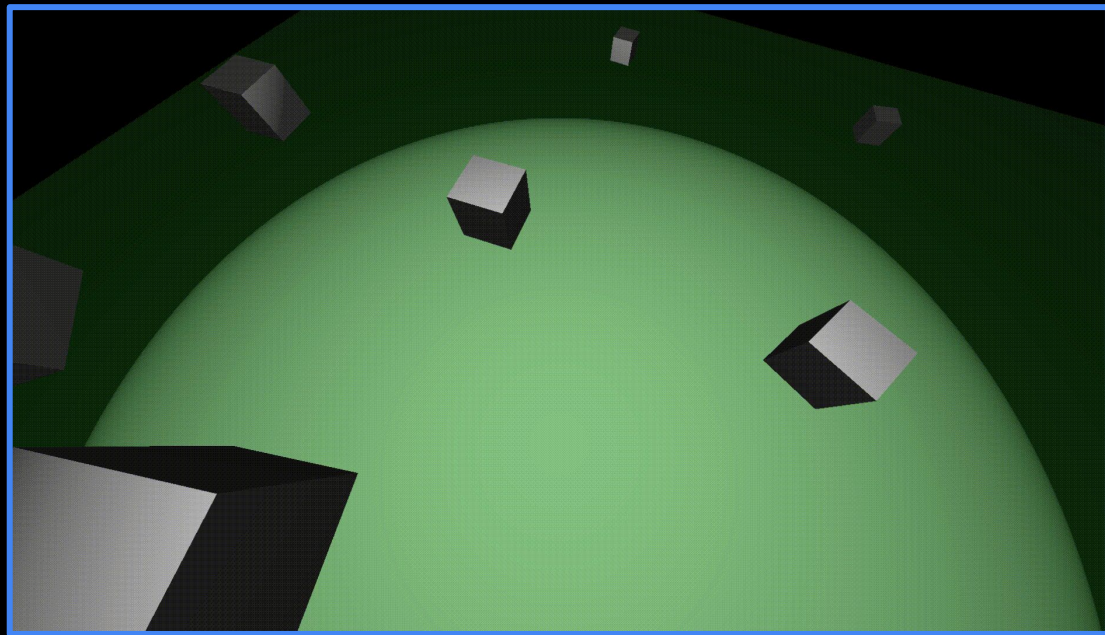
Bandwidth quota resets in 31 days



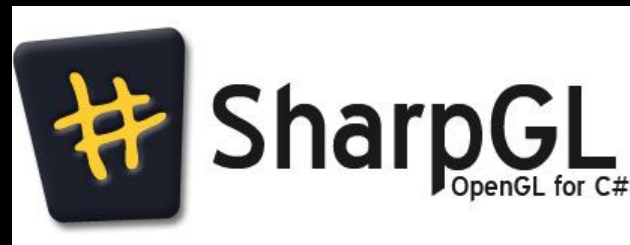
Storage

0.59 GB of 1 GB included





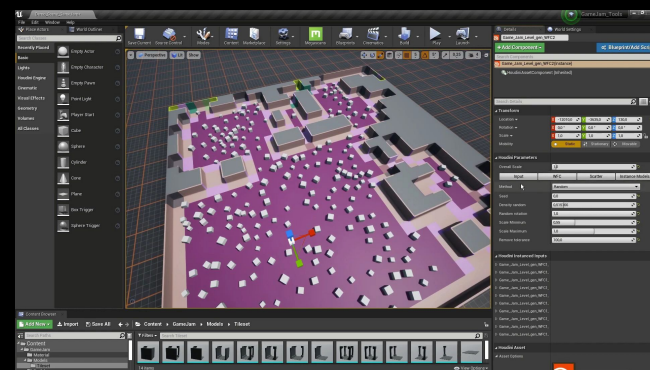
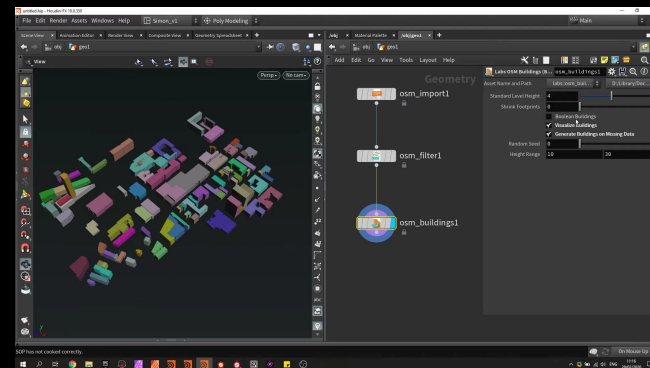
Реализовано небольшое демо



Пробовал обе библиотеки.
Оба варианта вполне рабочие.

Houdini - профессиональный программный пакет для работы с трёхмерной графикой. Отличается от аналогов тем, что является скорее средой для визуального программирования трехмерной графики нежели программой для моделирования или скульптинга.

Имеет множество инструментов для работы с процедурной сгенерированными объектами.



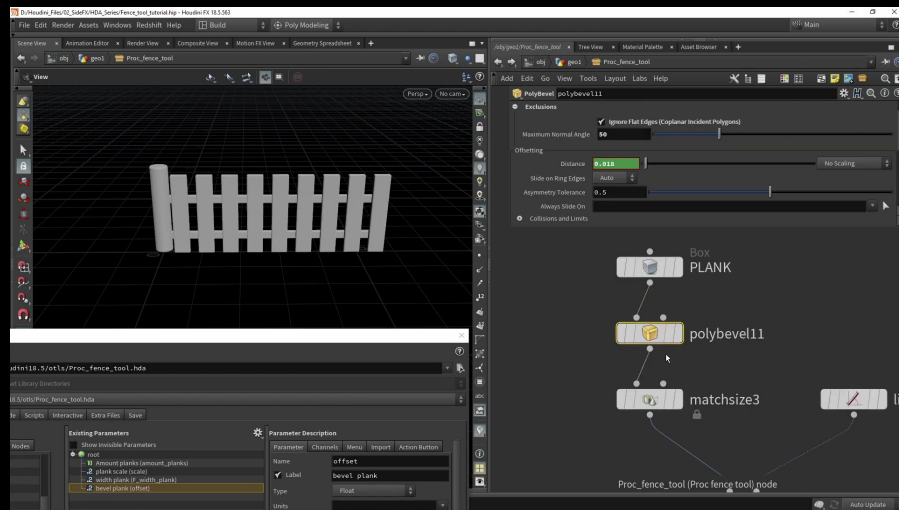
Houdini Digital Asset

Позволяет загружать процедурную геометрию из Houdini и видоизменять ее по своему усмотрению в средах поддерживающих данную функцию.

Вместо жесткой скелетной сетки мы получаем гибко настраиваемый меш.

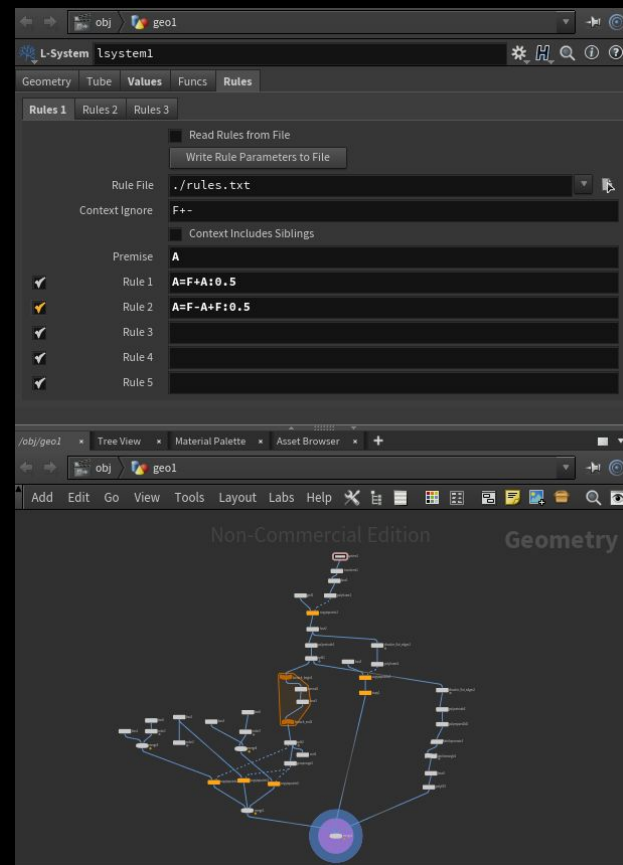
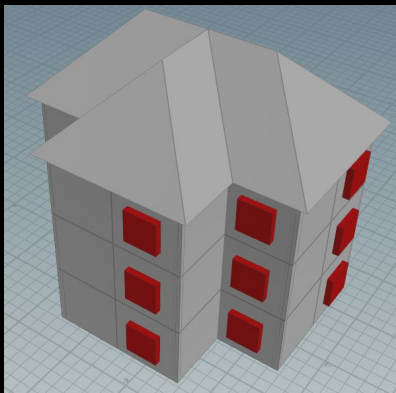
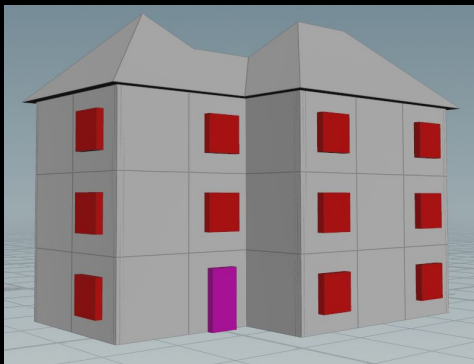
Помимо всего прочего это упрощает работу с массой контента.

По всей видимости не работает в Real Time.



Прототип генерация дома в Houdini

- Основание дома генерируется с помощью L-Систем.
- Потом генерируются по группам точек плейсхолдеры для стен, окон и входных групп.
- Позже плейсхолдеры разбиваются на группы через определенное количество чанков и заменяются на конкретные элементы.
- Верхние полигоны меша, отделяются от основной части и после деформации внутренних вершин формируют собой крышу.



- https://www.youtube.com/playlist?list=PLXNFA1EysfYny9oR45bFI7edFi_A2-8b8
- https://www.youtube.com/playlist?list=PLXNFA1EysfYkFzKS--S3_3393X2z1F_e0
- https://www.youtube.com/playlist?list=PLXNFA1EysfYnxvrW27g6e5HhTwKB_M2TZC
- https://www.youtube.com/playlist?list=PLXNFA1EysfYnDGxDY-WRu0HVh14_7qrWRI
- https://www.youtube.com/playlist?list=PLXNFA1EysfYnnm2-UZmxrd-MWC7L_TWEVI

Критерии генерации:

- Наличие/отсутствие определенных мест (продиктовано геймплеем или логикой окружения);
- Информация о том, как определенные места/зоны на карте могут/должны друг с другом сочетаться (парк в общем случае будет уместнее в спальном районе, а не в промышленном);
- Зоны и характерная для этих зон архитектура;
- Анализ логической структуры уровня (слишком сложная/простая, достаточно ли разветвленная и т.д.);
- Композиция:
 - Выделение важных объектов;
 - Лендмарки;
 - и т.д.
- Соответствие метрикам:
 - Размеры;
 - Время на прохождения;
 - и т.д.

План:

- В следующем семестре взять игровой проект, подразумевающий процедурную генерацию контента.
- Исследование возможностей в рамках выбранного варианта (в течение января).
- Должны в рамках выбранного варианта получить первое приближение к итоговому результату. (Proof of concept)
- В зависимости от выбранного пути реализовать к концу следующего семестра проект (плагин, stand alone решение, ...), позволяющее получать адекватные результаты.

Плюсы	Минусы
<p>На базе Houdini можно создать процедурные части зданий.</p> <p>В UE обращаемся к параметрам генерации. Это позволяет нам достаточно гибко варьировать элементы зданий.</p> <p>В Houdini есть встроенная интерпретация L-систем, что потенциально может позволить достаточно быстро выйти на генерацию мешей дорог. А также с его помощью можно генерировать МОП, Парки и скверы и т.д.</p>	<p>Это не крайне не stand alone решение, что на перспективу ограничивает наши возможности и функционал.</p> <p>Вопрос: допустим, мы смогли сгенерировать ландшафт с дорожной сетью, как нам вытащить информацию о структуре этой дорожной сети? (потенциально, серьезный минус)</p>

Плюсы	Минусы
<ul style="list-style-type: none">+Уже что-то есть по инфраструктуре (есть некоторый задел)+Stand alone+Наверняка много чего можно найти готового	<ul style="list-style-type: none">-Что-то наверняка придется делать руками-Реализация инфраструктурного кода

Плюсы	Минусы
<ul style="list-style-type: none">+Алгоритмы генерации могут быть написаны на C# и не будут привязаны к движку+Не придется реализовывать столько инфраструктуры	<ul style="list-style-type: none">-Unity(

- Необходима экспертиза относительно того, как лучше всего создавать и оптимизировать многоагентные системы, которые используются в эвристических алгоритмах поиска.
- На сколько широкий простор для улучшения L-систем - это вопрос.
- Изучения Houdini FX занимает много времени, так как он сильно в терминологии отличается от остальных DCC

SPERASOFT
A KEYWORDS STUDIO

Thank you!

- Нумерация слайдов
- Генерация именно игрового города, а не реального (GTA, Saint Row, Mirror's Edge, Call of Duty, Doom Eternal, Crisis 2-3, Battlefield)
- Level Design Level City Generation
- Ориентация на FPS или 3-rd Person
- Метрики и Критерии для города
- Glut
- Houdini digital asset
- C# или OpenGL
- sdl
- Распараллеливание ген. алгоритма
- Планы на след полгода