



Санкт-Петербургский государственный университет  
Кафедра системного программирования

# Реализация процедурной генерации интерьера комнат в 3D-игре на Unity

Савельева Полина Андреевна, группа 22.Б07-мм

**Научный руководитель:** к.т.н. Ю. В. Литвинов, старший преподаватель кафедры системного программирования

**Консультант:** Р. А. Береснёв, студент 3-го курса СПбГУ

Санкт-Петербург  
2023

- Ручное заполнение комнат в игре Time Reactor является трудоемким процессом
- Процедурная генерация, PCG
  - ▶ Создание разнообразного наполнения в больших масштабах
  - ▶ Нет необходимости хранить данные
  - ▶ Экономия времени
  - ▶ Повторное использование генераторов
- Процедурно генерируемое помещение
  - ▶ Паттерны
  - ▶ Временные ограничения
  - ▶ Неизменность при повторном посещении

# Постановка задачи

**Цель:** реализация процедурной генерации интерьера комнат в игре Time Reactor на Unity

**Задачи:**

- Изучение существующих решений
- Реализация библиотеки на .NET для процедурной генерации интерьера игровых комнат и ее публикация на NuGet
- Реализация процедурной генерации интерьера комнат в игре Time Reactor на Unity с использованием разработанной библиотеки
- Проведение апробации среди заинтересованных игроков

# Существующие решения

Критерий	Rule-based	Machine learning	Agents	Substitution
Сложные иерархические паттерны	✓	✓	✗	✓
Расстановка в реальном времени	✓	✓	✓	✓
Простота реализации	✓	✗	✓	✗
Место по кол-ву научных публикаций	1	2	3	4

Рис.: Сравнение существующих решений<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Данные о количественном отношении взяты из обзорной статьи «Recent Advances in Procedural Generation of Buildings: From Diversity to Integration»

# Основанный на правилах подход

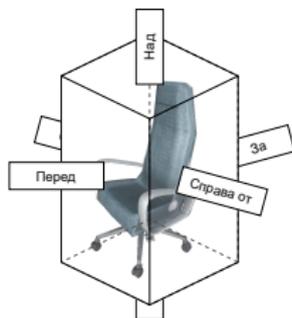


Рис.: Ограничительная рамка у объектов

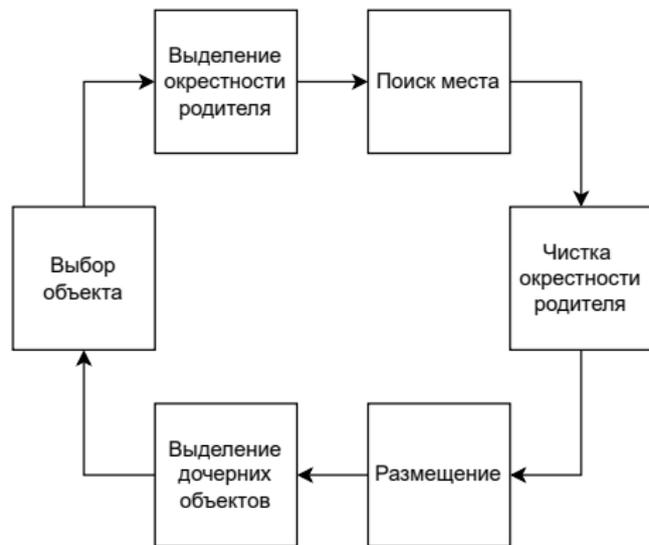


Рис.: Иерархическое представление комнаты

За основу решения взят основанный на правилах подход

- Ограничительная рамка и древовидное представление
- Входные табличные данные
- Рекурсивный алгоритм с возможностью удаления ранее расставленных объектов

# Особенности реализации



- Использование F# библиотеки в сторонних проектах на .NET
- Генератор псевдослучайных чисел
- Отдельные входные данные
- Алгоритм генерации без возможности удаления ранее расставленных объектов

Рис.: Последовательность шагов в алгоритме генерации интерьера

# Архитектура решения

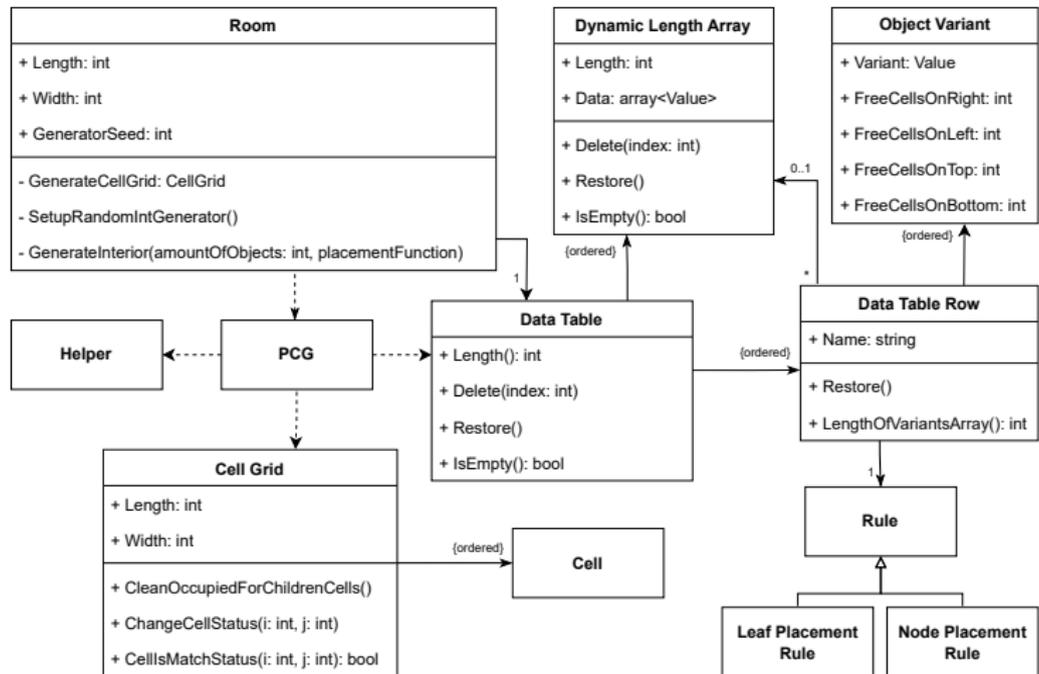


Рис.: UML диаграмма классов реализованной библиотеки

# Интеграция в игру



- Логика в Unity Inspector
- Локальная координатная система
- Правила положения размещаемых объектов

Рис.: Процедурно заполненный компьютерный центр

# Стороннее использование

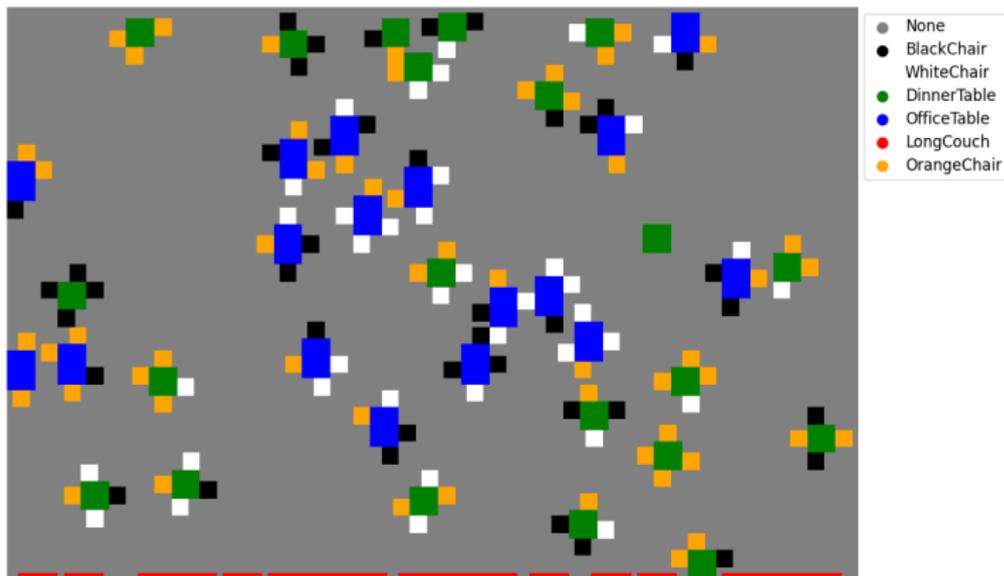


Рис.: Процедурно заполненная двумерная комната

# Апробация

- Методика оценки качества продукта System Usability Scale
- В опросе приняли участие 13 человек
- Средний балл по системе SUS составляет 68,1 при среднем показателе в 68 для систем, использующих данную систему оценивания

Вопрос №	Формулировка
1	Интерьеры комнат разнообразны
2	Комнаты выглядят пустоватыми
3	Я могу свободно перемещаться по комнатам
4	Мне не нравится общее визуальное оформление комнат
5	Количество реалистичных комнат превышает количество нереалистичных
6	Время генерации интерьера не приемлемо
7	Иерархические паттерны выдержаны хорошо
8	Генератор не справляется с заполнением больших пространств
9	Мебель расставлена реалистично
10	Я уверен, что в игре не было заполненных вручную комнат

Рис.: Апробационные вопросы

# Результаты апробации

Вопрос №	Полностью не согласен	Скорее не согласен	Затрудняюсь ответить	Скорее согласен	Полностью согласен
1	0,0	0,0	0,0	53,9	46,1
2	61,5	15,4	23,1	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	61,54	38,46
4	61,5	30,8	7,7	0,0	0,0
5	0,0	0,0	8,3	25,0	66,7
6	92,3	7,7	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	15,4	84,6
8	84,6	15,4	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	69,2	30,8
10	38,5	23,1	23,1	0,0	15,4

Рис.: Процент участников, выбравших предложенные варианты

# Заключение

- Рассмотрены существующие решения в области процедурной генерации интерьера комнат
- Реализована библиотека на .NET для генерации интерьера комнат, доступная для скачивания на платформе NuGet<sup>2</sup> и GitHub<sup>3</sup>
- Библиотека интегрирована в игру Time Reactor<sup>4</sup> на Unity Engine при помощи Unity Inspector и C# скриптов
- Проведена апробация среди заинтересованных игроков, которая подтвердила реалистичность генерируемых интерьеров и общую эффективность системы

---

<sup>2</sup>NuGet: <https://www.nuget.org/packages/RoomInteriorGenerator>

<sup>3</sup>GitHub: <https://github.com/PolinaSaveljeva/RoomInteriorGenerator>

<sup>4</sup>Time Reactor: <https://github.com/RuslanBeresnev/Time-Reactor-Game>