



Разработка предложений по совершенствованию пешеходной инфраструктуры в Александровском парке при помощи компьютерного агентного моделирования пешеходных потоков

Гавриил Малышев
Стив Каддинс

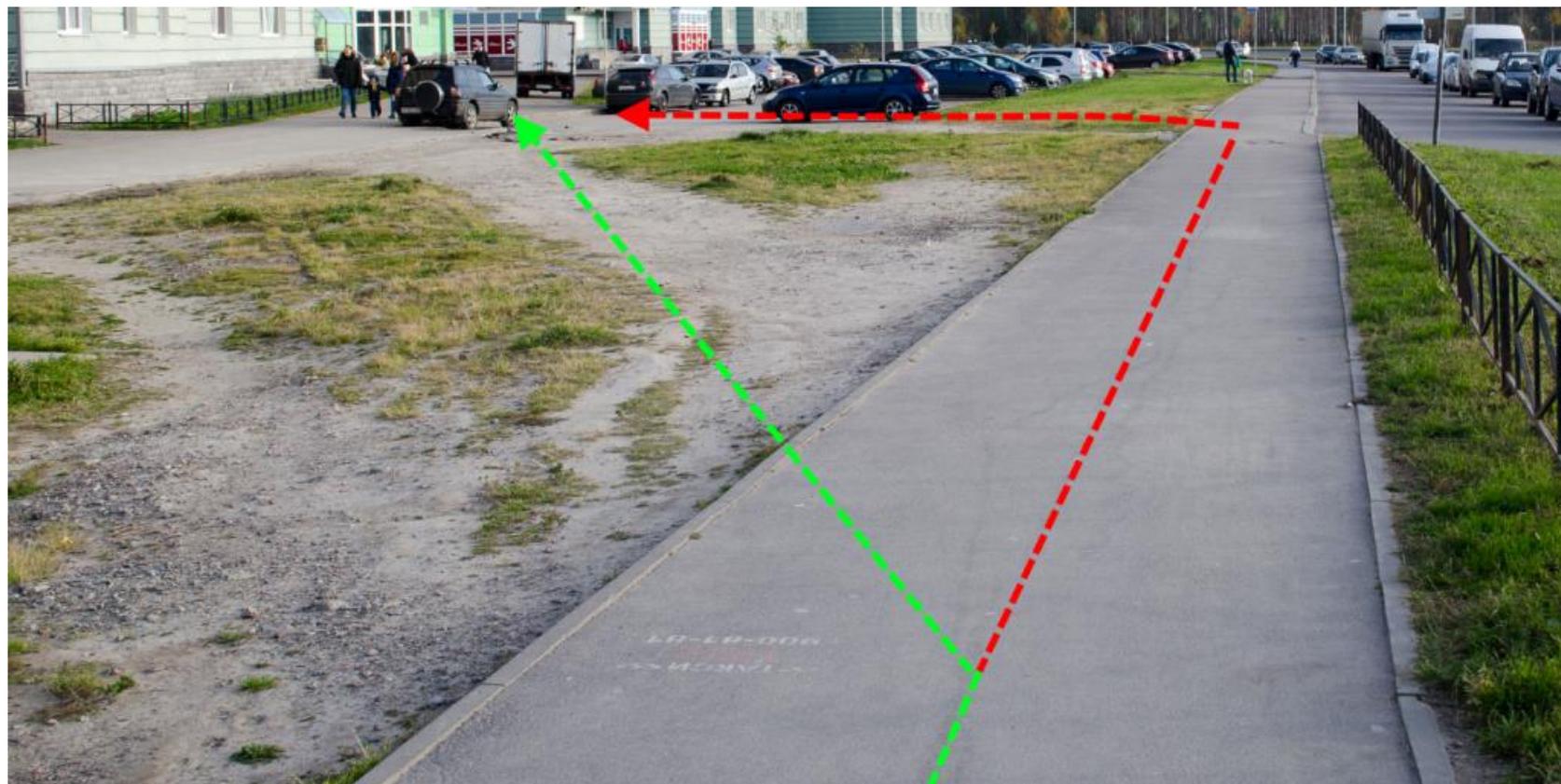


ITMO UNIVERSITY

Проблема



Организация сети пешеходных путей без учета реальных маршрутов, направлений и поведенческих моделей человека



Способы решения



- Запретить!



Способы решения



- Признать ошибку и исправить



Способы решения



- Изначально спроектировать правильно

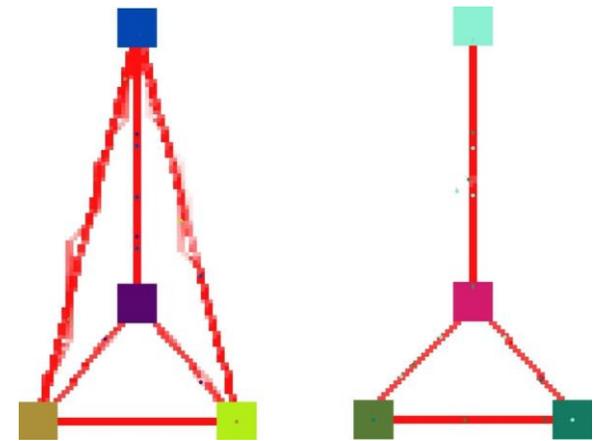


Средства

Моделирование

Прогнозирование, расчет

Визуальный анализ, картирование троп



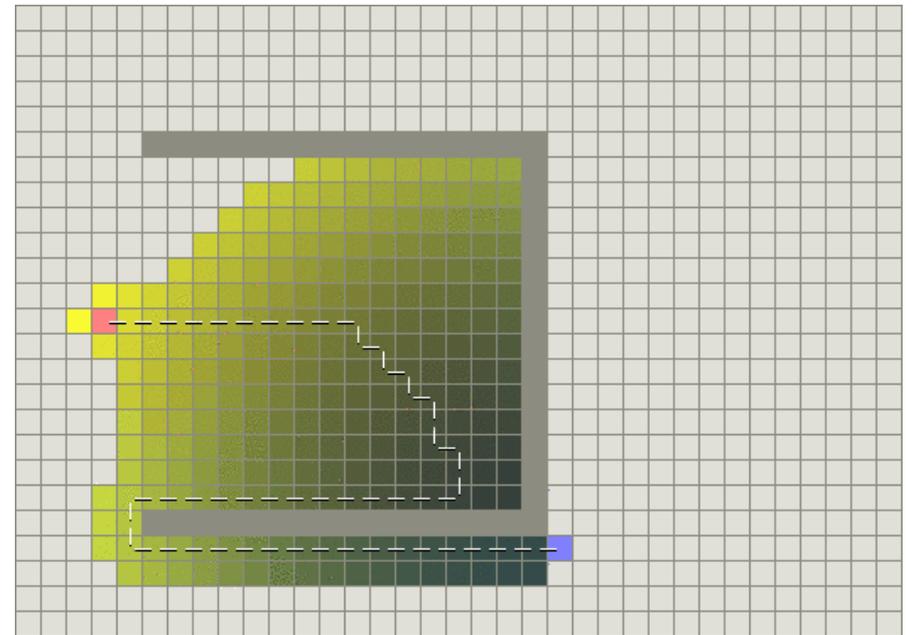
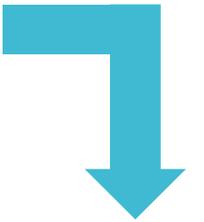
Цели



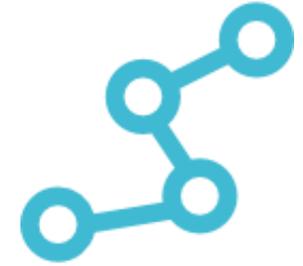
- Изучить возможность применения моделирования для определения оптимальных путей
- Апробировать метод в реальных условиях на территории Александровского парка

Методы моделирования

- Имитационное моделирование (Модель социальных сил, Anylogic, SimWalk)
- Агентное моделирование жадного алгоритма поиска пути (Active Walkers)
- Агентное моделирование муравьиных алгоритмов (AntRoadPlanner)



AntRoadPlanner



- Глобальная цель - достижение пункта назначения (постоянная)
- Локальная цель - максимальное удобство пути (изменяемая во времени, определяется расстоянием и типом местности)
- Исходные данные - карта местности с известными препятствиями, пунктами назначения и типами местности

Факторы, определяющие удобство пути

- Тип местности $W_{const}(e)$
- Вытоптанность ΔW_{ped}
- Максимальная вытоптанность W_{max}
- Регенерация поверхности ΔW_{time}
- "Порядочность" пешеходов $k(p)$
- Доля непорядочных пешеходов K_{bad}
- Число людей p_{count}

$$W(e, p) = W_{const}(e) - k(p) * \min (W_{max} , W_{var}(e))$$

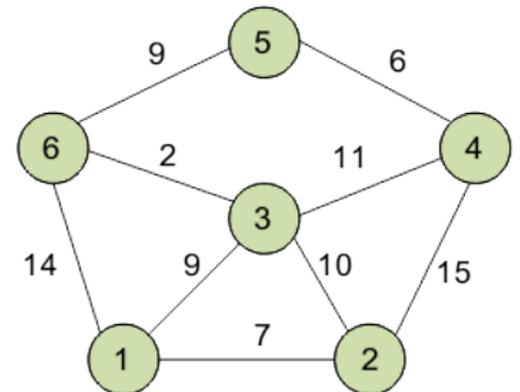
$$\Delta W(e) = \Delta W_{ped} * P_{count}(e, i) - \Delta W_{time}$$

$$k(p) = \begin{cases} 0.5 \text{ с вероятностью } K_{bad}; \\ N(1, 0.7) \text{ с вероятностью } (1 - K_{bad}). \end{cases}$$



Симуляция

1. Пешеходы равномерно распределяются между возможными входами и выходами
2. В каждой точке пешеход выбирает направление следующего шага в зависимости от присвоенной ему "порядочности"
3. Пешеход проходит расстояние до следующей точки
4. У пройденных ребер графа уменьшаются веса (вытаптываются).
5. Дошедшие до своей цели пешеходы заменяются на новых.
6. Вес всех вытоптаных ребер в графе увеличивается на фиксированную величину (зарастание со временем).



Недостатки метода, планы по улучшению

Все коэффициенты подобраны эмпирически!



НО можно обосновать:

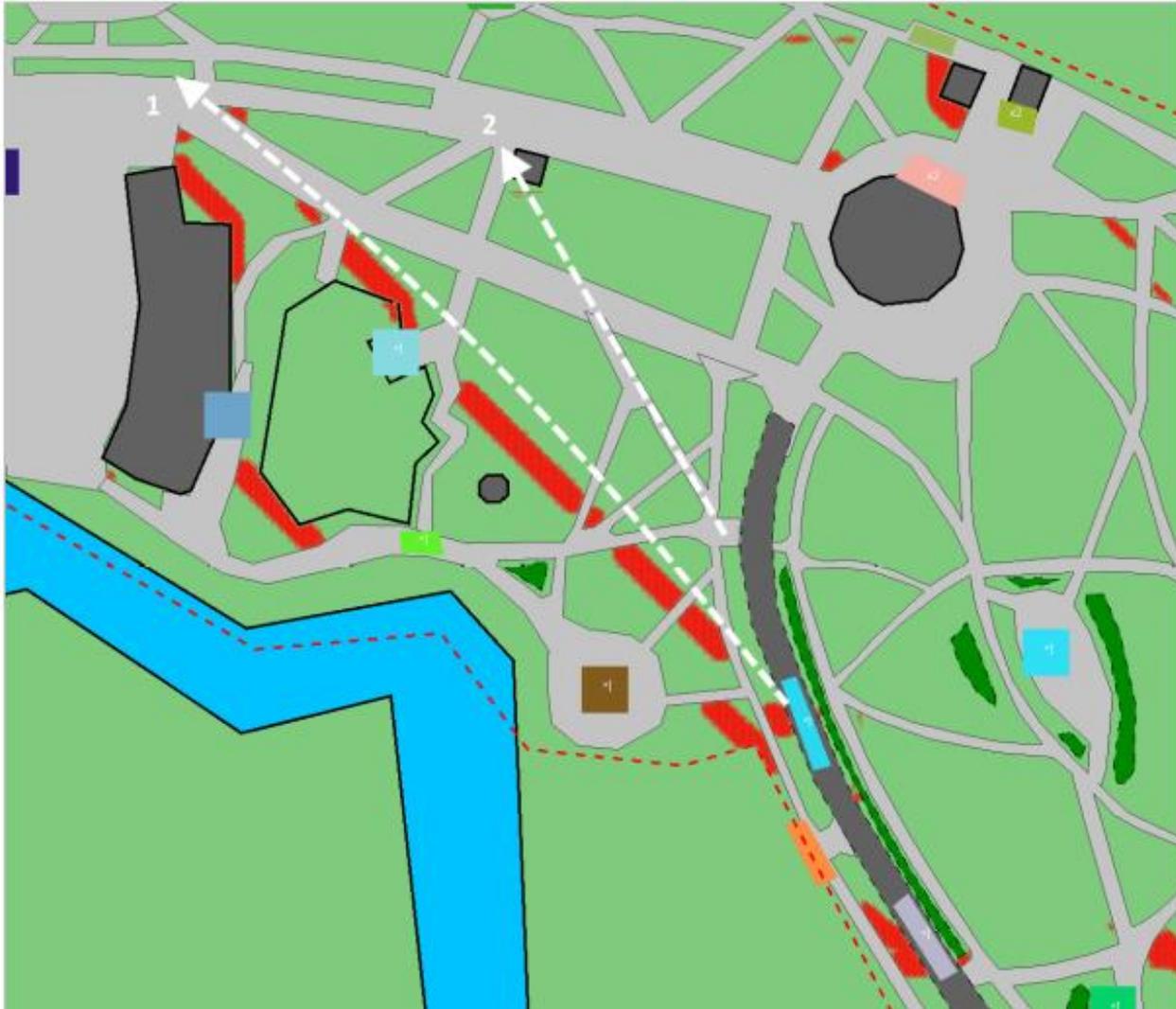
- **Вытоптанность, максимальная вытоптанность и регенерация газонов** - биологические исследования устойчивости газонов к вытаптыванию и восстановления
- **Непорядочность пешеходов** (доля непорядочных) - может быть посчитана в ходе натурного обследования

Исследование Александровского парка

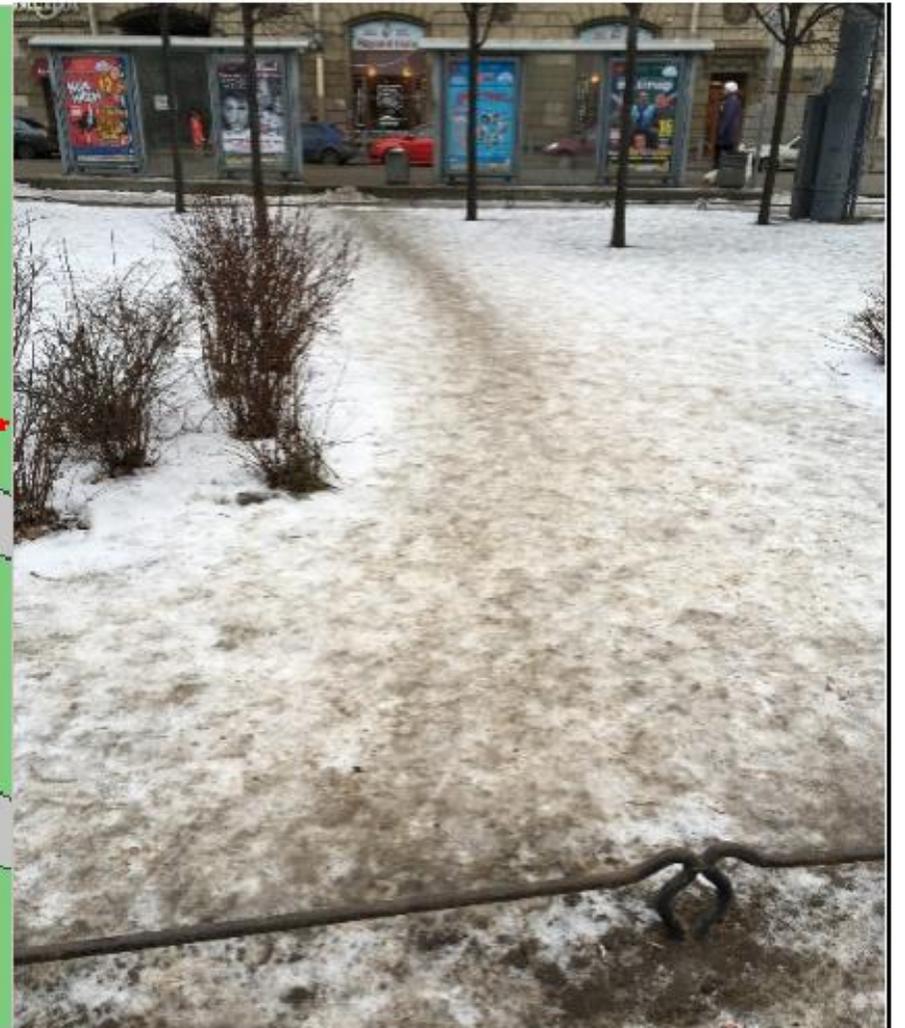
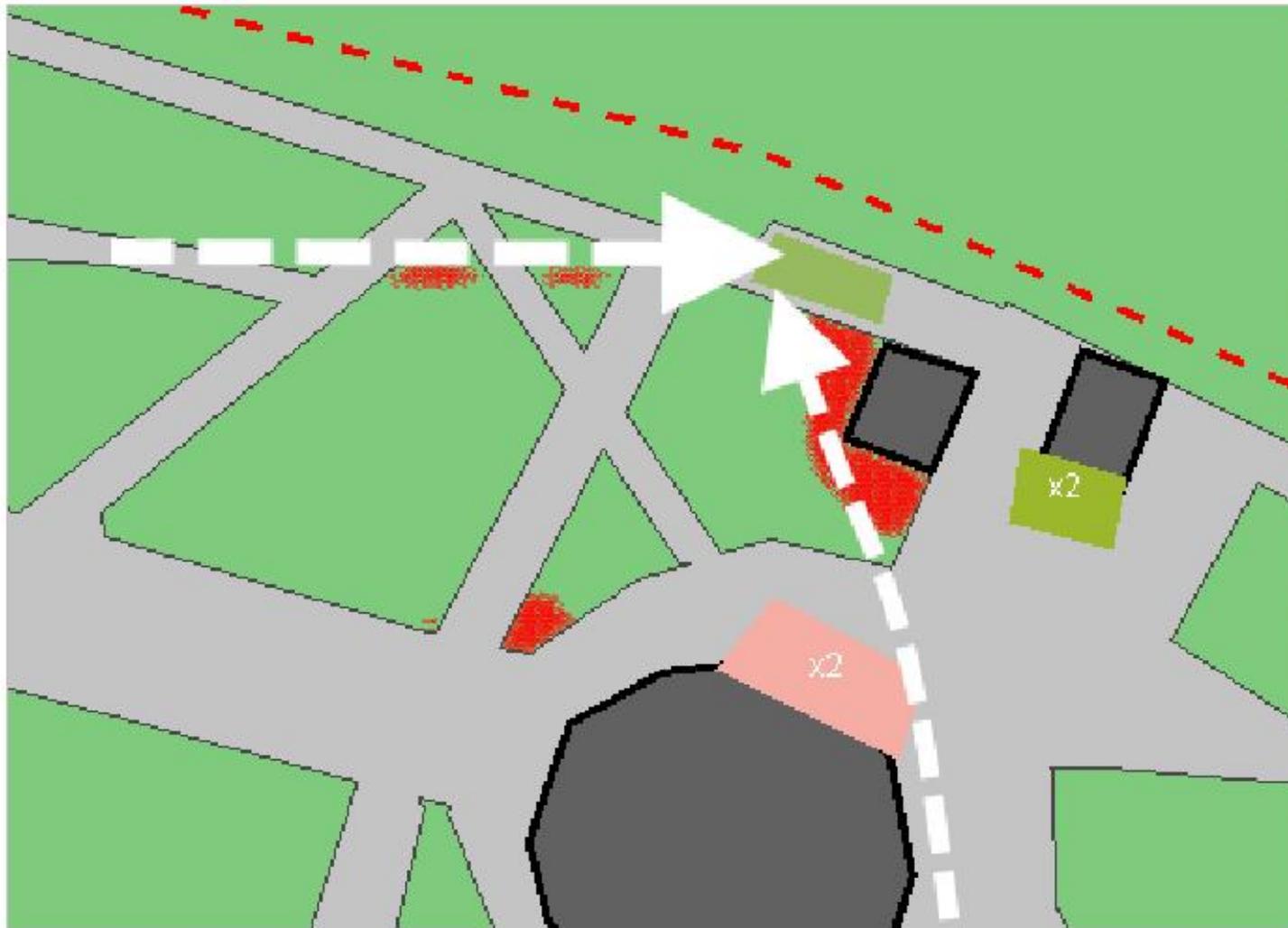
Этапы

1. Натурное обследование
 - Актуализация данных топографической съемки
 - Определение расположения и параметров существующих стихийных троп
2. Моделирование пешеходных потоков в существующих условиях
3. Сравнение результатов моделирования с натурным обследованием
4. Моделирование пешеходных потоков при создании новых входов в парк

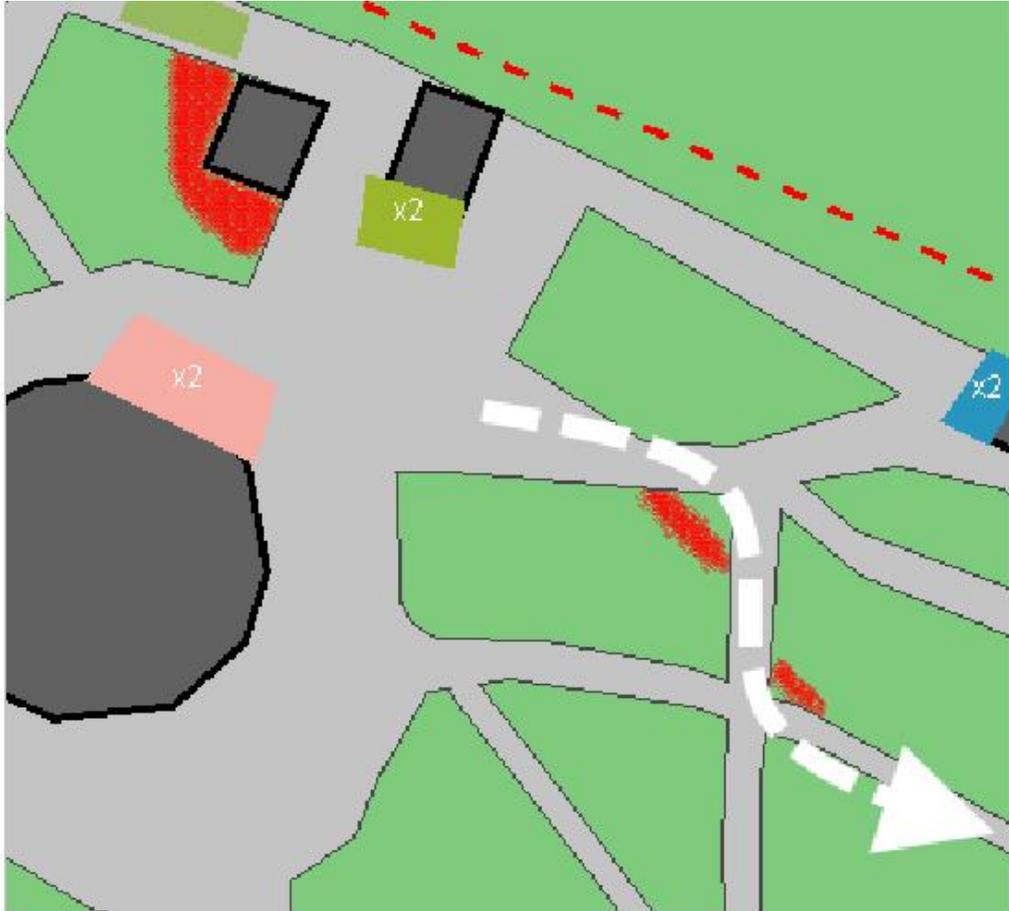
Диагональная тропа



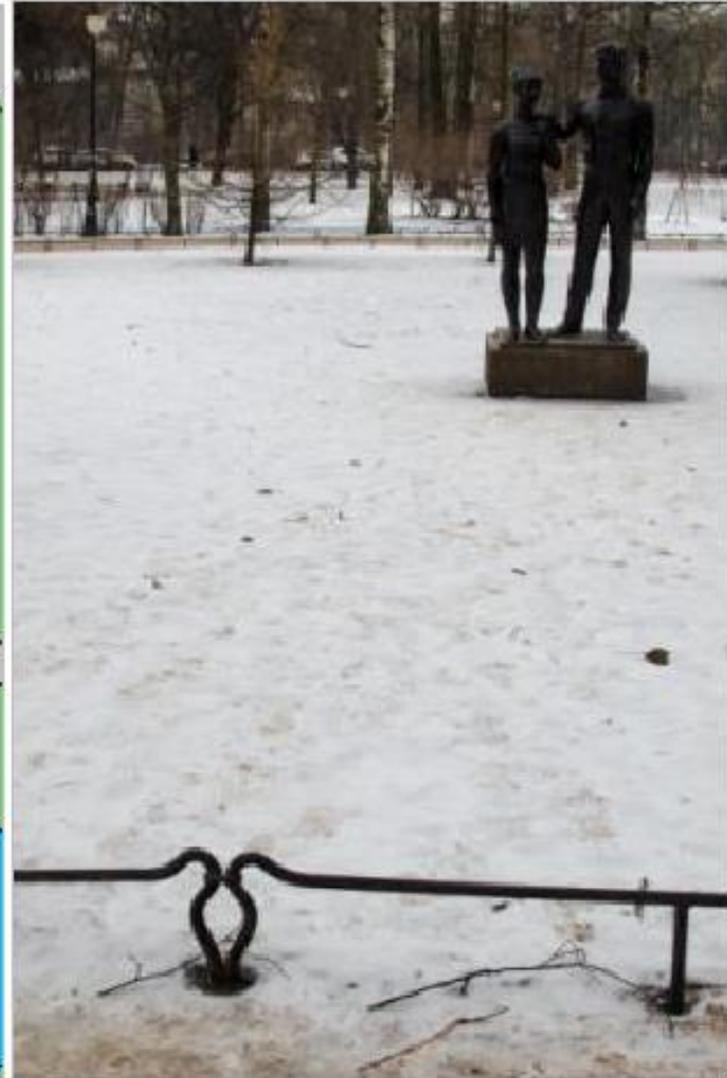
Подходы к остановке



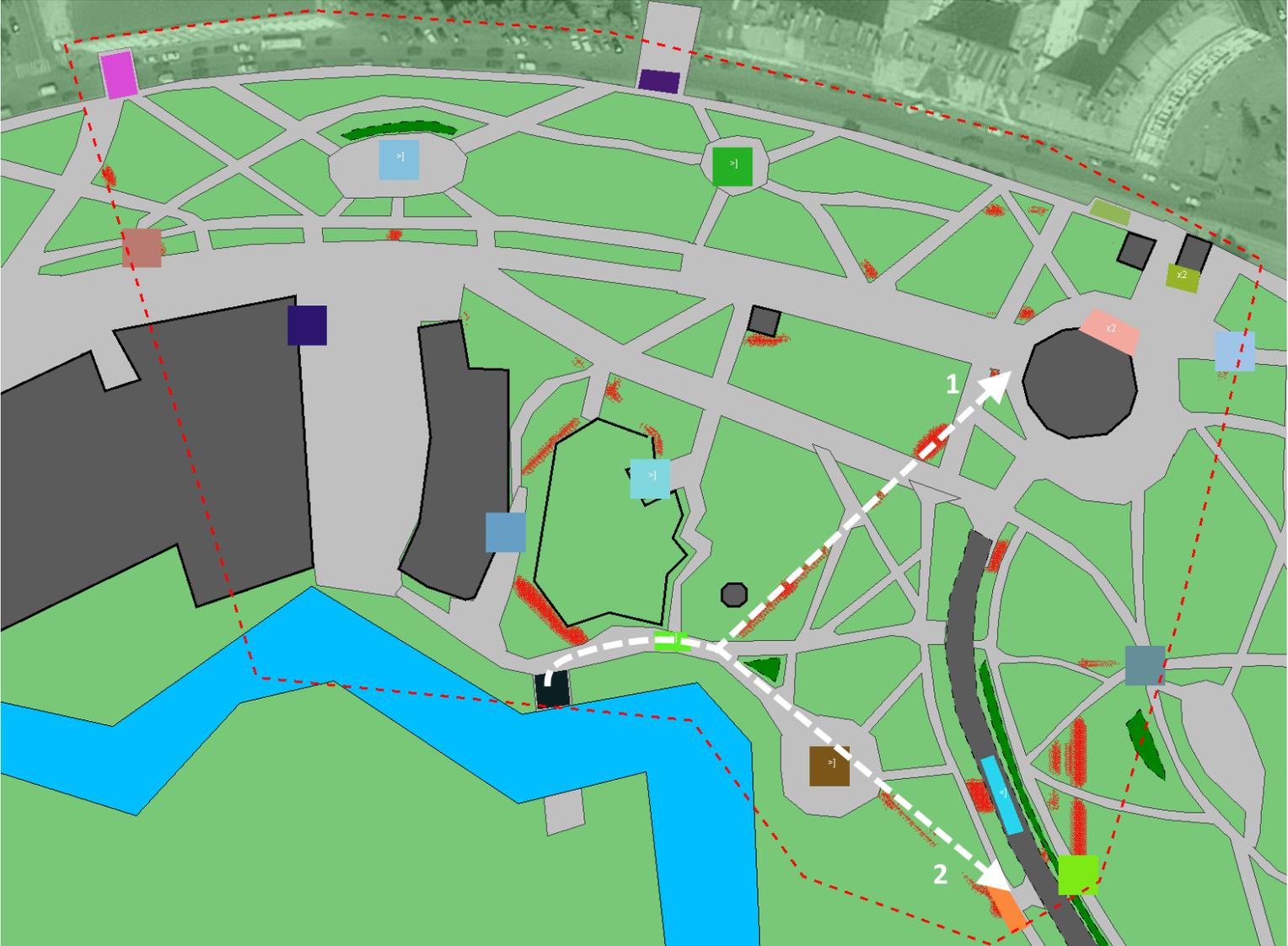
Скругление углов



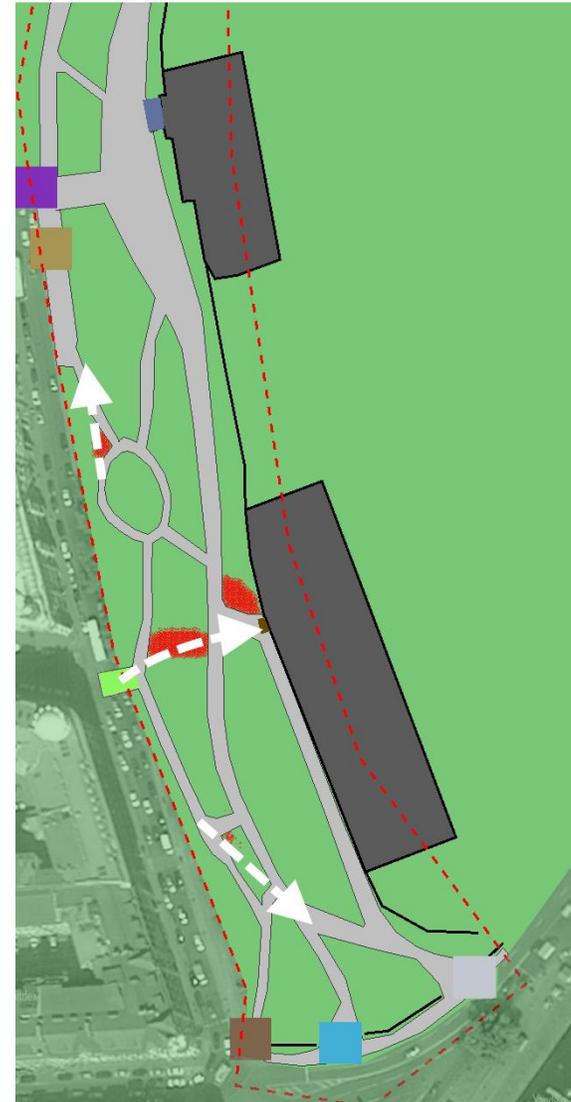
Подходы к памятникам



В случае строительства моста через Кронверкский проток



В случае создания новых переходов и входов в парк



Выводы

- Метод агентного моделирования наиболее оптимален для решения проблемы появления стихийных пешеходных троп
- Натурное обследование подтвердило точность симуляций алгоритма
- Моделирование позволяет разрабатывать эффективные предложения по улучшению пешеходной инфраструктуры
- Дальнейшие эксперименты позволят обосновать подобранные эмпирически коэффициенты, а также возможно повысить точность симуляции

Спасибо за внимание!