

# Оптимизация параметров стратегий поиска объектов на море

Антон Ковшаров

Научный руководитель: Ковалев А.С.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики

28 мая 2015 г.

# Содержание

Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

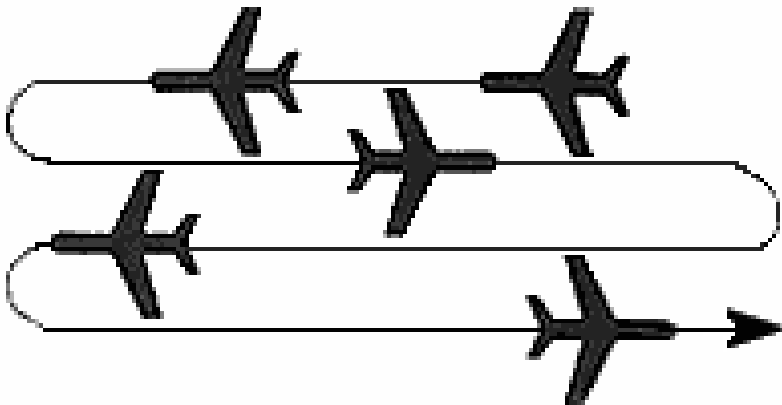
Полученные результаты

## Цель работы

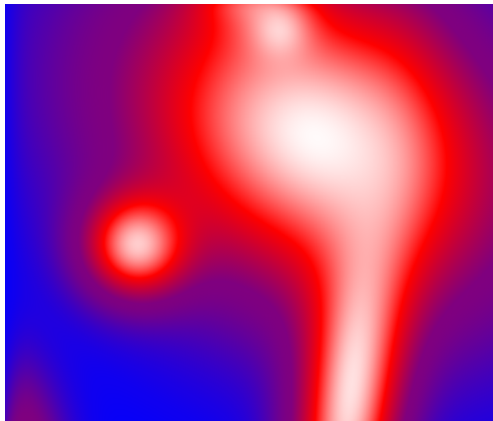
Построить маршрут поиска объекта максимизирующий вероятность его обнаружения. Фиксированы:

- распределение вероятности (зависимость от времени)
- параметры средства поиска
- стратегия поиска — “параллельное галсирование”

## Стратегия поиска

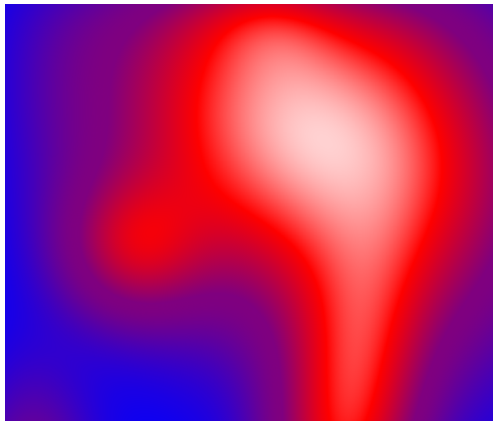


## Распределение вероятности



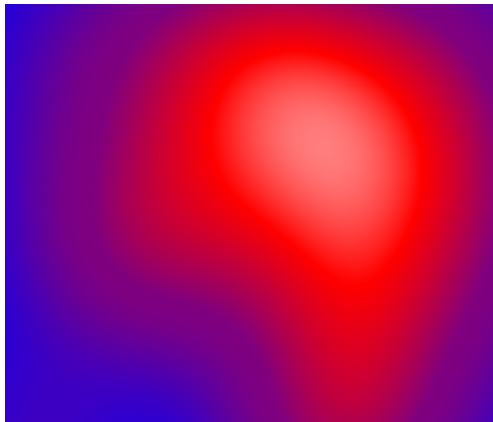
- Начальное распределение
  - Нормальное распределение
  - Равномерное распределение
- Эволюция распределения (диффузия)

## Распределение вероятности



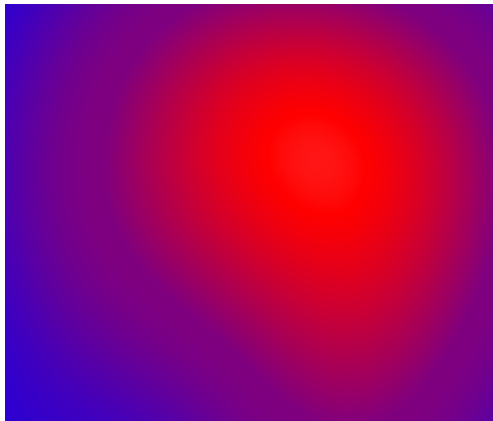
- Начальное распределение
  - Нормальное распределение
  - Равномерное распределение
- Эволюция распределения (диффузия)

## Распределение вероятности



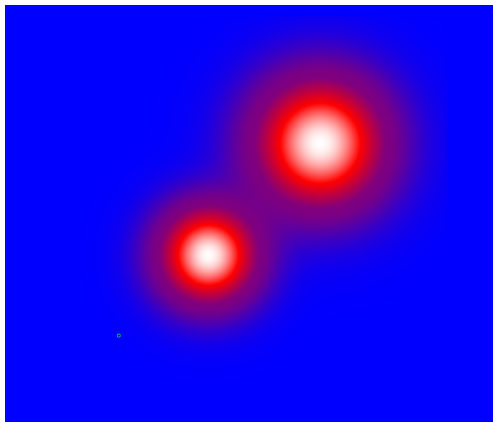
- Начальное распределение
  - Нормальное распределение
  - Равномерное распределение
- Эволюция распределения (диффузия)

## Распределение вероятности

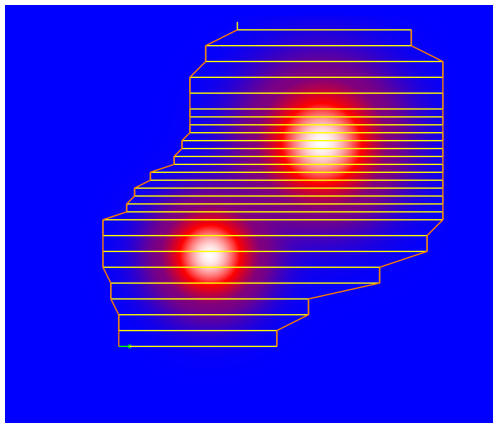


- Начальное распределение
  - Нормальное распределение
  - Равномерное распределение
- Эволюция распределения (диффузия)

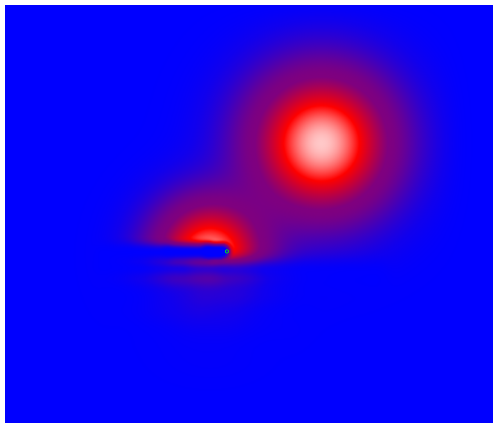




- Построение маршрута поиска объекта, основываясь на поле вероятности
- Симуляция прохождения маршрута



- Построение маршрута поиска объекта, основываясь на поле вероятности
- Симуляция прохождения маршрута



- Построение маршрута поиска объекта, основываясь на поле вероятности
- Симуляция прохождения маршрута

## Входные данные

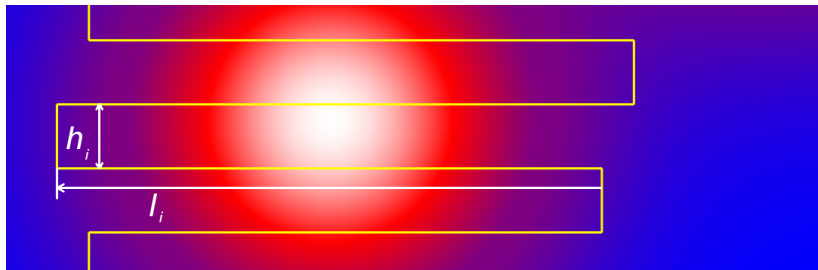
- параметры распределения
- параметры средства поиска
- параметры стратегии поиска
- время поиска

## Задача

- $\pi : \Pi$  — частица
- $w_\pi$  — вес частицы (сумма весов 1)
- $\chi(\pi) = \begin{cases} 1 & \text{если } \exists t \text{dist}(\text{posFinder}(t), \text{pos}(\pi, t)) \leq r \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$
- $S_{res} = \sum_{\pi \in \Pi} \chi(\pi) w_\pi$

Построить маршрут максимизирующий  $S_{res}$

## Результат алгоритма



- $l_i$  — проекция  $i$ -го галса на прямую  $l$
- $h_i$  — разница между галсом  $i$  и  $i + 1$
- $S_{res}$  — доля собранных частиц от начального распределения

## Содержание

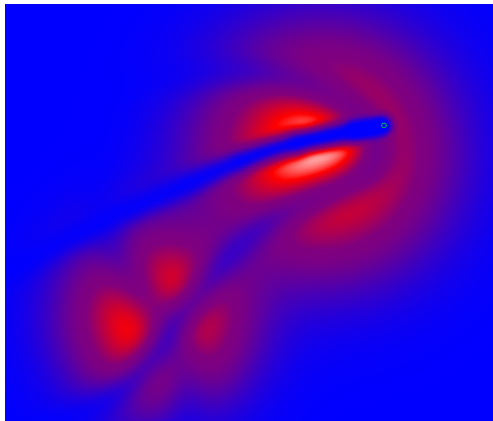
Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

Полученные результаты

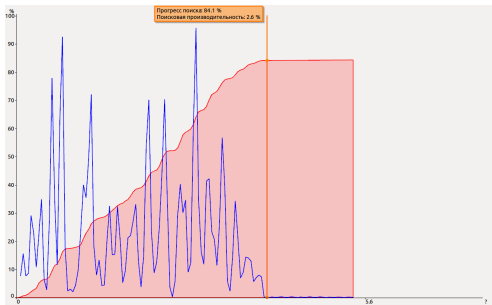
## Сервисы симулятора



- демонстрация распределения в каждый момент прохождения маршрута
- Статистика
  - прогресс поиска
  - поисковая производительность



## Сервисы симулятора



- демонстрация распределения в каждый момент прохождения маршрута
- Статистика
  - прогресс поиска
  - поисковая производительность

## Примеры моделей изменения распределения

- случайное блуждание с произвольным  $\Delta t$  в качестве шага,  $v \in [0, vMax]$
- направленное движение в одном из фиксированных направлений
- притяжение-отталкивание от фиксированных точек плоскости

## Содержание

Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

Полученные результаты

## Статический алгоритм

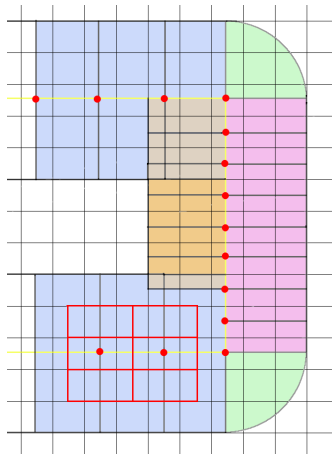
- $dp[cntHor][row][col][move][last]$  — максимальное суммарный вес частиц, который можно собрать
- $row, col$  — текущий строка и столбец в которой находится средство поиска
- $cntHor$  — количество горизонтальных ходов
- $last$  — количество строк без галсирования
- $move$  — тип последнего хода из  $\{L, LU, R, RU\}$

## Статический алгоритм: переходы

- $(cntHor, row, col) \rightarrow (cntHor, row + 1, col) / (cntHor + 1, row, col \pm 1)$
- $((cntHor_i, row_i, col_i, curMove, last_i), nextMove) \rightarrow (cntHor_{i+1}, row_{i+1}, col_{i+1}, nextMove, last_{i+1})$

## Статический алгоритм: переходы

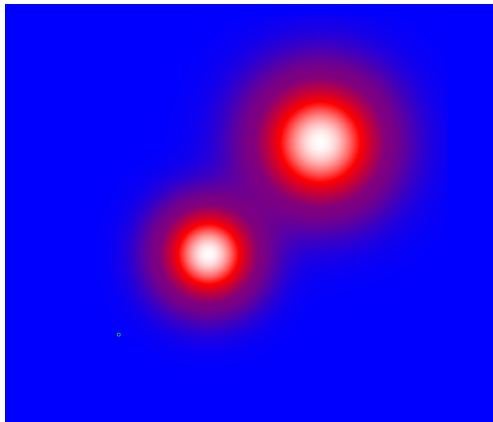
- $L \rightarrow L, LU$
- $R \rightarrow R, RU$
- $LU \rightarrow LU, L, R$
- $RU \rightarrow RU, L, R$



## Статический алгоритм: порядки величин

- $row \approx 200$
- $col \approx 50$
- $cntHor \approx 10^3$
- $last \approx 16$  — более дальние мало влияют
- $row \cdot col \cdot cntHor \cdot last \cdot 4 \approx 6.4 \cdot 10^8$

## Результаты работы статического алгоритма

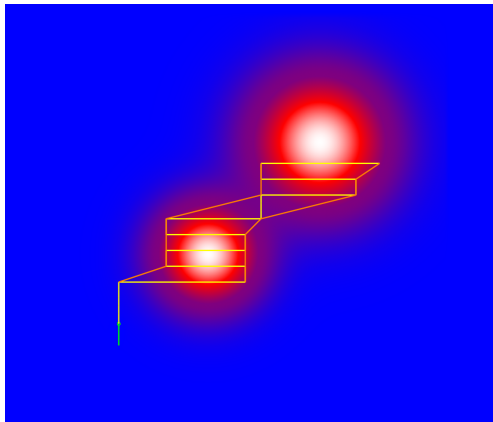


- исходное распределение

- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

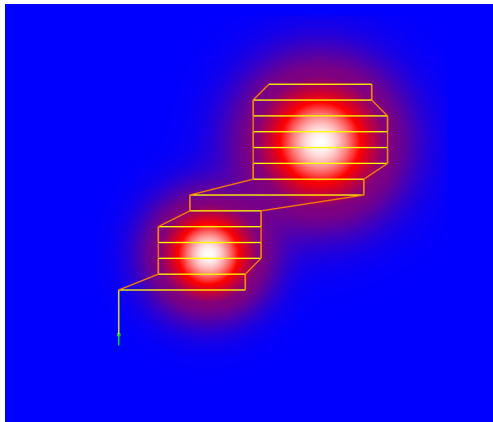


## Результаты работы статического алгоритма



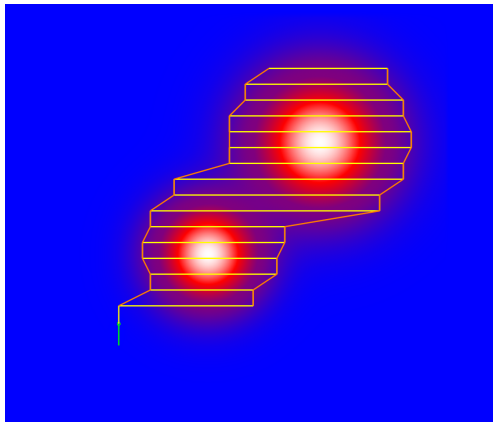
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

## Результаты работы статического алгоритма



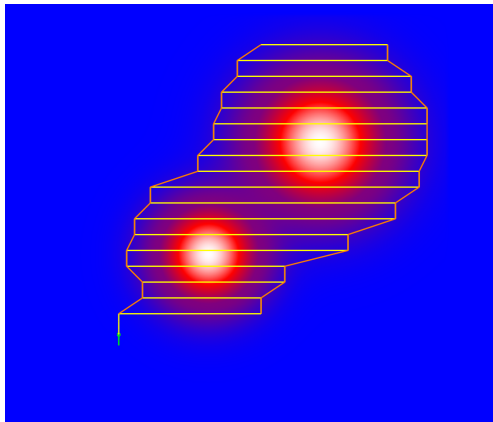
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

## Результаты работы статического алгоритма



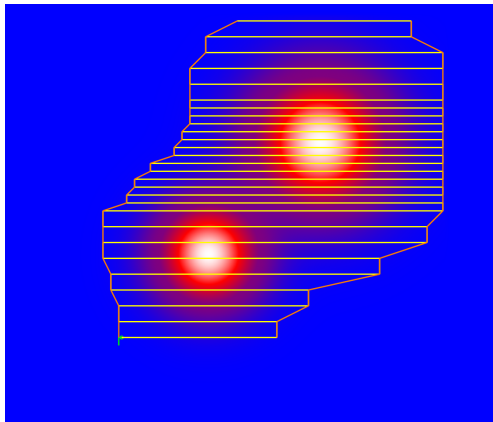
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

## Результаты работы статического алгоритма



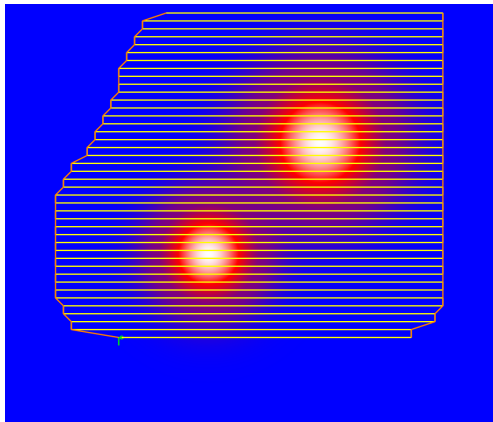
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

## Результаты работы статического алгоритма



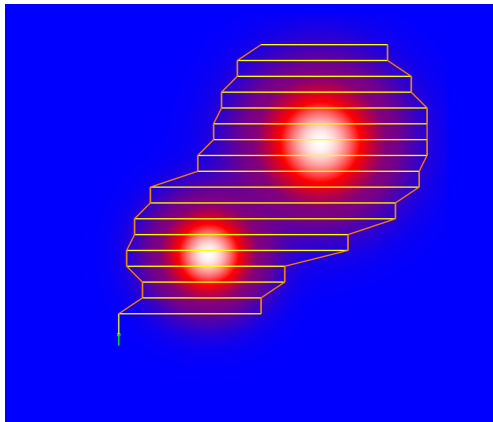
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- **8 часов**
- 16 часов

## Результаты работы статического алгоритма



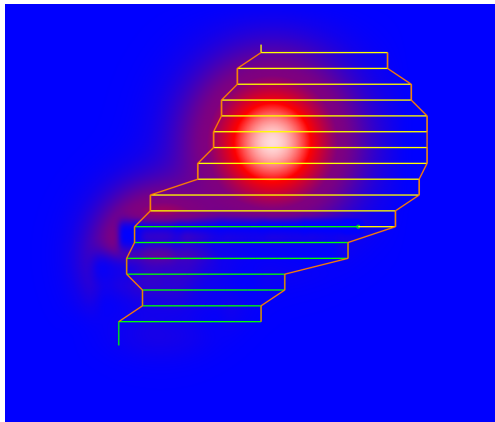
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

## Корректировка построенного пути



- изначально построенный путь
- со временем путь устарел
- перестроим путь

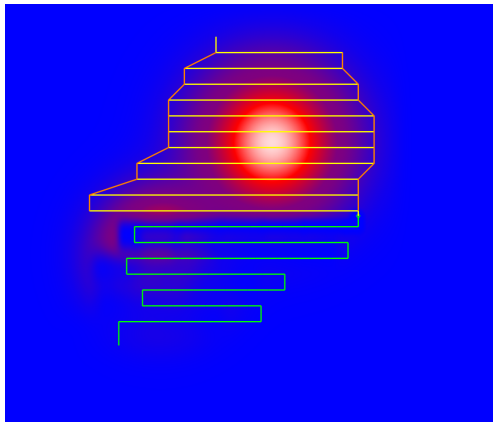
## Корректировка построенного пути



- изначально построенный путь
- со временем путь устарел
- перестроим путь



## Корректировка построенного пути



- изначально построенный путь
- со временем путь устарел
- перестроим путь

## Корректировка построенного пути

- $rest$  — непройденная часть построенного пути
- $S'_{rest}$  — планировалось собрать на симуляторе, когда строили путь (без учета диффузии)
- $S''_{rest}$  — планируется на симуляторе к текущему моменту (без учета диффузии)
- $S''_{rest} \leq k \cdot S'_{rest}$  — перестроить маршрут с текущей точки на оставшееся время
- $k \approx 0.98$

## Содержание

Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

Полученные результаты

## Сравнение

№	$T_{old}$	$R_{old}$	Сравнение по результату $R$	Сравнение по времени $T$
1	3.6	87.5%	94.7%	2.9
2	3.6	83.3%	92.6%	1.9
3	3.6	83.3%	86.1% (4.5)	3.6
4	3.6	100.0%	100.0%	3.3 (99.7%)

## Полученные результаты

- Реализован инструмент, рассчитывающий изменение распределения частиц с учетом поискового средства в реальном времени. Инструмент используется для визуализации и оценки эффективности алгоритмов поиска
- Разработан и реализован алгоритм построения пути поиска методом “Параллельное галсирование”, обеспечивающий нахождение объекта с вероятностью  $\geq 90\%$  в большинстве случаев, за приемлемое время поиска

Вопросы?