

Оптимизация параметров стратегий поиска объектов на море

Антон Ковшаров

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

16 мая 2015 г.

Содержание

Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

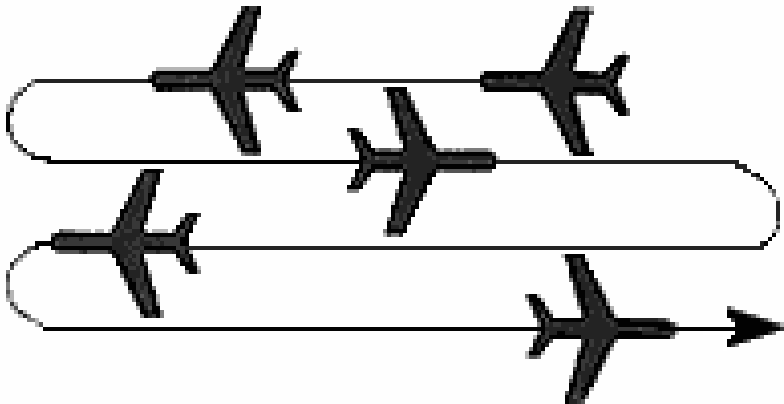
Полученные результаты

Цель работы

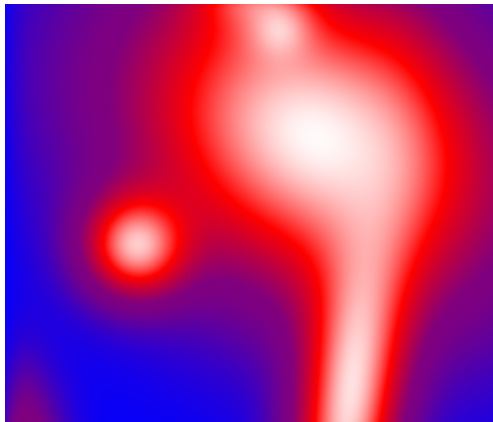
Построить маршрут поиска объекта максимизирующий вероятность его обнаружения. Фиксированы:

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

Стратегия поиска

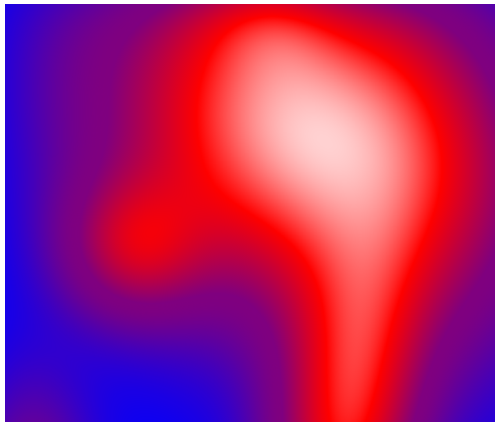


Распределение вероятности



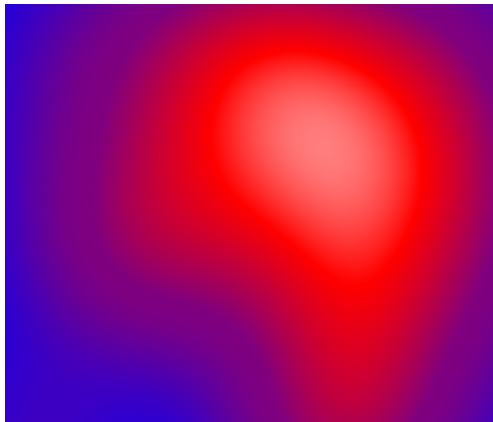
- Начальное распределение
 - Нормальное распределение
 - Равномерное распределение
- Эволюция распределения (диффузия)

Распределение вероятности



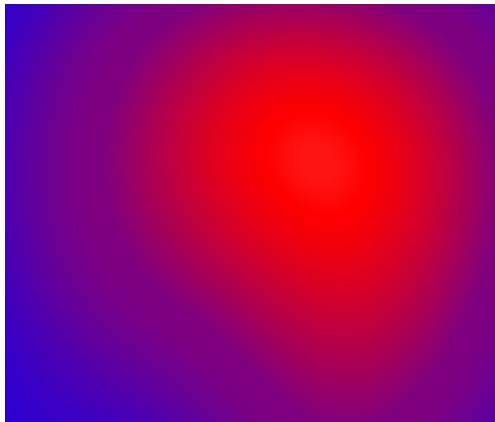
- Начальное распределение
 - Нормальное распределение
 - Равномерное распределение
- Эволюция распределения (диффузия)

Распределение вероятности

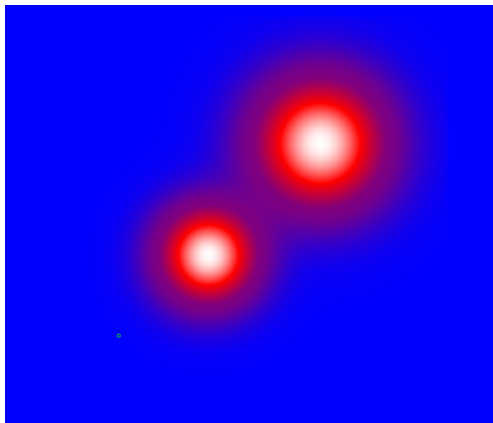


- Начальное распределение
 - Нормальное распределение
 - Равномерное распределение
- Эволюция распределения (диффузия)

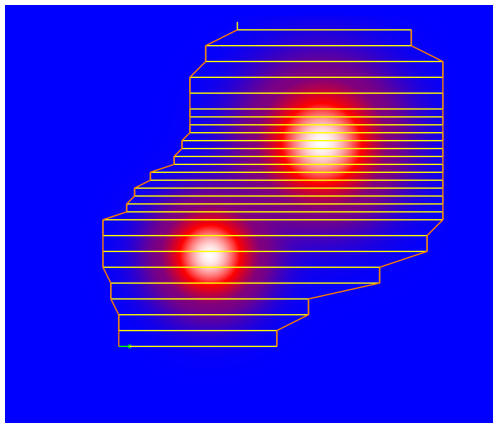
Распределение вероятности



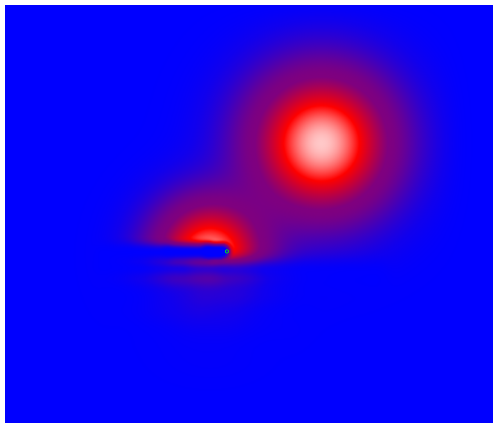
- Начальное распределение
 - Нормальное распределение
 - Равномерное распределение
- Эволюция распределения (диффузия)



- 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

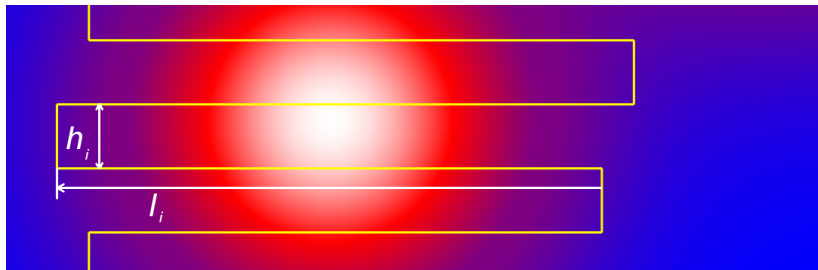
- параметры распределения
- параметры средства поиска
- параметры стратегии поиска
- время поиска

Задача

- $\pi : \Pi$ — частица
- w_π — 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

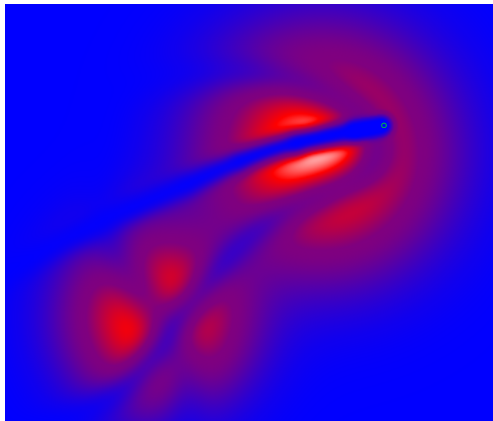
Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

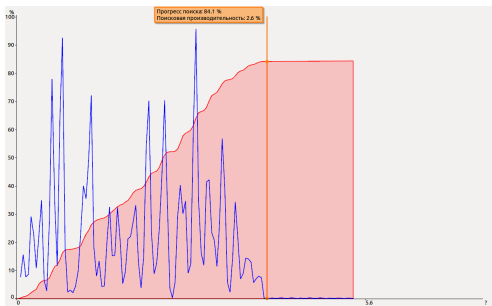
Полученные результаты

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 Δt 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

Глобальный алгоритм

- $dp[row][col][time][last]$ — максимальное суммарный вес частиц, который можно собрать
- row, col — текущий строка и столбец в которой находится средство поиска
- $time$ — количество сделанных ходов
- $last$ — количество строк без галсирования

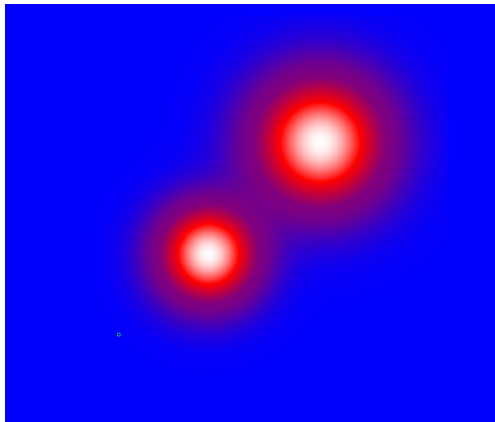
Глобальный алгоритм: переходы

- $(row, col, time) \rightarrow (row + 1, col, time + 1) / (row, col \pm 1, time + 1)$
- $(row, col_{row}, time, last) \rightarrow$
$$\left\{ \begin{array}{l} (row + 1, col_{row+1}, time + |col_{row} - col_{row+1}| + 1, 0) \\ \text{если } col_{row} \neq col_{row+1} \\ \\ (row + 1, col_{row+1}, time + 1, last + 1) \\ \text{иначе} \end{array} \right.$$

Глобальный алгоритм: порядки величин

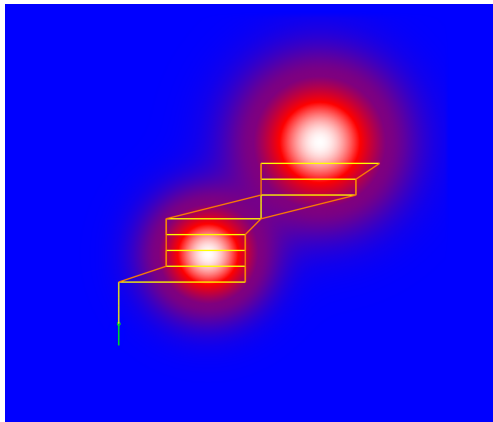
- $row \approx 50$
- $col \approx 50$
- $time \approx 10^3$
- $last \approx 4$ — более дальние мало влияют
- $row \cdot col^2 \cdot time \cdot last \approx 5 \cdot 10^8$

Результаты работы глобального алгоритма



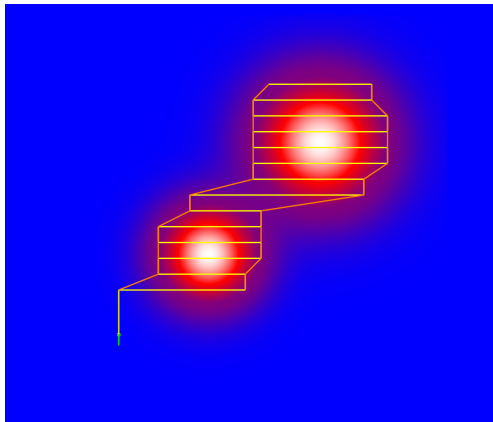
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

Результаты работы глобального алгоритма



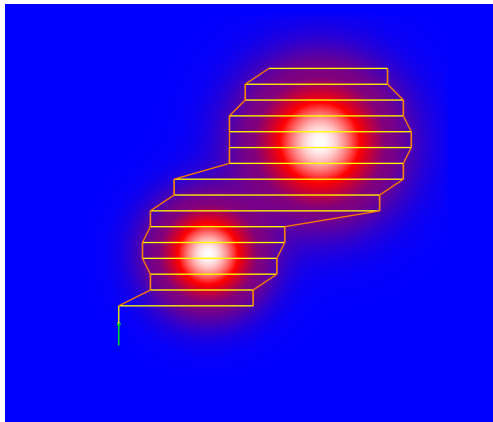
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

Результаты работы глобального алгоритма



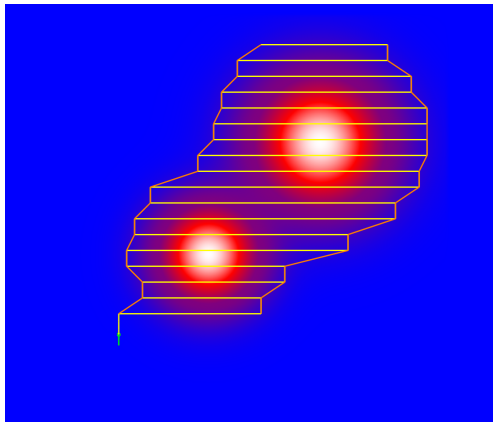
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

Результаты работы глобального алгоритма



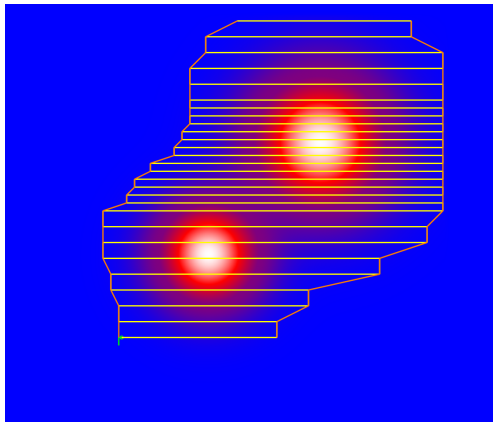
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

Результаты работы глобального алгоритма



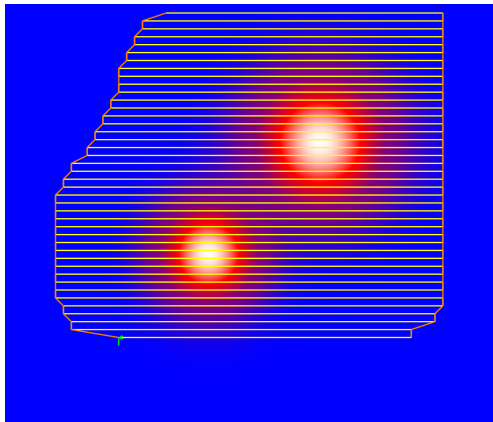
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

Результаты работы глобального алгоритма



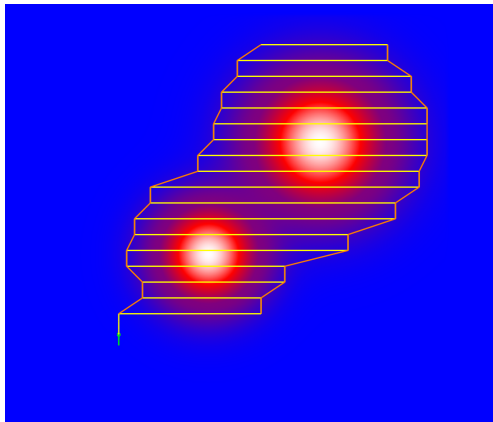
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- **8 часов**
- 16 часов

Результаты работы глобального алгоритма



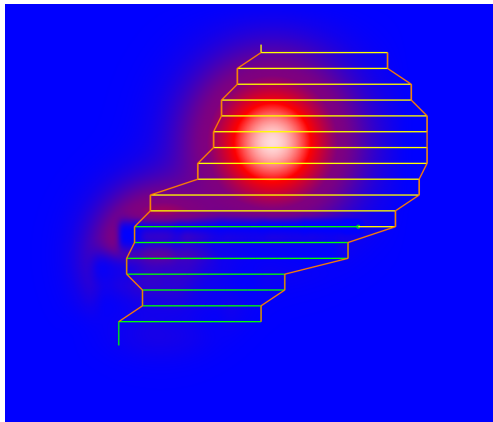
- исходное распределение
- 1 час
- 2 часа
- 3 часа
- 4 часа
- 8 часов
- 16 часов

Корректировка построенного пути



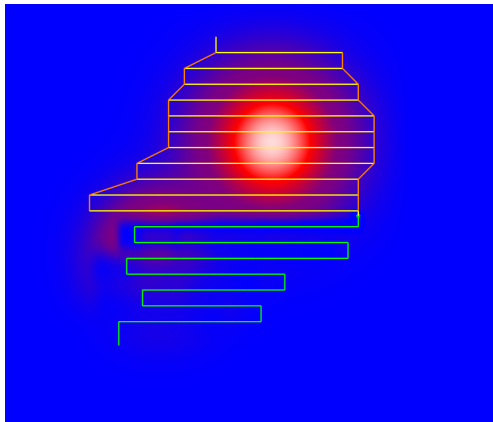
- изначально построенный путь
- со временем путь устарел
- перестроим путь

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
- $k \approx 0.95$

Локальная оптимизация пути

- k — дискретных значений h_i
- необходимо осуществить более точную подстройку h_i
- l_i — фиксированы
- $h_j, (j \neq i) \wedge (j \neq i + 1)$ — фиксированы, локально изменяем $\frac{h_i}{h_{i+1}}$ пока можно улучшить S_{res}

Содержание

Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

Полученные результаты

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?