

Студент Фроловская Елена Александровна, ИУ7-39

Научный руководитель: Рудаков Игорь  
Владимирович

Разработка вероятностного метода  
отслеживания объектов в  
видеопотоке

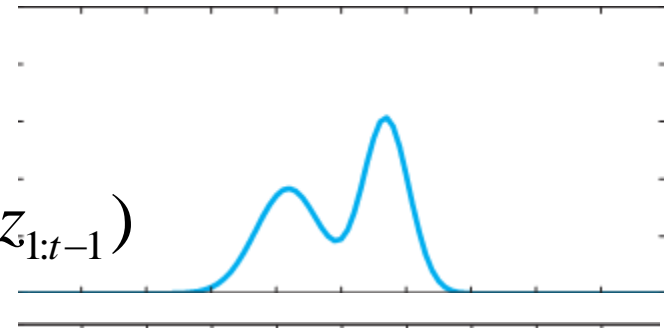
# Задача отслеживания

- Последовательное определение положения объекта на каждом из кадров видеопоследовательности

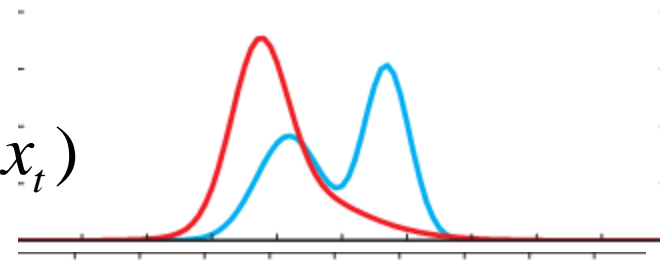
# Вероятностный подход

- Предсказание
  - Априорная плотность распределения
- Наблюдение
  - Функция правдоподобия
- Обновление
  - Постериорная плотность распределения

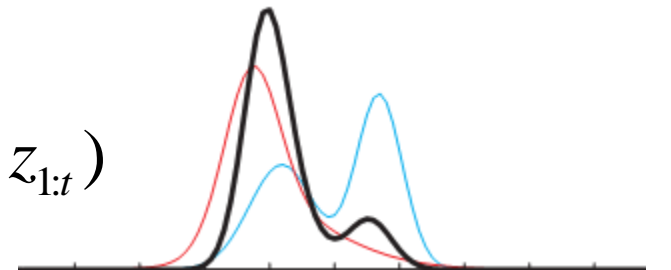
$$p(x_t | z_{1:t-1})$$



$$p(z_t | \tilde{x}_t)$$



$$p(x_t | z_{1:t})$$



# Фильтр частиц

$$X_t = \{x_1, x_2, \dots, x_t\} \quad Z_t = \{z_1, z_2, \dots, z_t\}$$

Аппроксимация плотности распределения  
взвешенным набором частиц

$$p(x_t | Z_t) \Rightarrow$$

$$S_t = \{(x_i^{(t)}, \pi_i^{(t)}), i = 1..N, \sum_{i=1}^N \pi_i^{(t)} = 1\}$$

# Алгоритм SIR

- Модель состояния  $x = (\underbrace{x, y, w, h}_s, \underbrace{\dot{x}, \dot{y}, \dot{w}, \dot{h}}_d)$
- Модель наблюдения  $z = (z_x, z_y, w, h)$
- Уравнение движения

$$x_t = f(x_{t-1}, v_{t-1}) = Ax_{t-1} + v_{t-1}$$

- Уравнение наблюдения

$$z_t = \arg \min_{z'_t \in C_t} (d(h(z'_t), h_{ref}) + n_t)$$

# Алгоритм SIR

- Выбрать из  $S_{t-1}$  частицу  $s_j^{(t-1)}$  с вероятностью  $\pi_{t-1}$

- **Предсказание:**

$$s_n^{(t)} = f_t(s_j^{(t-1)}, v_{t-1})$$

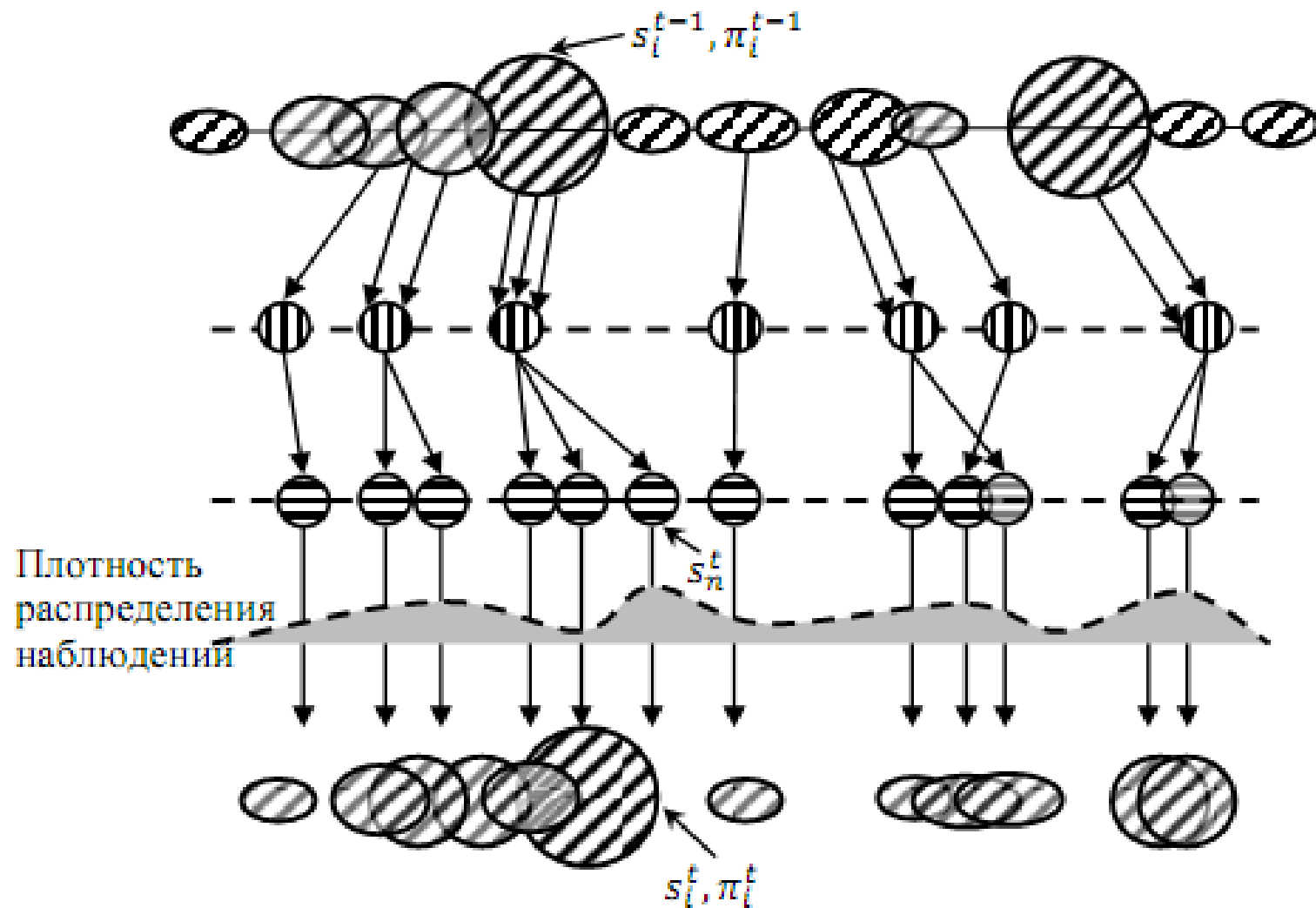
- **Обновление (коррекция):**

$$\pi_n^{(t)} = p(z_t | x_t = s_n^{(t)}) \propto$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{d(h(x_t), h_{ref})^2}{2\sigma^2}\right\}$$

$\times N$

# Фильтр частиц



# Пример работы





# Проблемы

- Модель движения не учитывает ускорения
- Амплитуда шума должна учитывать изменения масштаба объекта
- Неустойчивая модель представления внешнего вида объекта (цветовая гистограмма)

## Возможное решение

- Адаптация погрешности модели движения к результатам отслеживания

# Адаптация погрешности

- Стандартные отклонения для  $v_{t-1}$

$$\Sigma_t^s = [\sigma_t^x, \sigma_t^y, \sigma_t^w, \sigma_t^h]$$

$$\Sigma_t^d = [\sigma_t^{\dot{x}}, \sigma_t^{\dot{y}}, \sigma_t^{\dot{w}}, \sigma_t^{\dot{h}}]$$

- Линейная адаптация к размеру объекта
- Сигмоидальная адаптация к точности отслеживания

$$\zeta(\psi_t) = \frac{1 + \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\alpha(\psi_t - \beta)} e^{-t^2} dt}{2}$$

# Адаптация погрешности (продолжение)

$$\begin{cases} \Sigma_t^s = \zeta(\psi_t) \min(w_t, h_t) \Sigma_0^s \\ \Sigma_t^d = (1 - \zeta(\psi_t)) \min(w_t, h_t) \Sigma_0^d \end{cases}$$

- При низкой точности отслеживания необходимо снизить влияние динамической компоненты вектора состояния  $d'_t = (1 - \zeta(\psi_t)) d_t$

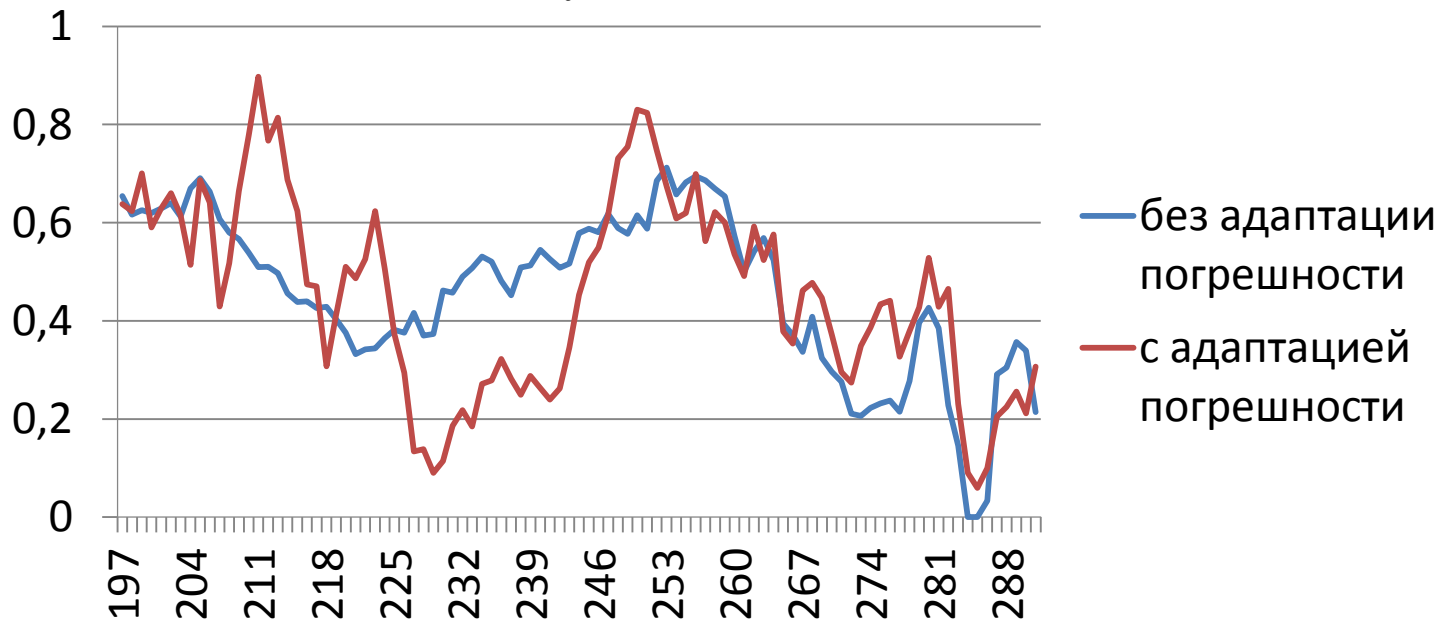
# Пример работы



# Анализ результатов

## ■ Индекс качества отслеживания

$$Q_t = \frac{S_I}{\max(S_t, S_{ref})}$$



# Выводы

- Адаптация ошибки более подходит для случаев, когда изменения в движении и размерах объекты значительны
- **Дальнейшие исследования**
  - Мультипликативные погрешности
  - Обновление образца гистограммы объекта в ходе отслеживания
  - Другие методы визуального представления объекта

Спасибо за внимание