

# Реализация и исследование алгоритма генерации траекторий в динамической среде на основе OSTNet

Выполнил: Губа Дмитрий Анатольевич, гр. 5303

Руководитель: Заславский М.М., к.т.н.

Консультант: Жангиров Т.Р., ассистент каф. МОЭВМ

# Цель и задачи

Актуальность: существующие алгоритмы генерации маршрутов

- строят не характерные маршруты для данной среды,
- не работают в динамических средах.

**Цель:** реализовать алгоритм, способный строить характерные для среды маршруты в динамической среде.

**Задачи:**

1. Провести сравнительный анализ аналогов
2. Реализовать алгоритм для статической среды
3. Сгенерировать динамические карты для обучения.
4. Реализовать алгоритм для динамической среды
5. Сравнить реализованный алгоритм с аналогами

# Сравнительный анализ аналогов

Название	Универсальность	Динамичность	Схожесть	Параллельность	Память	Стабильность
A*	+	-	-	-	$O(n)$	1.0
GAN	+	+	+	+	$O(n)$	0.14
CVAE	+	+	+	+	$O(n)$	0.11
KTM	-	-	+	+	$O(n^2)$	0.78
<b>OCTNet</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>O(n)</b>	<b>0.73</b>

# Реализация алгоритма для статической среды. Данные

Экземпляр данных из набора OCC-Traj120



Представление карты

```
[ [1, 1, 1, ..., 1, 1, 1],
  [1, 1, 1, ..., 1, 1, 1],
  [1, 1, 0, ..., 1, 1, 1],
  ...,
  [0, 0, 0, ..., 1, 1, 1],
  [0, 0, 0, ..., 1, 1, 1],
  [1, 1, 1, ..., 1, 1, 1]]
```

Расстояние Хаусдорфа

$$\begin{bmatrix} \phi_1 \\ \vdots \\ \phi_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_H(\mathcal{M}_1, \mathcal{M}_1) & \dots & S_H(\mathcal{M}_1, \mathcal{M}_N) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_H(\mathcal{M}_N, \mathcal{M}_1) & \dots & S_H(\mathcal{M}_N, \mathcal{M}_N) \end{bmatrix}$$

Представление траекторий

```
array([19.97, 20.26, 20.46, 20.78, 20.9 , 21.2 , 21.47, 21.72, 21.96,
       22.61, 24.13, 25.42, 26.9 , 27.86, 29.16, 30.04, 30.03, 30.03,
       30.04, 30.08, 30.08, 30.06, 29.58, 29.28, 27.31, 25.88, 24.05,
       22.4 , 20.53, 18.58, 16.88, 15.27, 13.51, 11.99, 10.56, 9.18,
       7.24, 5.61, 4.6 ]),
```

Веса для непрерывных траекторий

$$w_x = \left( \lambda I + \sum_{t=1}^T \mathbf{k}(\tau_t)^T \mathbf{k}(\tau_t) \right)^{-1} \left( \sum_{t=1}^T x_t \mathbf{k}(\tau_t) \right),$$

$$w_y = \left( \lambda I + \sum_{t=1}^T \mathbf{k}(\tau_t)^T \mathbf{k}(\tau_t) \right)^{-1} \left( \sum_{t=1}^T y_t \mathbf{k}(\tau_t) \right),$$

Непрерывные траектории

$$x(\tau^*) = w_x^T k(\tau^*),$$

$$y(\tau^*) = w_y^T k(\tau^*),$$

# Реализация алгоритма для статической среды. Дискретные и непрерывные траектории

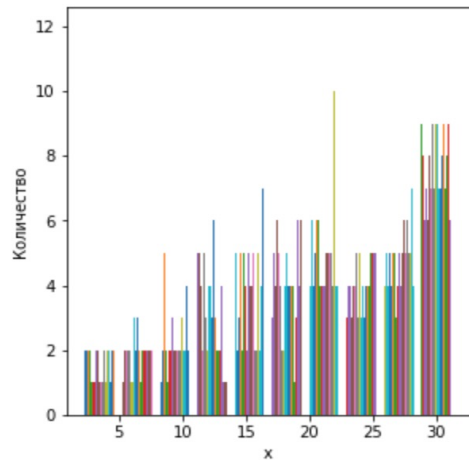


Рисунок 5 а – Распределение координат дискретных траекторий

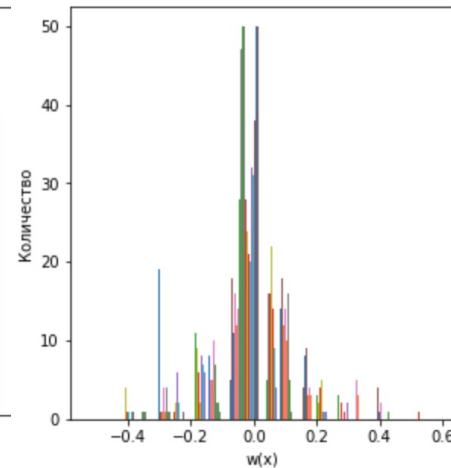
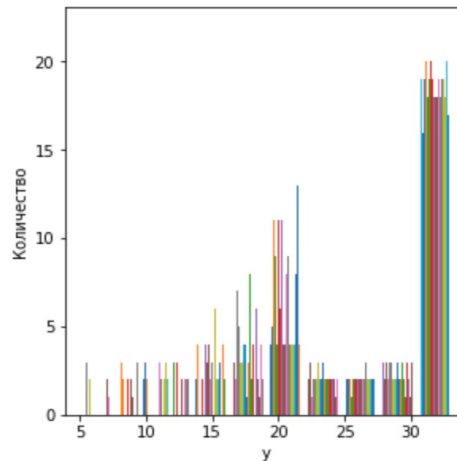


Рисунок 5 б – Распределение весов непрерывных траекторий

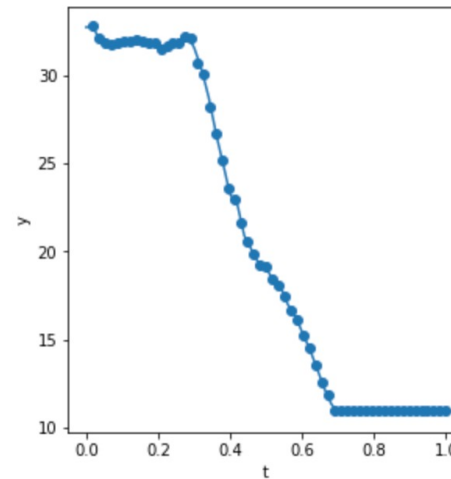
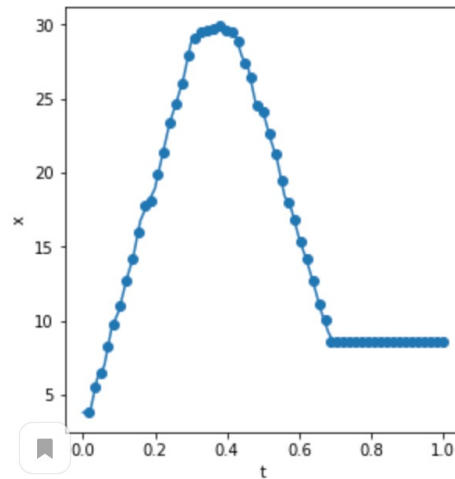
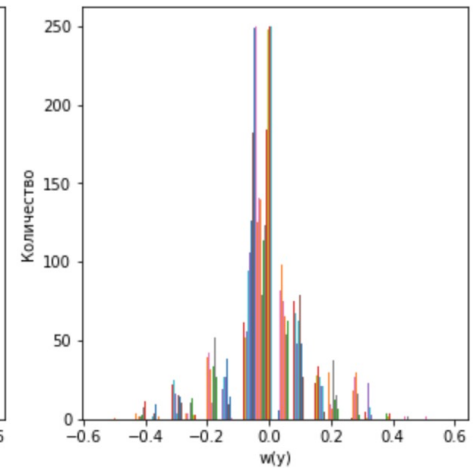


Рисунок 5 в – Сравнение дискретных и непрерывных траекторий

# Реализация алгоритма для статической среды.

## Модель

Input (n,400)		
Dense (n,500) ReLU activation		
Batch normalization		
Dense (n,500) ReLU activation		
Dropout(0.25)		
Dense (n,500) ReLU activation		
Dropout(0.25)		
Dense (n,500) ReLU activation		
Dropout(0.25)		
Dense (n,500) ReLU activation		
Dense (n,5) no activation	Dense (n,100) exp activation	Dense (n,100) softmax activation
$\mathcal{L} = -\log \left[ \prod_{n=1}^N \prod_{p=1}^{P_n} \sum_{q=1}^Q \alpha_q p_q(\mathbf{w} \phi) \right],$ $p_q(\mathbf{w} \phi) = \prod_{m=1}^{2M} \frac{1}{2b_{q,m}} \exp \left\{ -\frac{ w_m - \mu_{q,m} }{b_{q,m}} \right\},$		

# Реализация алгоритма для статической среды. Результаты

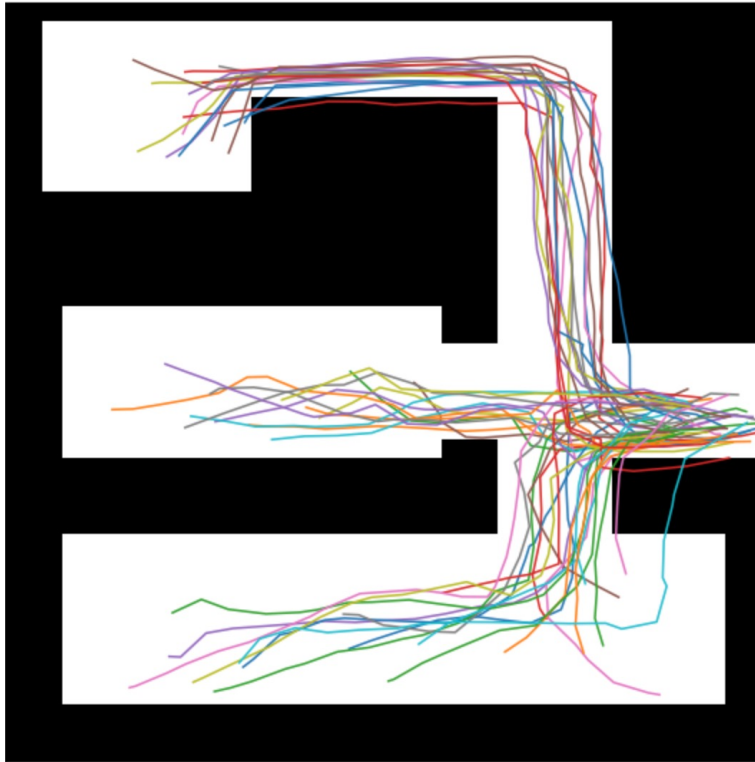


Рисунок 7 а – Генерация 50 траекторий

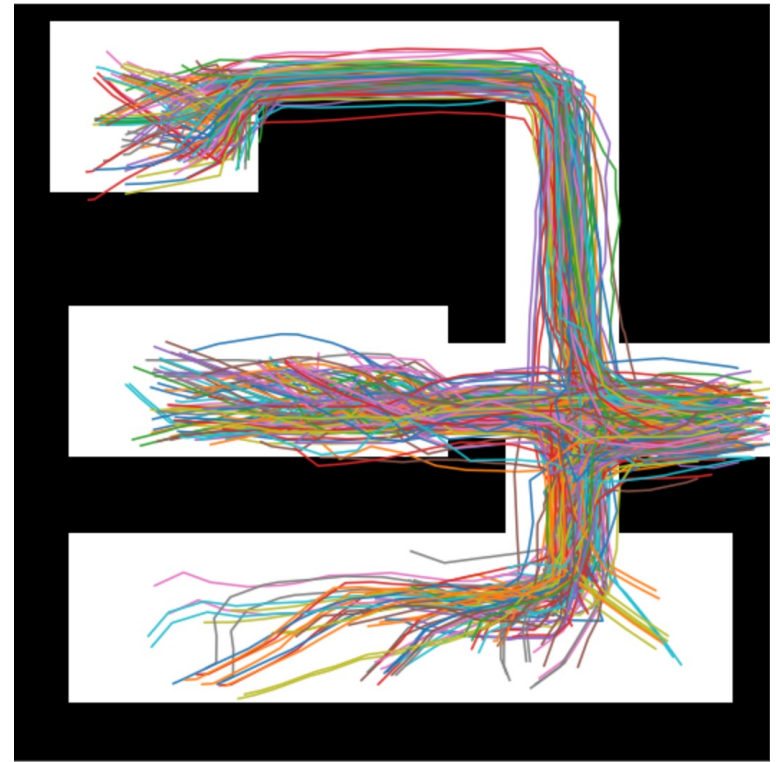
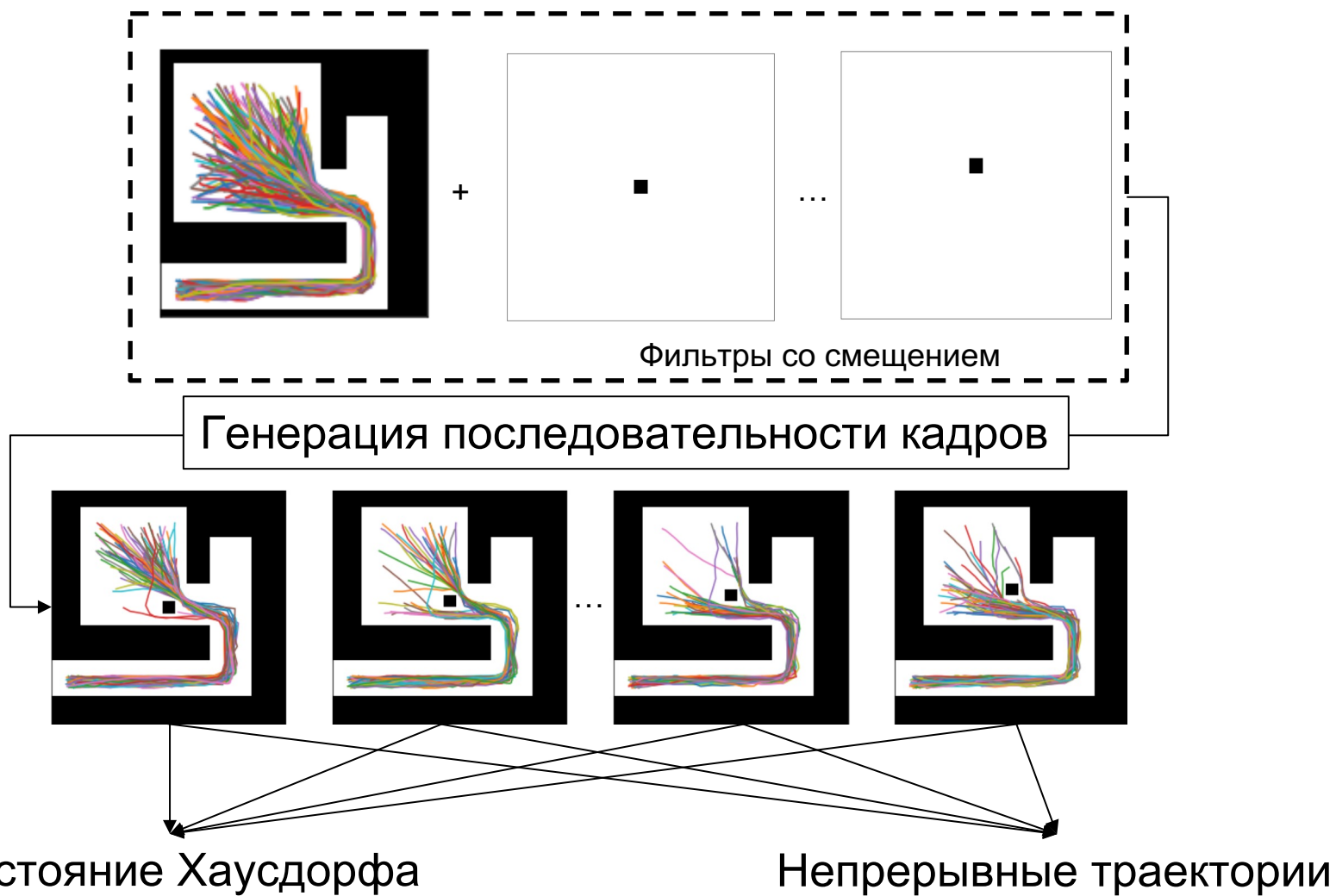


Рисунок 7 б – Генерация 400 траекторий

# Генерация динамических карт для обучения





# Реализация алгоритма для динамической среды.

## Модель

Input (n,8000)		
Dense (n,10000) ReLU activation		
Batch normalization		
Dense (n,10000) ReLU activation		
Dropout(0.25)		
Dense (n,10000) ReLU activation		
Dropout(0.25)		
Dense (n,10000) ReLU activation		
Dropout(0.25)		
Dense (n,10000) ReLU activation		
Dense (n,100) no activation	Dense (n,2000) exp activation	Dense (n,2000) softmax activation
$\mathcal{L} = -\frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \sum_{n=1}^N \sum_{p=1}^{P_n} \log \left( \sum_{q=1}^Q e^{\left( \log \alpha_{f,q} + \sum_{m=1}^{2M} \log \frac{1}{2\beta_{f,q,m}} - \sum_{m=1}^{2M} \frac{ w_{f,p,m} - \mu_{f,q,m} }{\beta_{f,q,m}} \right)} \right)$ $p_q(w \phi) = \prod_{m=1}^{2M} \frac{1}{2b_{q,m}} \exp \left\{ -\frac{ w_m - \mu_{q,m} }{b_{q,m}} \right\},$		

# Реализация алгоритма для динамической среды.

## Результаты



# Сравнение результатов с аналогами

Название подхода	Hausdorf	Frechet	Доля недопустимых траекторий
<b>Алгоритм с моделью OCTNet в статической среде</b>	<b>1.86</b>	<b>2.00</b>	<b>0.24</b>
Алгоритм с моделью GAN в статической среде	10.48	14.67	0.88
Алгоритм с моделью CVAE в статической среде	11.79	16.66	0.91
Алгоритм с моделью KTM в статической среде	1.84	1.95	0.21
<b>Алгоритм с моделью OCTNet в динамической среде</b>	<b>2.11</b>	<b>2.34</b>	<b>0.30</b>
Алгоритм с моделью GAN в динамической среде	15.64	16.20	0.99
Алгоритм с моделью CVAE в динамической среде	15.88	17.01	0.99

# Заключение

- Прделанный сравнительный анализ аналогов показал, что существующие аналоги не удовлетворяют требованиям динамичности, схожести и стабильности, что подтвердило необходимость разработки нового алгоритма для генерации траекторий.
- Реализован алгоритм для генерации траекторий в статической среде.
- Сгенерированы динамические карты для обучения
- Реализован алгоритм для генерации траекторий в динамической среде.
- Проведено сравнение метрик разработанного алгоритма с аналогами, были выявлены преимущества разработанного алгоритма.
- Дальнейшие направления исследований включают в себя доработку алгоритма для трехмерного пространства, создание базы близких к реальным динамическим карт, сокращение объема потребляемой памяти.

# Апробация работы

- «Реализация и исследование алгоритма генерации траекторий в динамической среде на основе OCTNet?»// Научно-технический семинар МОЭВМ, 2021
- Репозиторий проекта  
<https://github.com/Criptonite/diploma2021>.