

AI Dog

Проект сильного искусственного интеллекта

https://github.com/AIFramework/AI_Dog



Автор проекта:
Понимаш З. А.

AI Dog: Название

Проект называется AI Dog, т.к. основной задачей данного проекта является моделирование поведения животных.



AI Dog: Мотивация

Мотивацию можно разделить на 2 составляющие:

1 — это слабая мотивация — то, что мотивирует только меня работать над этим проектом, такой слабой мотивацией служит желание создать алгоритм, который бы действовал схоже с работой биологического мозга.

2 — сильная мотивация — это польза для сообщества, этот алгоритм работает в тех же задачах, где и методы обучения с подкреплением, его основным преимуществом являются работа практически с любыми датчиками, планирование поведения и возможность пред. обучаться без учителя и реакции среды.



AI Dog: Краткая история

Проект ведется с 2013 года

Гитхаб библиотеки *AI Framework* (начата в 2013, оформлена как единая библиотека в 2016):
<https://github.com/AIFramework/AIFrameworkOpen>

Одна из первых версий:
<https://github.com/zaharPonimash/AI.MathModSharp>

Быстро обучаемый чат-бот(2018 год):
<https://youtu.be/OckcAyZ5vWw>



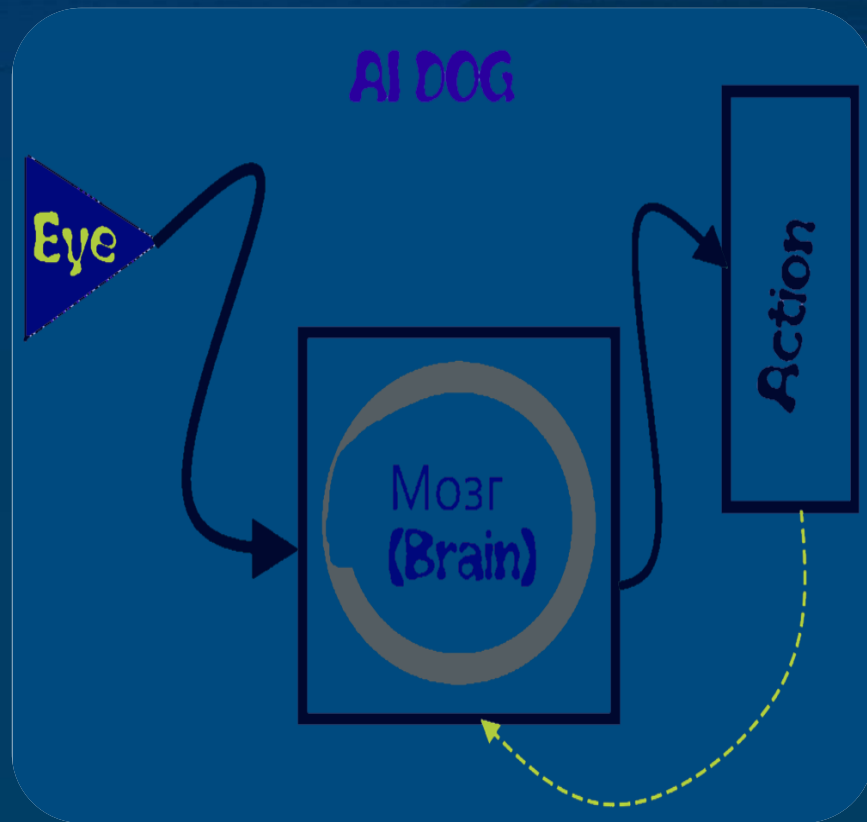
AI Dog: Похожие разработки

1. *Нейросетевые агенты с ГА/ЭА*
2. *Нейросетевые агенты с ГА/ЭА и локальной оптимизацией*
3. *Базирующиеся на моделях алгоритмы (например, MCTS)*
4. *Нейросетевые RL агенты*
 1. *Policy Gradient (PG)*
 2. *Q-Learning*
 3. *DQN*
 4. *A2C*

Решают задачу обучения на базе реакции среды(reward или фитнес-функция)



AI Dog: Принцип работы

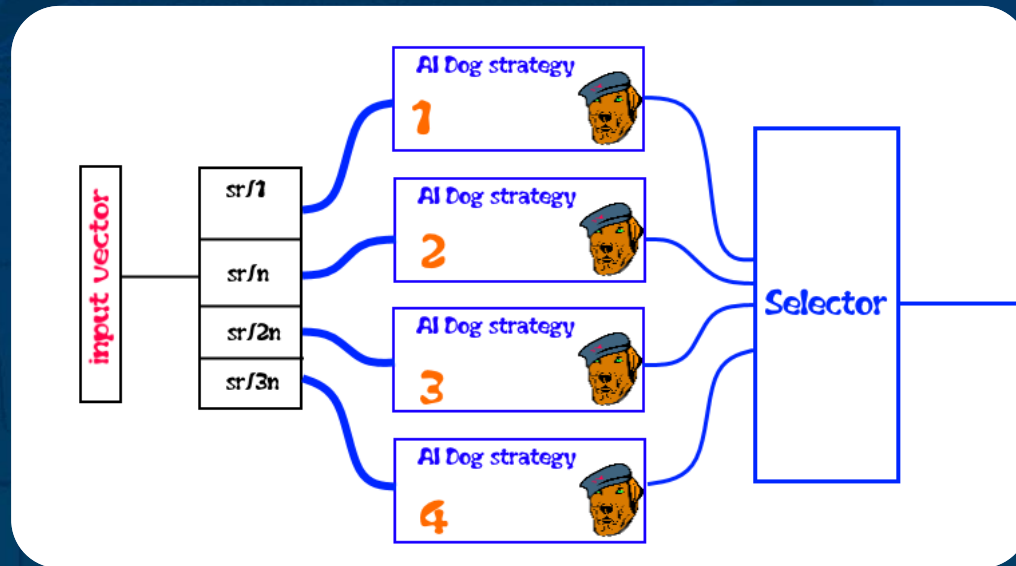


Сигнал/вектор поступает на вход, изменение вектора во времени интерпретируется как цифровой многомерный сигнал, где каждая компонента вектора является отдельным каналом. После нормализации сигнал поступает в блок выделения состояний. Из него в блок вероятностного логического вывода и в блок принятия решений.

Если мы хотим реализовать обучение с подкреплением или учителем, то на дополнительный вход можем подать эмоции (страх, удовольствие).



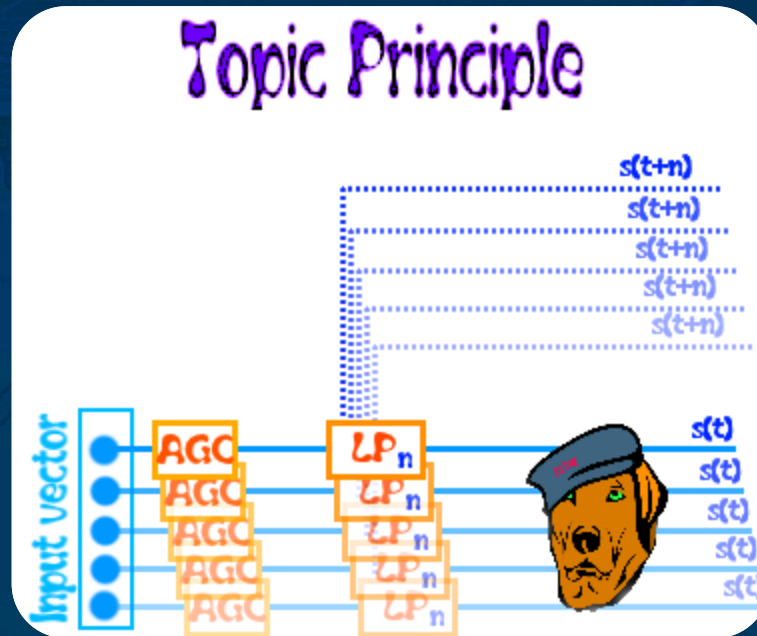
AI Dog: Принцип работы



Алгоритм AI Dog может многократно применяться, например, как показано на этом слайде, для разных частот дискретизации, каждый модуль выдает мягкие воздействия (вероятности) для каждого действия. А селектор уже выбирает конкретное действие. Селектор может быть как очень простым($\text{argmax}(p)$), так и достаточно сложным, с собственной обучаемой моделью.



AI Dog: Принцип работы

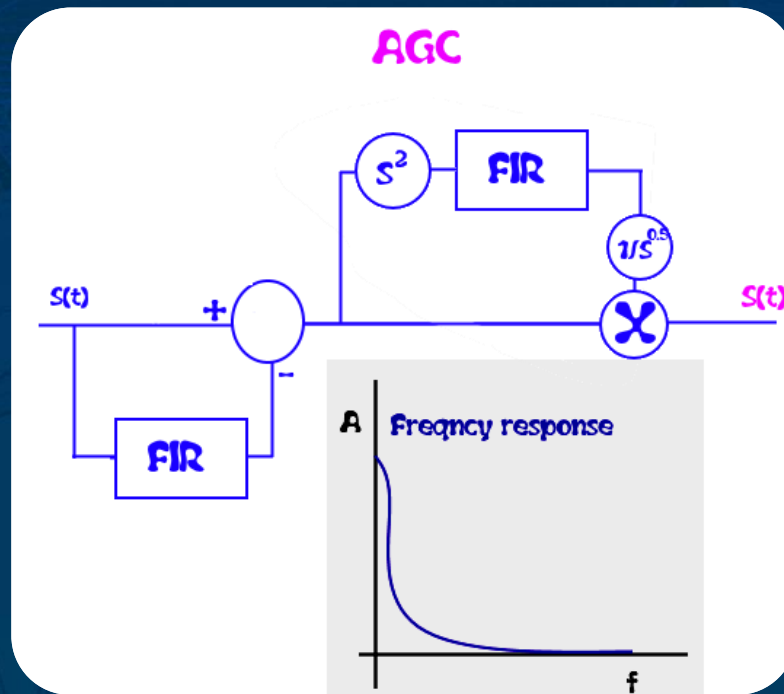


Для реализации алгоритма предварительной обработки я вдохновлялся топическим принципом нервной системы, а также системами торможения, ограничивающими сигнал по уровню(частоте) и повышающие ОСШ (латеральное торможение).

Помимо нормализации, сигнал попадает еще и в модуль линейного предсказания, во время работы уточняются коэффициенты $w(t)$, которые можно использовать для параметрического описания среды и ее изменения. А также «заглядывать в будущее» на несколько шагов дискретизации.



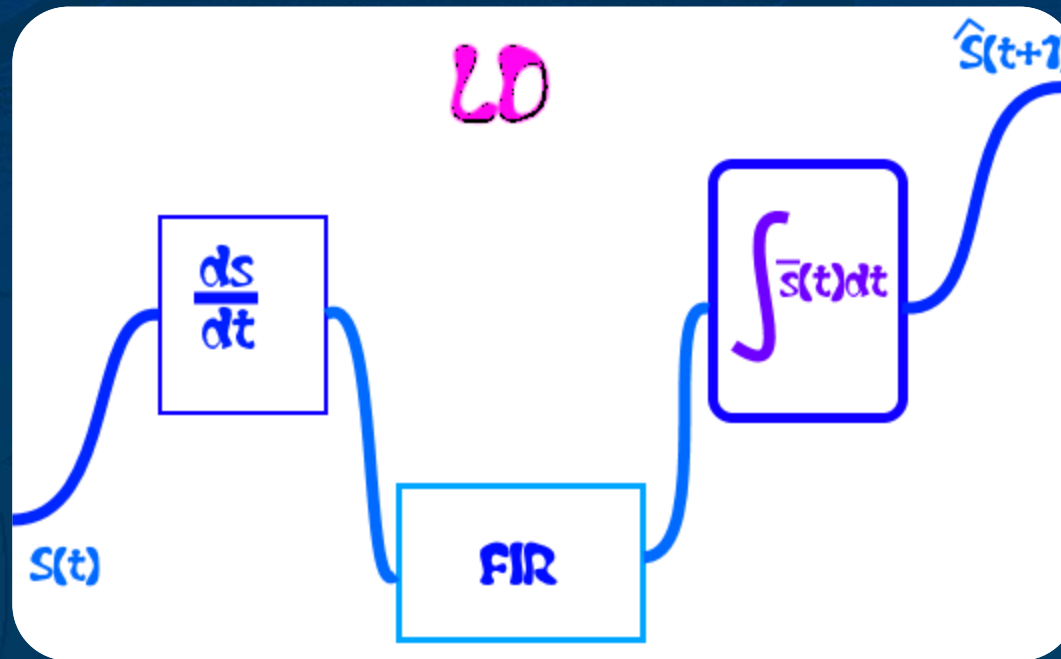
AI Dog: Принцип работы



Система для нормализации входного сигнала



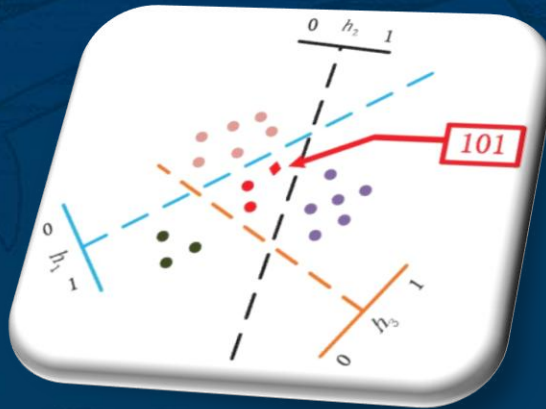
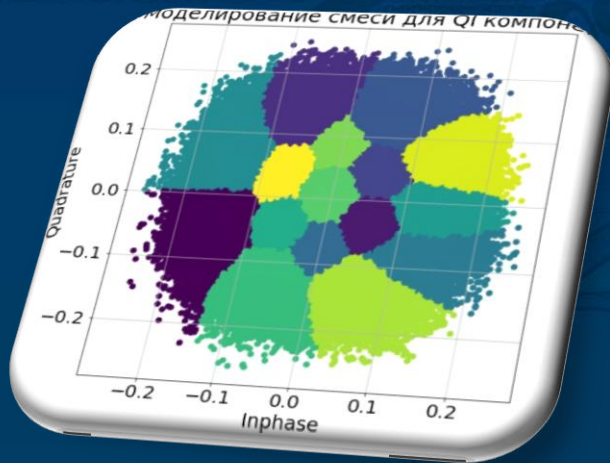
AI Dog: Принцип работы



Модуль линейного предсказания сигнала, операции дифференцирования и интегрирования применяются для того, чтобы избавиться от линейного тренда.



AI Dog: Принцип работы



Выделение состояний, возможно на базе GMM, с помощью метода случайных проекций и т.п., в AI Dog эти два метода объединяются. Помимо них есть так же интересный метод при помощи WTA сети, а также многослойной WTA.

Инициализация:

$$\mu_n = \frac{N}{ND} \cdot \left\{ \sum_{i \in Part_n} x_{n,k}^{(i)} \right\}_{k=1}^K$$

$$\Sigma_n = E$$

$$w_n = \frac{1}{N}$$

E-шаг:

$$cl = \underset{c}{\operatorname{argmax}} \left(w_n \cdot \frac{\exp \left(-\frac{1}{2} \cdot (x - \mu_n)^T \cdot \Sigma_n^{-1} \cdot (x - \mu_n) \right)}{(2\pi)^{\frac{1}{K}} \cdot \sqrt{\det(\Sigma_n)}} \right)$$

M-шаг:

$$w_n = \frac{|C_n|}{\sum_{j=1}^N |C_j|}$$

$$\mu_n = \frac{1}{|C_n|} \cdot \left\{ \sum_{i \in C_n} x_{n,k}^{(i)} \right\}_{k=1}^K$$

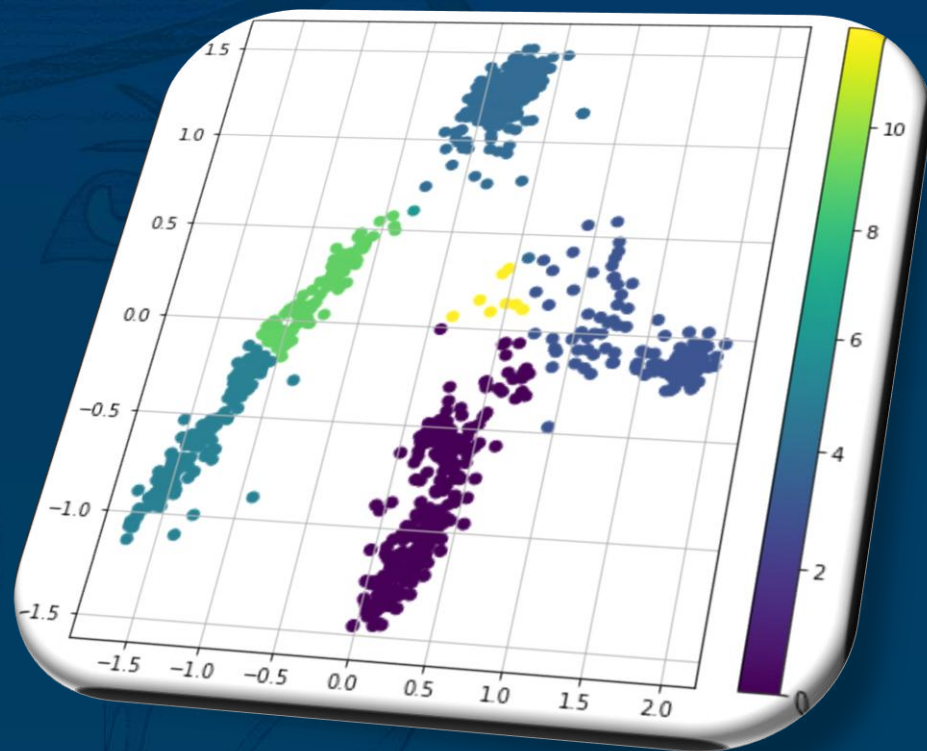
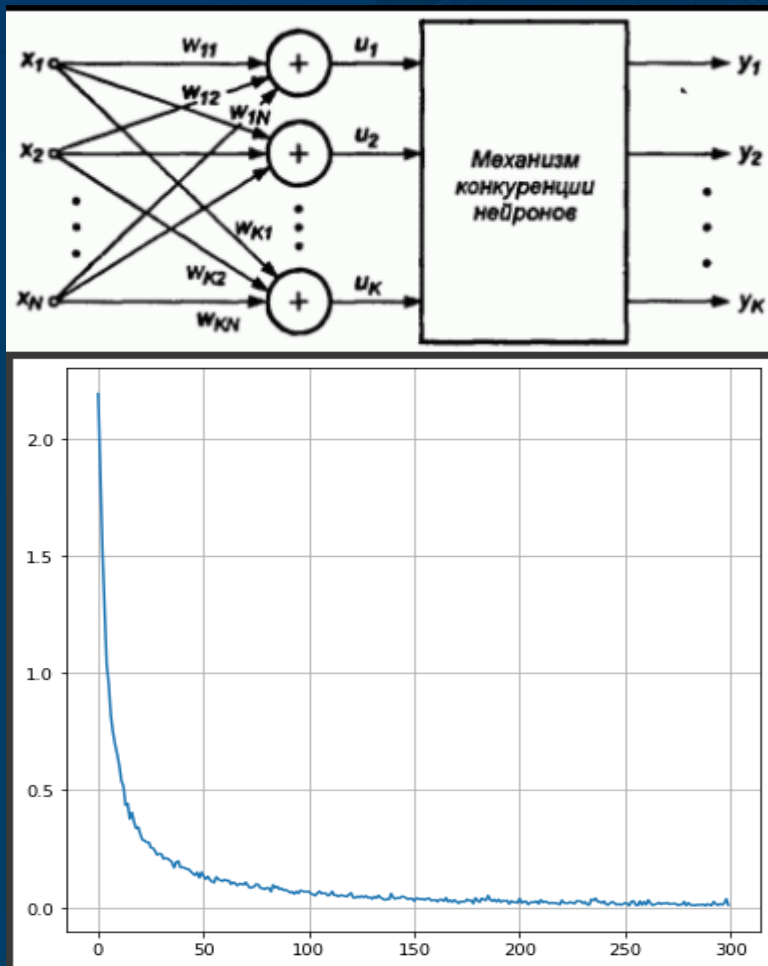
$$\Sigma_n = \frac{1}{|C_n| - 1} \cdot (x - \mu_n) \cdot (x - \mu_n)^T \mid x \in C_n$$

Повторять до сходимости или заданное число эпох

$$f(x) = \sum_{n=1}^N w_n \cdot \frac{\exp \left(-\frac{1}{2} \cdot (x - \mu_n)^T \cdot \Sigma_n^{-1} \cdot (x - \mu_n) \right)}{(2\pi)^{\frac{1}{K}} \cdot \sqrt{\det(\Sigma_n)}}$$



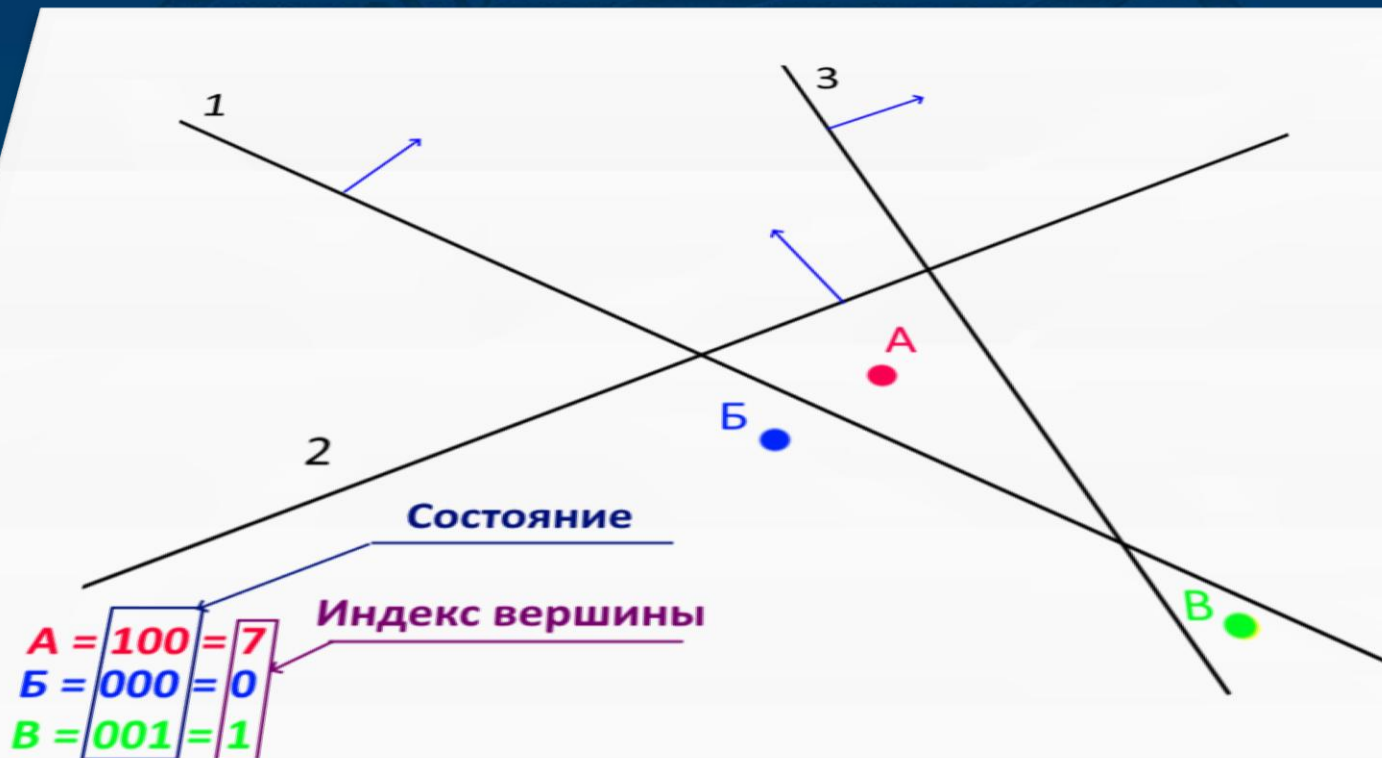
AI Dog: Принцип работы



WTA — принцип работы, визуализация скрытого слоя, график обучения (по Y категориальная перекрестная энтропия, по X эпохи обучения)



AI Dog: Принцип работы



Получение состояний и преобразование их в индексы вершин.



AI Dog: Принцип работы

AI Dog Graph logic

```
rules = [  
  new Rule("стемнело", "зажгли свет"),  
  new Rule("зажгли свет", "увеличился расход электричества"),  
  new Rule("стемнело", "стало темнее"),  
  new Rule("стало темнее", "хуже видно дорогу"),  
  new Rule("хуже видно дорогу", "опаснее на улице"),  
  new Rule("рассвело", "выключили свет"),  
  new Rule("рассвело", "стало светлее"),  
  new Rule("выключили свет", "уменьшился расход электричества"),  
  new Rule("насморк", "простуда"){ CountActiv = 2},  
  new Rule("насморк", "грипп"),  
  new Rule("кашель", "простуда"){ CountActiv = 2},  
  new Rule("кашель", "грипп"),  
  new Rule("повышенная температура", "простуда"){ CountActiv = 2},  
  new Rule("повышенная температура", "грипп"),  
  new Rule("повышенная температура", "травма"),  
  new Rule("головная боль", "простуда"){ CountActiv = 2},  
  new Rule("головная боль", "травма"),  
  new Rule("головная боль", "мигрень"),  
  new Rule("головная боль", "грипп"),  
  new Rule("сломана рука", "травма"){ CountActiv = 3},  
  new Rule("простуда", "сидеть дома"),  
  new Rule("мигрень", "сидеть дома"),  
  new Rule("грипп", "пойти к врачу"),  
  new Rule("травма", "ехать в травму")  
]
```

$$p(A \rightarrow C_1) = \sum_{i=1}^I \prod_{n \in I} \left[p(n) \cdot \sum_{k=1}^K w_k \cdot g_k(n|y) \right]$$

$$p_{\text{norm}}(A \rightarrow C_1) = \frac{p(A \rightarrow C_1)}{\sum_{m=1}^M p(A \rightarrow C_m)}$$

головная боль, кашель, насморк, повышенная температура

сидеть дома	69,62%
пойти к врачу	27%
ехать в травму	3,38%

повышенная температура, сломана рука

сидеть дома	10,53%
пойти к врачу	5,26%
ехать в травму	84,21%

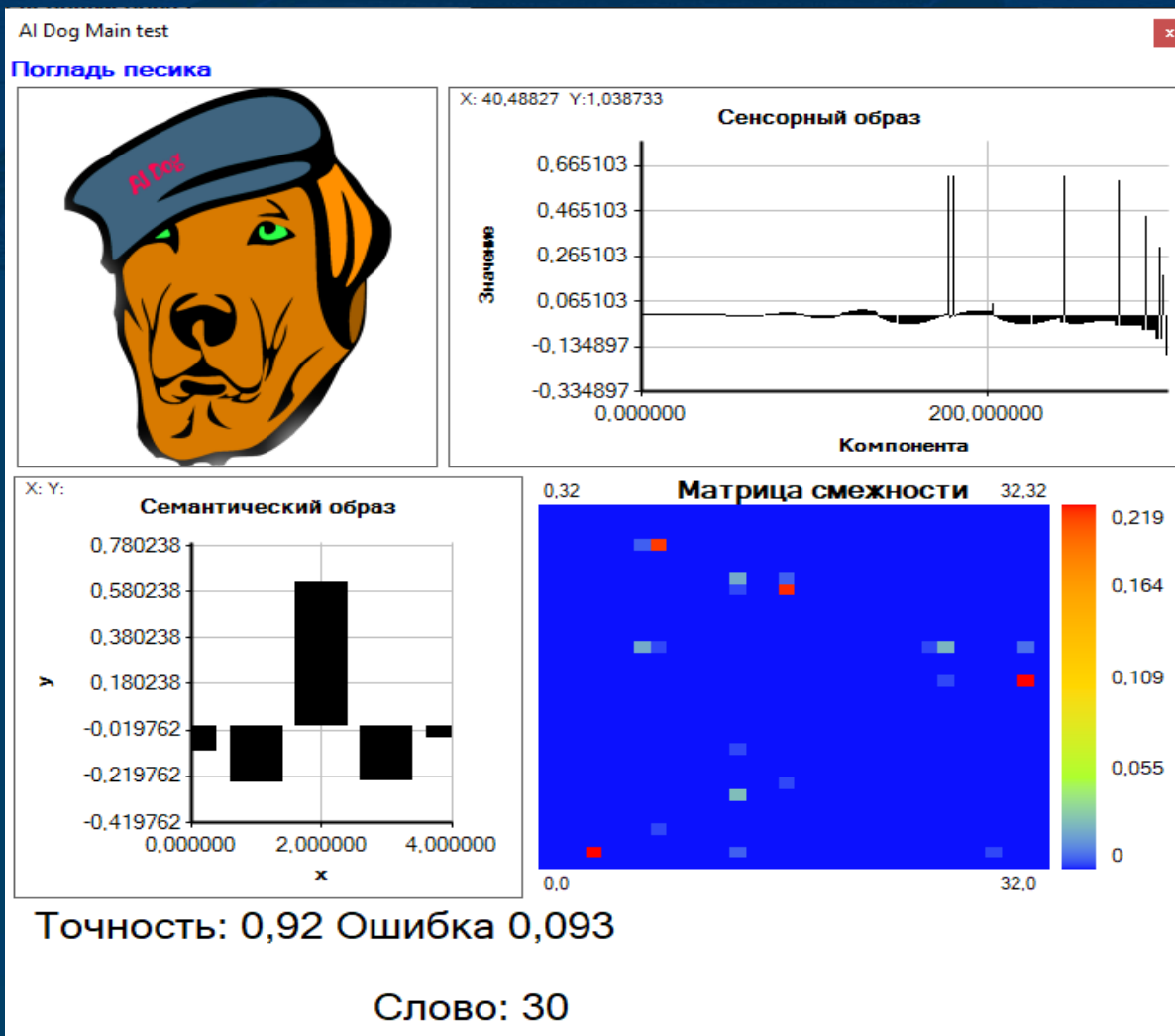
стемнело, повышенная температура, сломана рука

увеличился расход электричества	4,76%
хуже видно дорогу	4,76%
сидеть дома	9,52%
пойти к врачу	4,76%
ехать в травму	76,19%

Пример вероятностного логического вывода



AI Dog: Принцип работы



Демонстрация



AI Dog: Дальнейшие планы

1. *Добавить эмоции и систему планирования действий (до середины сентября)*
2. *Протестировать систему и сравнить с другими методами RL (до середины сентября)*
3. *Сконструировать простого робота с камерой, для тестирования системы в реальных условиях (до середины октября)*



AI Dog: Применимость

Несмотря на то, что алгоритм может быть универсальным для решения широкого класса задач, применять его стоит только для выбора стратегии поведения при отсутствии разметки. На вход желательно подавать пред. обработанные данные, например, с помощью нейронных сетей. На выходе лучше также получать высокоуровневые команды. Например выход «быстро вперед ехать» более предпочтителен, чем «подать на двигатель 1 сигнал с широтно-импульсного модулятора со скважностью 0.25»



AI Dog: Преимущества и недостатки

Преимущества:

- 1. Интерпретируемость*
- 2. Планирование поведения*
- 3. Быстрая скорость обучения*

Недостатки:

- 1. Требуется интеллектуальную пред. обработку данных*
- 2. Требуется «умное» устройство исполнения команд, способное их интерпретировать*
- 3. Высокая вычислительная сложность*



AI Dog: Выводы

На текущий момент проработана практически вся теория, из которой реализовано и протестировано около 40%.

Реализация оставшихся 60% запланирована на конец августа, начало сентября. А тесты на конец октября.

В данной работе рассчитывается, что скорость обучения будет в 100-500 больше, чем у PG, а также большая стабильность, чем у Q-learning.

Блоки можно применять многократно, например, в разных модулях, на разных скоростях и разных уровнях абстракции.

