

# AI с высоты птичьего полёта

Дмитрий Грошев (@lambdadmitry)

23.11.2013

# О чём пойдёт речь

- ▶ проблема интеллекта
- ▶ reasoning как поиск
- ▶ backward-chaining
- ▶ forward-chaining
- ▶ (дискретная) оптимизация
- ▶ вероятности: использование и нахождение

- ▶ что такое интеллект?
- ▶ решение задач
- ▶ планирование
- ▶ обучение
- ▶ самосознание?

# Reasoning

- ▶ логика: все люди смертны, Сократ человек, ergo Сократ смертен
- ▶ алгебра: если я куплю этот Форд Фокус, придётся продать почку
- ▶ оптимизация: быстрее будет добраться на метро
- ▶ обучение: если притронуться к утюгу, будет больно
- ▶ вероятности: судя по выражениям лиц, меня (вероятно) будут бить

```
mortal(X) :- human(X).  
human(socrates).
```

```
?- mortal(socrates). % Yes
```

# Завершимость

```
arc(a, b).
```

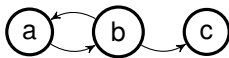
```
arc(b, a).
```

```
arc(b, c).
```

```
path(X, Y) :- arc(X, Y).
```

```
path(X, Y) :- arc(X, Z), path(Z, Y).
```

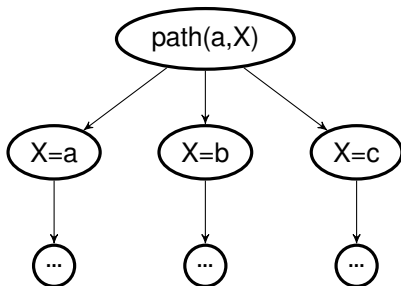
```
?- path(a, X). % не завершится
```



miniKanren/core.logic, tabling, ASP, ...

# Reasoning как поиск

- ▶ reasoning как поиск в графе
- ▶ Prolog ищет «назад»
- ▶ backward-chaining





- ▶ фундаментальное понятие
- ▶ логика, движение в реальном мире, шамхаты, ...
- ▶ как минимум экспоненциальный рост числа узлов
- ▶ эвристики:  $A^*$ , branch-and-bound, ...
- ▶ поиск «вперёд» и «назад»

См. [astar.gif](#)

- ▶ удивительно мало в свежей академической литературе
- ▶ хранилище «фактов» и, возможно, следствий
- ▶ реактивные системы и «бизнес-логика»
- ▶ Drools, Clara

```
(defrule get-current-temperature
  [?current-temp <- newest-temp :from
    [TemperatureReading (== ?location location)]]
=>
  (insert! (->CurrentTemperature
            (:value ?current-temp)
            ?location)))
```

```
(defrule reduce-device-speed
  "Reduce the speed of all devices in a location
   that has a high temperature."
  [CurrentTemperature (> value high-threshold)
   (== ?location-id location)]

  [?device <- Device (== ?location-id location)]
  =>
  (reduce-speed! ?device))
```

- ▶ теоретически экспоненциальная сложность
- ▶ на практике поддерживаются десятки тысяч правил
- ▶ использование в GUI?
- ▶ унификация с backward-chaining системами?

# Constrained Logic Programming

- ▶ уменьшение пространства поиска с помощью ограничений на значения
- ▶ sudoku

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

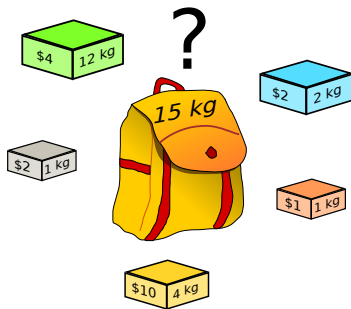
# Оптимизация

- ▶ «возможное» (feasible)  $\neq$  «оптимальное»
- ▶ целевая функция
- ▶ оптимизация: перебор возможных вариантов
- ▶ возможность: оптимизация без целевой функции



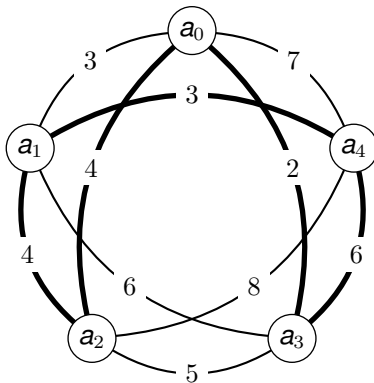
# Задача о рюкзаке

- ▶ целевая функция: максимальная стоимость
- ▶ ограничение: вместимость рюкзака



# Задача о коммивояжёре

- ▶ целевая функция: минимальная стоимость
- ▶ ограничение: однократное посещение всех вершин, кроме одной



- ▶ линейная (Симплекс-алгоритм)
- ▶ дискретная (MIP, C(L)P, SAT)
- ▶ нелинейная (?)

- ▶ hill climbing и жадные алгоритмы
- ▶ локальные оптимумы и пертурбации
- ▶ simulated annealing, генетические алгоритмы, ...

- ▶ обычно есть целевая функция
- ▶ обычно много нетривиальных ограничений
- ▶ непосредственно применимо на практике

# Вероятности и Machine Learning

- ▶ неуверенность в окружающем мире
- ▶ мера понимания мира: вероятность
- ▶ ML
- ▶ использование вероятностей
- ▶ нахождение вероятностей (обучение)

- ▶ maximum likelihood
- ▶ недоверенные датчики: markov chain
- ▶ вероятностная state machine: markov decision process (MDP)
- ▶ и то, и другое: partially observable markov decision process (POMDP)



- ▶ supervised learning (вывод функции)
- ▶ классификация (на этой картинке изображён котик!)
- ▶ регрессия и предсказание (цена дома через год)
- ▶ unsupervised learning (анализ данных)
- ▶ кластеризация

Нейронные сети — всего лишь классификатор

# Примеры

- ▶ гигантские классификаторы
- ▶ проблема - масштаб, а не концептуальная сложность

- ▶ старый подход: reasoning о структуре фразы
- ▶ новый подход: статистический перевод (классификация)

- ▶ (дискретная) оптимизация для нахождения пути
- ▶ планирование пути
- ▶ вероятностная локализация
- ▶ классификация препятствий

## Заключение

# В шляпе кончились кролики

- ▶ в «разумном» поведении нет магии, только трюки
- ▶ самосознание можно имитировать
- ▶ что такое интеллект?

- ▶ <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Knapsack.svg>