НЕТОЛОГИЯ
групп

ЗАНЯТИЕ 1.5

МЕТРИКИ РАССТОЯНИЙ И АЛГОРИТМ KNN

Алексей Кузьмин

Директор разработки; Data Scientist

ДомКлик.ру

aleksej.kyzmin@gmail.com

ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

В КОНЦЕ ЗАНЯТИЯ ВЫ:

– будете знать как выбирать метрики близости;

– познакомитесь с алгоритмом KNN;

– потренируемся на различных метриках

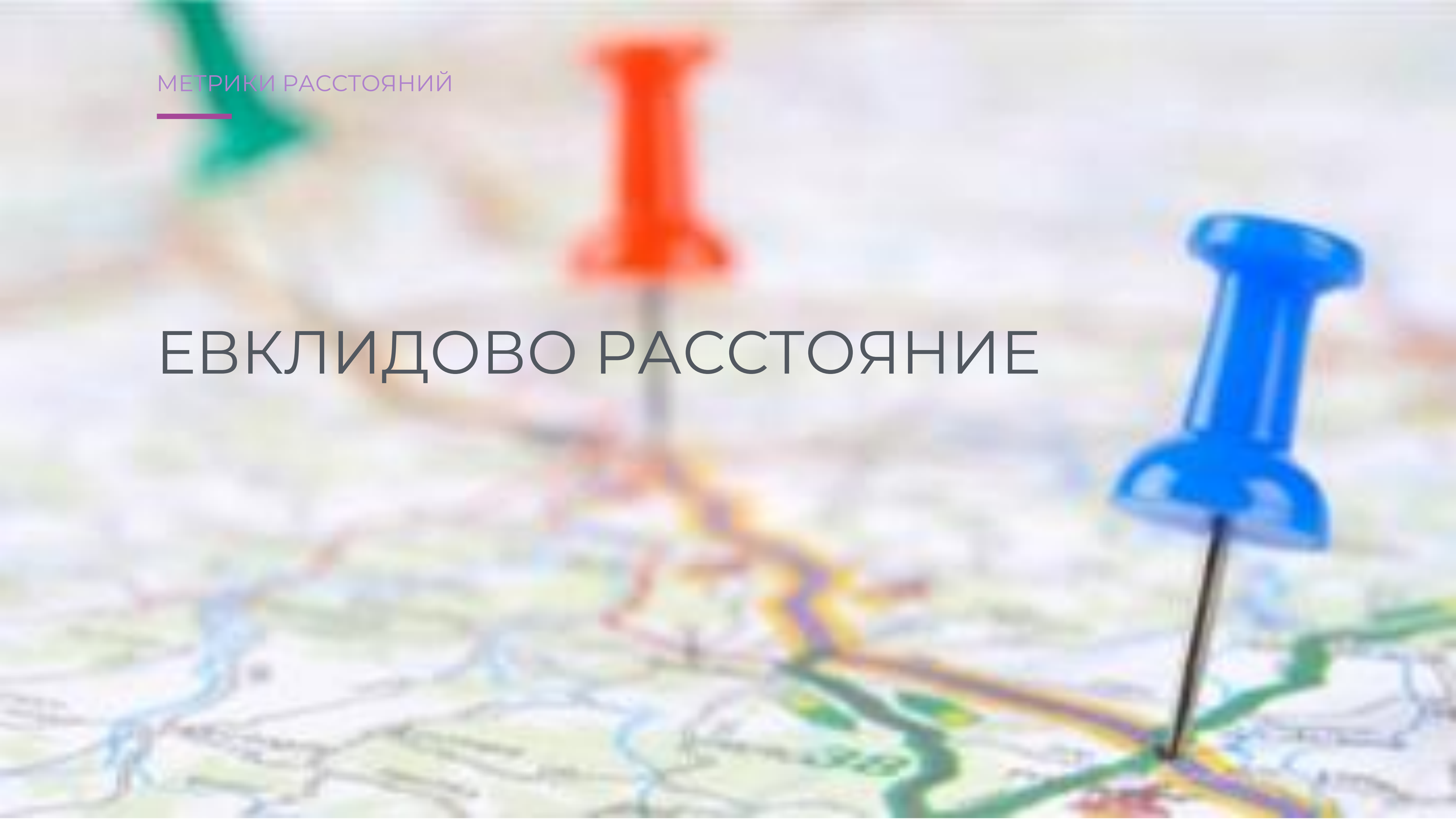
– реализуете в коде задачу классификации и регрессии с помощью алгоритма KNN.

О ЧЁМ ПОГОВОРИМ И ЧТО СДЕЛАЕМ

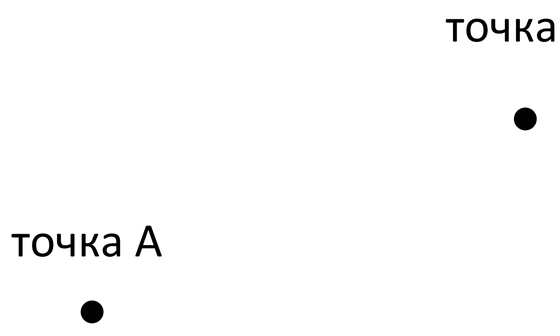
1. Что такое близость объектов и в каких задачах это нужно: примеры
2. Идея и особенности алгоритма KNN: теория;
3. Еще немного практики на различных метриках
4. Пример решения задачи классификации KNN: практика;
5. Пример решения задачи регрессии через KNN: тоже практика.

МЕТРИКИ РАССТОЯНИЙ

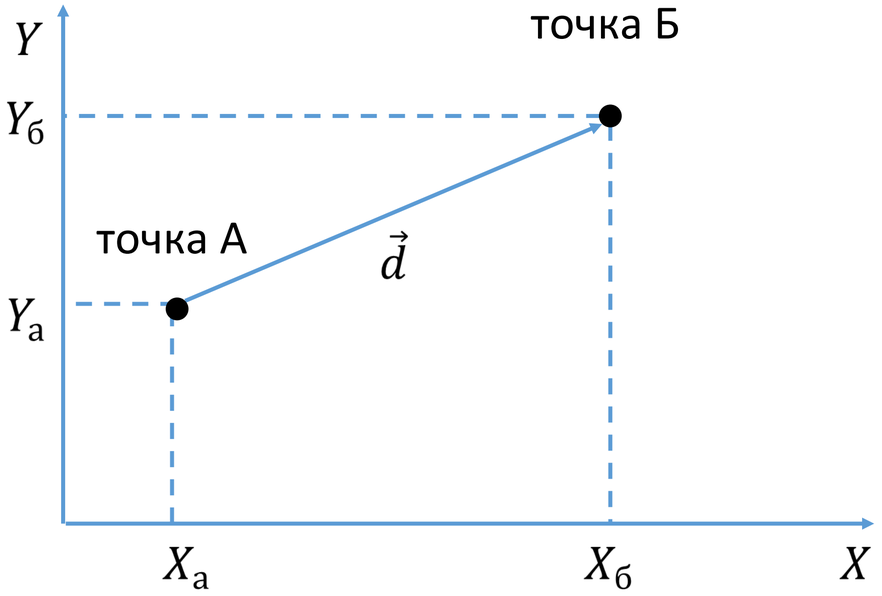
ЕВКЛИДОВО РАССТОЯНИЕ



ТОЧКИ НА ПЛОСКОСТИ

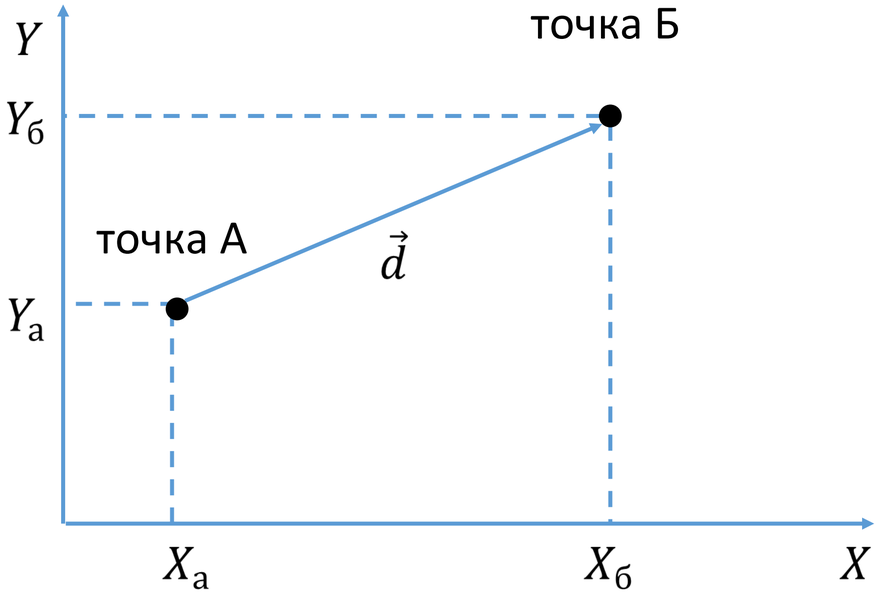


ТОЧКИ НА ПЛОСКОСТИ



$$d = \sqrt{(X_б - X_а)^2 + (Y_б - Y_а)^2}$$

ТОЧКИ НА ПЛОСКОСТИ

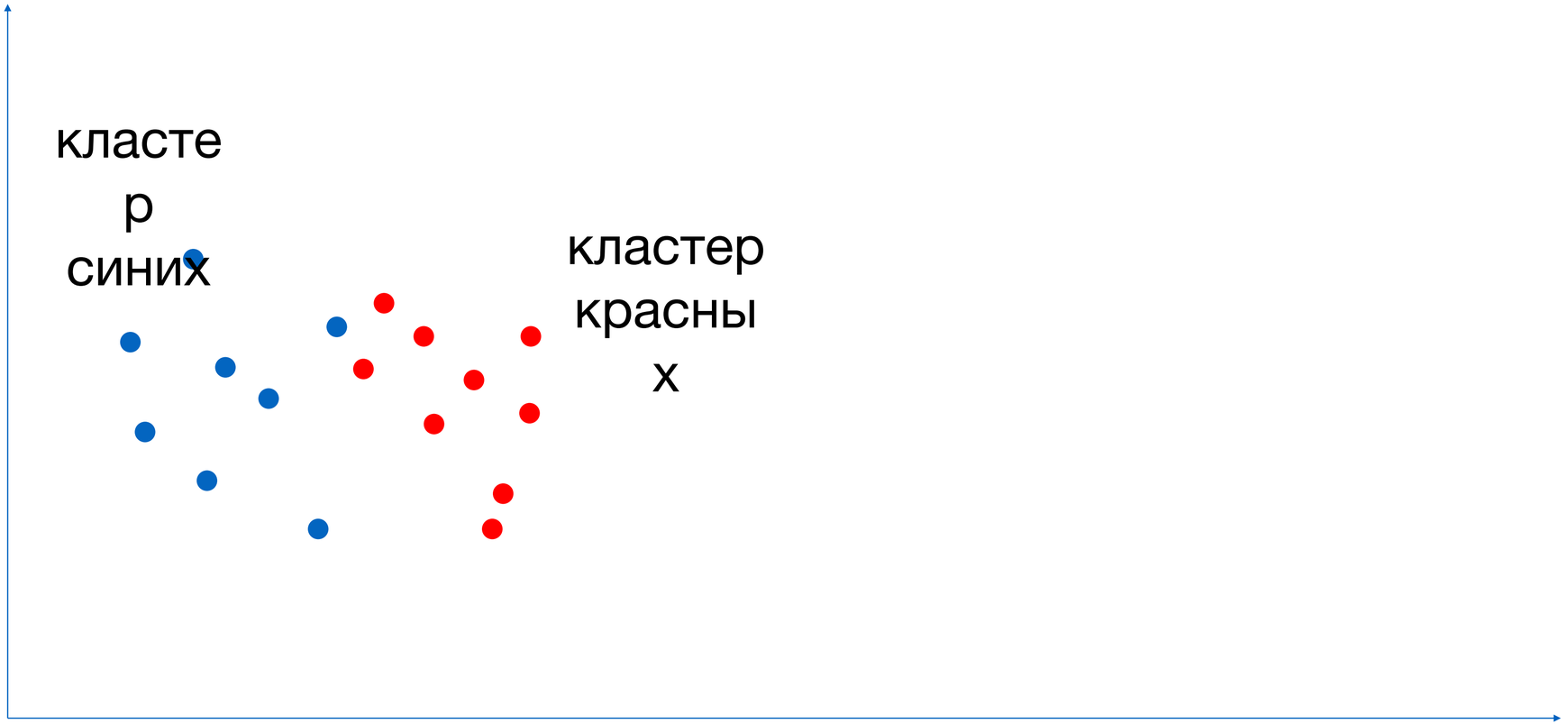


$$d = \sqrt{(X_б - X_а)^2 + (Y_б - Y_а)^2}$$

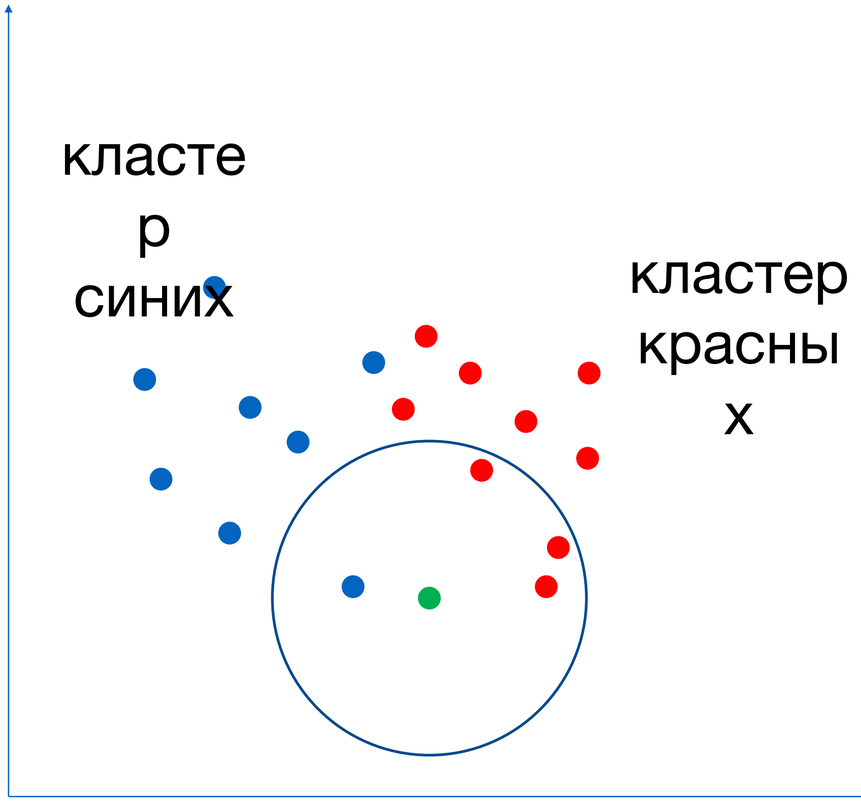
$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (X_i - Y_i)^2}$$

K NEAREST NEIGHBOR

ИДЕЯ АЛГОРИТМА



ИДЕЯ АЛГОРИТМА



к какому кластеру отнести зеленую точку?

ИДЕЯ АЛГОРИТМА

Берем K ближайших соседей к зеленой точке. Берем класс, наиболее часто встречающийся среди соседей.

Варианты:

- Берем ближайшую точку (k = 1) – группа синих
- Учитываем несколько соседей (k = 4) – группа красных
- Учитываем вес, обратно пропорциональный расстоянию до точки

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

+ Простая реализация и интерпретация

+ Применим ко многим задачам классификации и регрессии

- Число соседей нужно задавать заранее, что иногда определяет результат

- Плохо работает при сильно пересекающихся данных

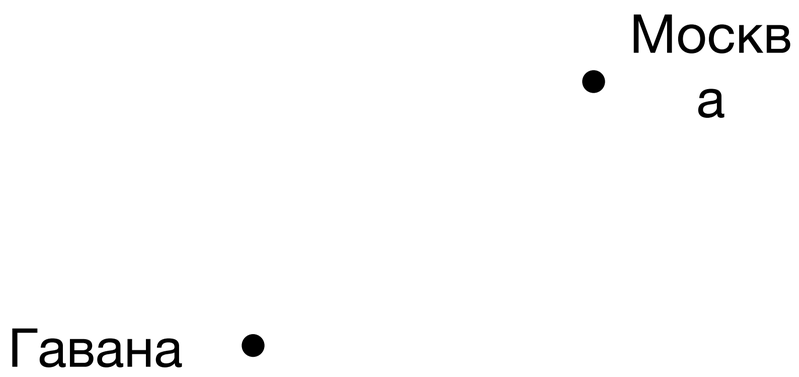
ВРЕМЯ ПРАКТИКИ

KNN.IPYNB

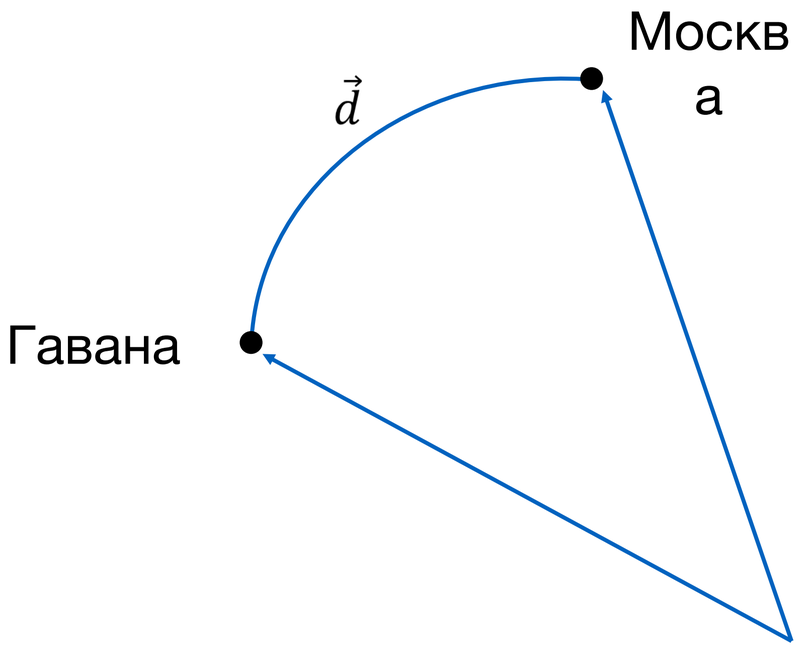
МЕТРИКИ РАССТОЯНИЙ

ПОЛЯРНЫЕ КООРДИНАТЫ

УЧЕТ КРИВИЗНЫ ПОВЕРХНОСТИ

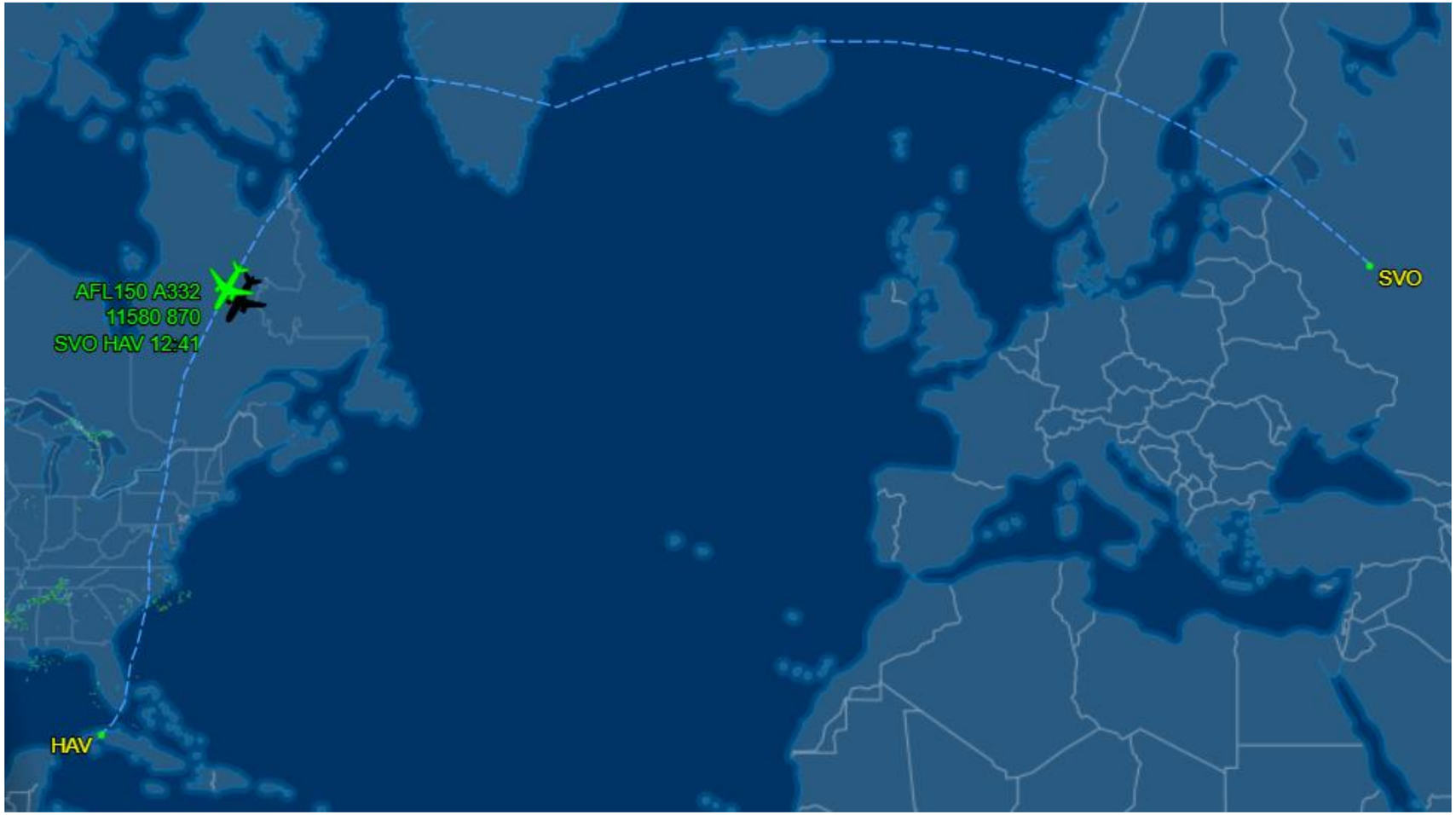


УЧЕТ КРИВИЗНЫ ПОВЕРХНОСТИ



d – длина дуги в полярных координатах

КАК НА САМОМ ДЕЛЕ

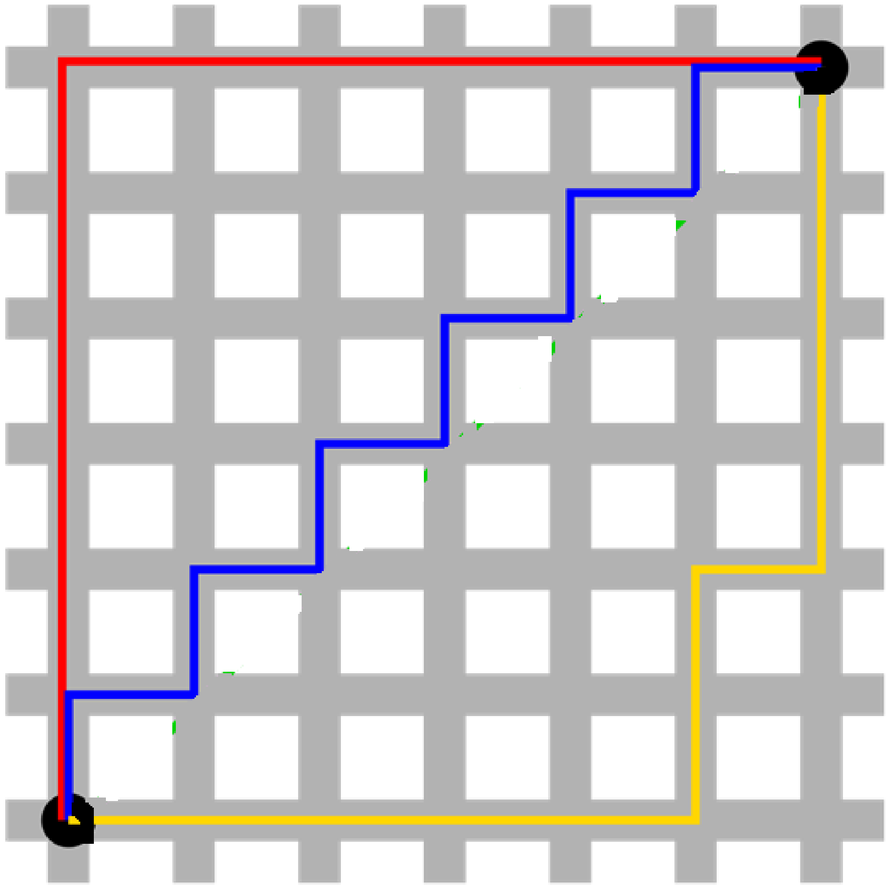


РАССТОЯНИЕ И ПУТЬ

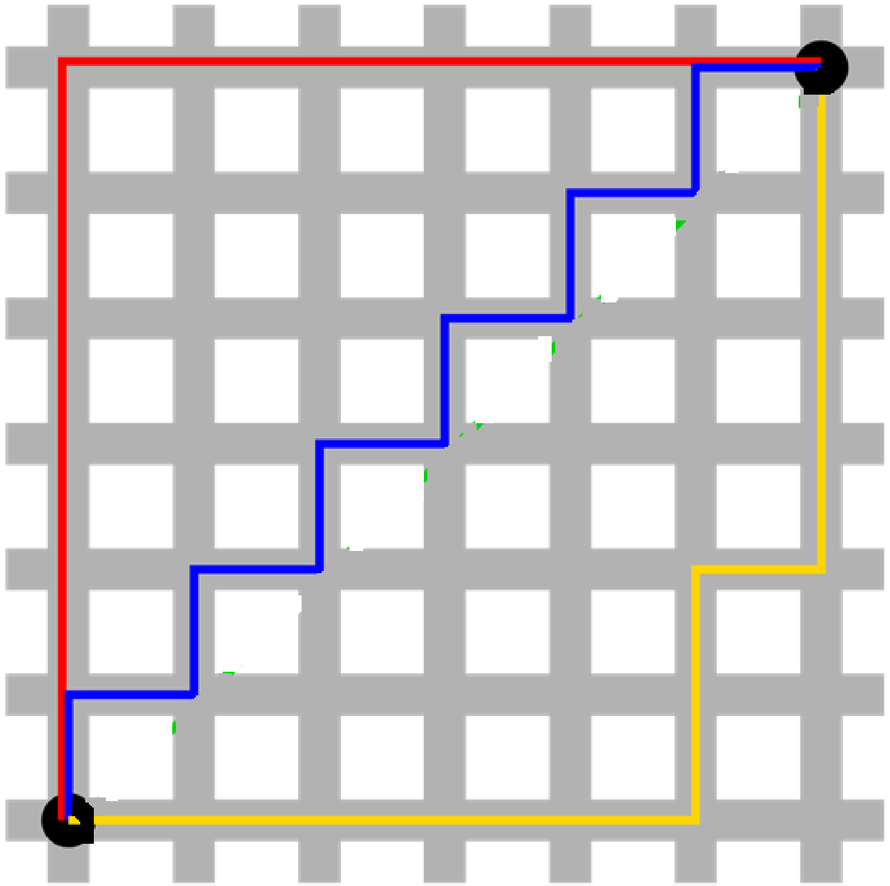
МАНХЭТТЕНСКОЕ РАССТОЯНИЕ

Улицы Манхэттена перпендикулярны друг другу

ДЛИНЫ ВСЕХ ПУТЕЙ РАВНЫ



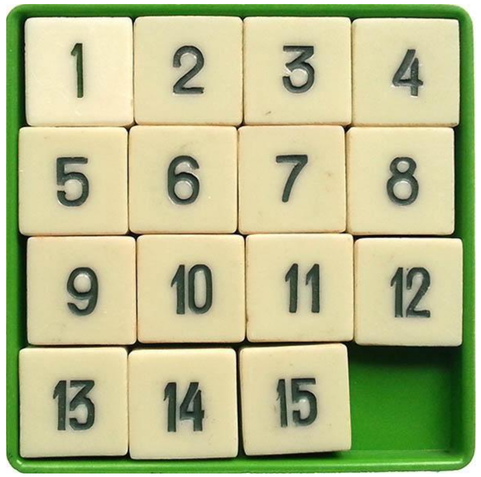
ДЛИНЫ ВСЕХ ПУТЕЙ РАВНЫ



Расстояние городских кварталов

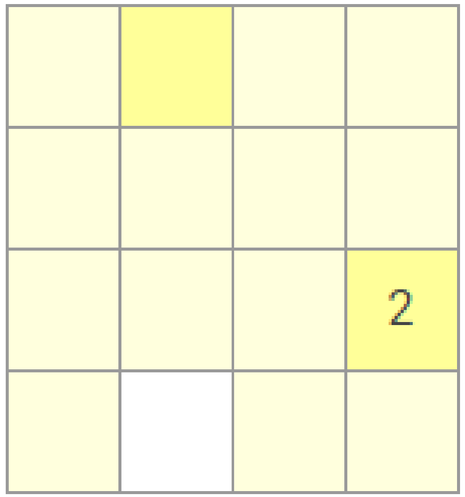
$$d = \sum_{i=1}^{n} |X_i - Y_i|$$

ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ



Сумма манхэттенских расстояний между костяшками и позициями, в которых они находятся в решённой головоломке «Пятнашки», используется в качестве эвристической функции для поиска оптимального решения

ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ



В примере манхэттенское расстояние равно 4

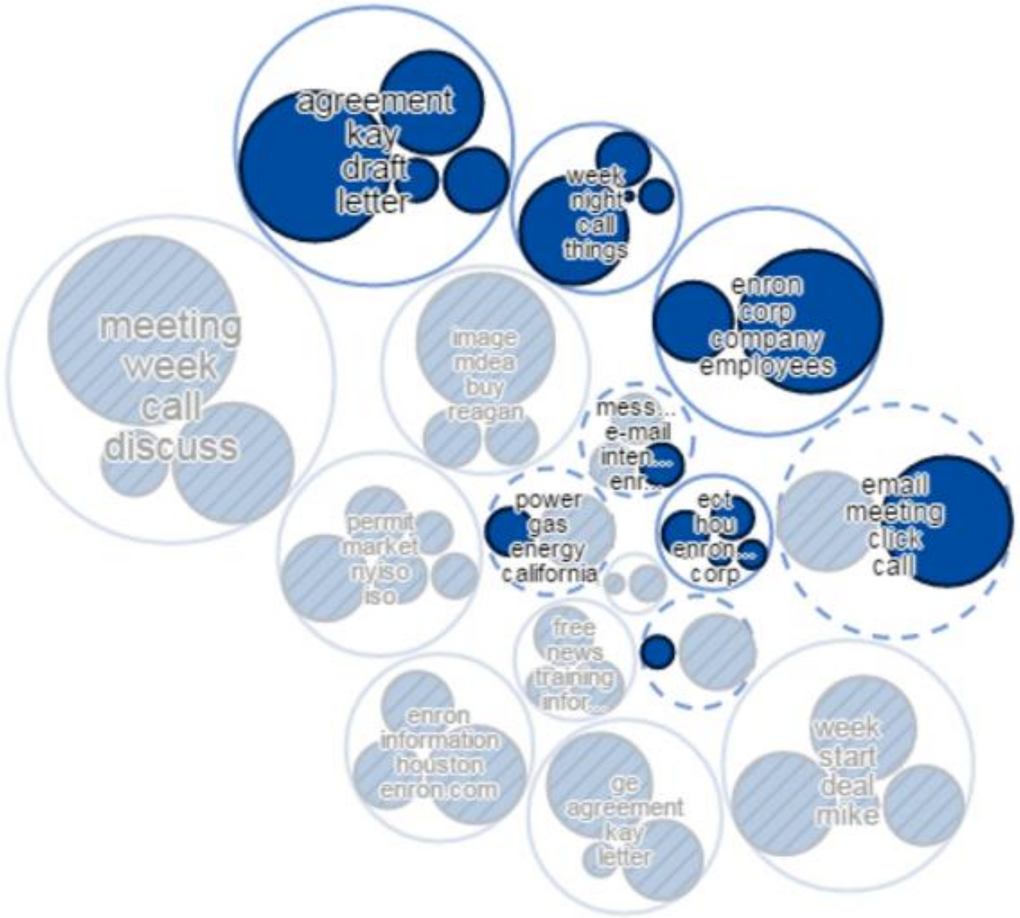
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 1

МАНХЭТТЕНСКОЕ РАССТОЯНИЕ

BARLEY-BREAK.IPYNB

МЕТРИКИ БЛИЗОСТИ ОБЪЕКТОВ

СРАВНЕНИЕ ТЕКСТОВ



ПРОБЛЕМА

СТАРТОВЫЙ ЛИСТ

1	Шехавцова Анна	Ж	1998	РГАУ-МСХА
2	Гречихина Наталья	Ж	1994	МГУ
3	Козлова Алена	Ж	1994	МГУ
4	Груздева Алина	Ж	1998	РГУНГ
5	Кущенко Анна	Ж	1997	МГУ
6	Чистякова Анастасия	Ж	1998	РГАУ-МСХА

ПРОБЛЕМА

РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ

```
# результат расшифровки речи диктора

speech_recognition = [
    'кучменко она',
    'кущенко оксана',
    'груздь алина',
    'рычихина наталья',
    'шиховцева на',
    'чистова анастасия'
]
```

РАССТОЯНИЕ ХЭММИНГА

Число позиций, в которых соответствующие символы двух слов одинаковой длины различны

карет
ы

ракет
ы

2

РАССТОЯНИЕ ХЭММИНГА

В телекоме для отслеживания ошибок

В биоинформатике для оценки стабильности цепи

https://docs.scipy.org/doc/scipy-0.14.0/reference/generated/scipy.spatial.distance.hamming.html

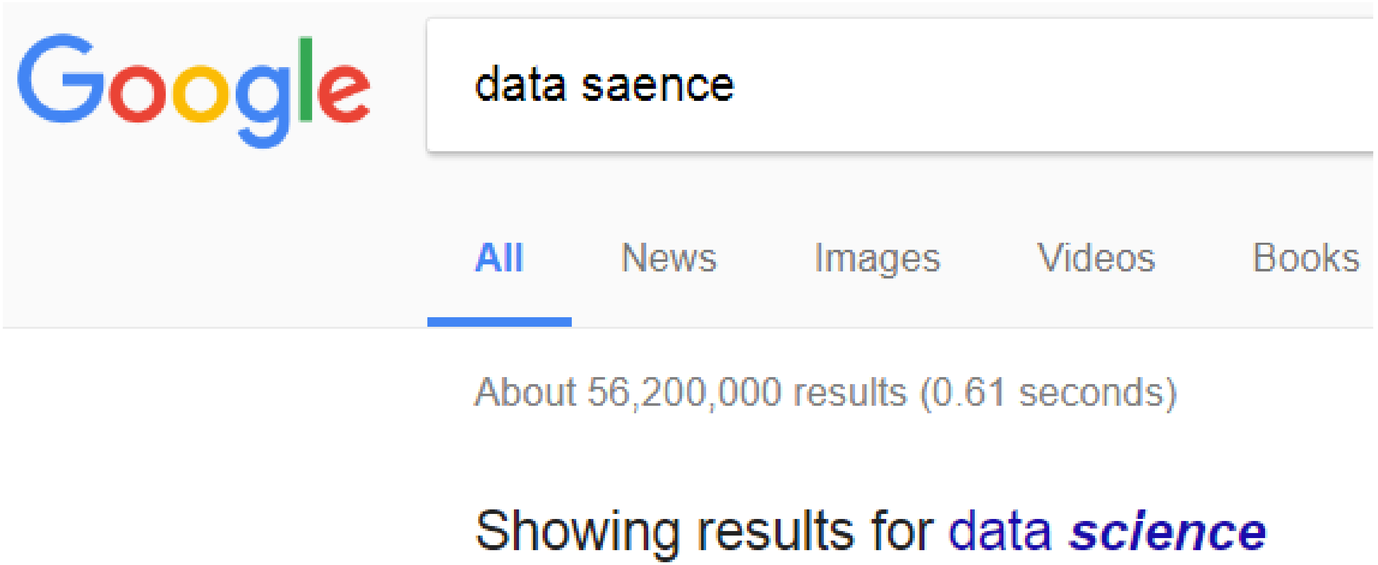
РАССТОЯНИЕ ЛЕВЕНШТЕЙНА

Минимальное количество операций вставки одного символа, удаления одного символа и замены одного символа на другой, необходимых для превращения одной строки в другую.

M	**M**	**M**	**R**	**I**	**M**	**R**	**R**
C	**O**	**N**	**N**		**E**	**C**	**T**
C	O	N	**E**	**H**	E	**A**	**D**

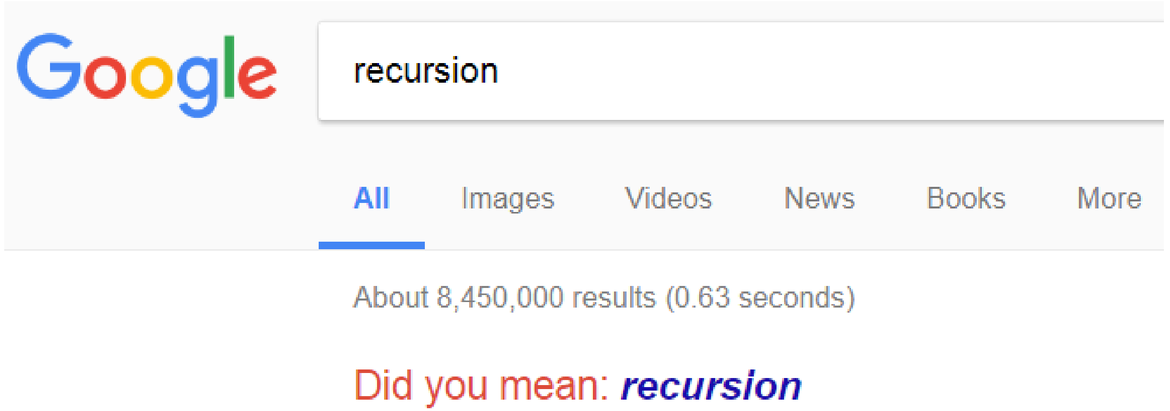
D — удалить,
I — вставить,
R — заменить,
M — совпадение

РАССТОЯНИЕ ЛЕВЕНШТЕЙНА



РАССТОЯНИЕ ДАМЕРАУ-ЛЕВЕНШТЕЙНА

То же самое, но с добавлением операции транспозиции (перестановки символов)



юмор Гугла

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 2 (ДОМАШНЕЕ)

ВРЕМЯ КОДА

LEVENSHTEIN DISTANCE.IPYNB

СЛОВА И ВЕКТОРЫ

МЕТРИКА TF-IDF

$$w_{i,j} = tf_{i,j} \times \log\left(\frac{N}{df_i}\right)$$

tf_{ij} = number of occurrences of i in j

df_i = number of documents containing i

N = total number of documents

МЕРА ВАЖНОСТИ ДОКУМЕНТА

TF (term frequency — частота слова) — отношение числа вхождений некоторого слова к общему числу слов документа

IDF (inverse document frequency — обратная частота документа) — инверсия частоты, с которой некоторое слово

встречается в документах коллекции

МЕРА ВАЖНОСТИ ДОКУМЕНТА

TF-IDF имеет много модификаций под разные задачи

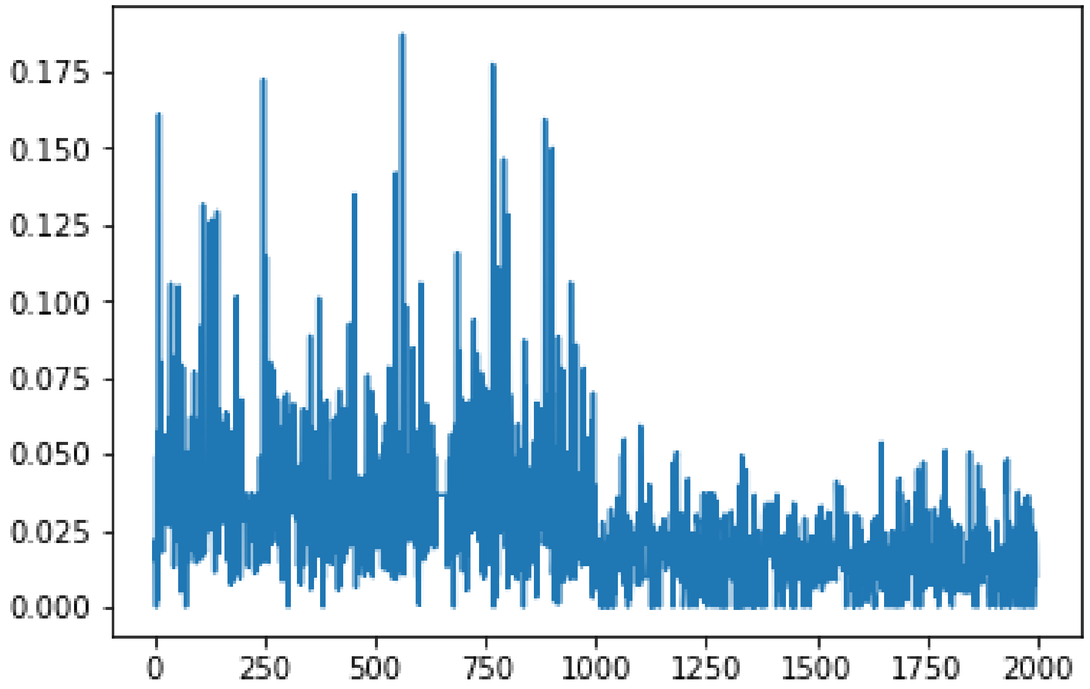
Вариант определения для поисковых систем (т. н. BM25)

Пусть дан запрос Q, содержащий слова $q_1, \ldots, q_n$, тогда функция BM25 даёт следующую оценку релевантности документа D запросу Q:

$$\mathrm{score}(D,Q) = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{IDF}(q_i) \cdot \frac{f(q_i, D) \cdot (k_1 + 1)}{f(q_i, D) + k_1 \cdot (1 - b + b \cdot \frac{|D|}{\mathrm{avgdl}})},$$

где $f(q_i, D)$ есть частота слова (англ. *term frequency, TF*) q_i в документе D, $|D|$ есть длина документа (количество слов в нём), а $avgdl$ — средняя длина документа в коллекции. k_1 и b — свободные коэффициенты, обычно их выбирают как $k_1 = 2.0$ и $b = 0.75$.

ПРИМЕР РАЗЛИЧИЯ ТЕКСТОВ ВАКАНСИЙ



Тексты бухгалтерских вакансий (1-1000) «ближе» по косинусной мере к данному тексту, чем вакансии разработчиков (тексты 1001-2000)

МОДИФИКАЦИИ TF-IDF

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПРОСОВ

Имеется набор запросов поисковика. Необходимо отнести каждый поисковый запрос к одному из наших проектов или пометить его как undef

Уникальных фраз в месяц – 30 млн. штук

Проектов для классификации – 20 штук

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПРОСОВ

1. В качестве обучающей выборки из Яндекс.Метрики берем ключевые слова, по которым переходили на проект. Количество переходов для каждой фразы тоже записываем, это наш аналог частоты

2. Считаем модифицированную метрику TF-IDF для каждого слова в запросе, беря вместо частоты количество переходов из пункта 1

3. Относим поисковый запрос к проекту с максимальным значением TF-IDF

НЕМНОГО О ВЕКТОРАХ WORD2VEC

ОПЕЧАТКИ И ПОДСКАЗКИ

Представление слов в виде векторов позволяет оценить их близость

“нятвуч”

```
яндех 0.733752369881
янекс 0.711848974228
янлекс 0.698952019215
гмайл 0.694112420082
яндес 0.676702141762
майлру 0.671700835228
яедекс 0.665594637394
янднкс 0.649016737938
меил 0.644513964653
яндек 0.640007019043
```

“асад + сирия”

```
игил 0.720687747002
ливии 0.673956394196
сирии 0.641393125057
воюет 0.627352774143
мусульмане 0.621693730354
асада 0.616143345833
ирак 0.597613811493
сирию 0.585588812828
ввела 0.583445549011
госдолг 0.579698681831
```

СЕМАНТИЧЕСКИ БЛИЗКИЕ СЛОВА

“замок+дверь”

заклинила 0.5750108361
дверной 0.542515099049
замка 0.541278779507
металлическую 0.533510
личинку 0.525701284409
заднюю 0.521266341209
багажника 0.5204059481
врезать 0.516109466553
врезной 0.508815765381
обшивку 0.508574485779

“замок + ваз”

инжектор 0.655442953
2110 0.639303267002
2107 0.638078570366
2115 0.629198908806
2114 0.612880945206
2106 0.608877778053
замка 0.605489730835
ручника 0.5999284982
2109 0.595452368259
стеклоподъемник 0.59

“замок + швейцария”

швеция 0.452736794
финляндия 0.451543
германия 0.4477606
австрия 0.43222194
шв 0.431186437607
щвеция 0.428391844
лихте 0.4273314476
футбольный 0.41752
лихтенштей 0.41578
бронза 0.411839365

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОИСК СЮЖЕТОВ

Выборка текстов новостей

спасение летчика

Cluster 8
парашют
охотиться
приземление
спецназ
ведение
вблизи
кратковременный
пытаться

гены и допинг

Cluster 27
препарат
здоровье
среднее
организм
пациент
эффект
вирус
сопровождать

санкции Турции и IT

Cluster 48
постановление
ограничение
ответный
запрет
продление
расширение
договор
оборонный
предусматривать

СХОЖЕСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

КОЭФФИЦИЕНТ ЖАККАРА

$$K = \frac{n(A \cap B)}{n(A \cup B)}$$

Отношение количества элементов, общих для множеств A и B, к общему количеству элементов в этих множествах

КОЭФФИЦИЕНТ ЖАККАРА

Удобно использовать в рекомендательных системах

Товары

Признак	Телефон 1 vs 2
Память	совпадает
Экран	разный
Процессор	совпадает

Предпочтения пользователей

Фильм	Пользователь 1	Пользователь 2
Гадкий Я	✶ ✶ ✶ ✶	✶
Мумия	✶ ✶	✶ ✶ ✶
Пираты	✶ ✶ ✶ ✶ ✶	✶ ✶ ✶ ✶ ✶

СНОВА ПРИМЕР

JACCARD.IPYNB

ПРО ПРОИЗВОЛЬНЫЕ РАССТОЯНИЯ

KNN NBA.IPYNB

KNN И РЕГРЕССИЯ

ПРОСТО ПОСМОТРИМ КОД

KNN REGRESSION.IPYNB

ЧТО МЫ СЕГОДНЯ УЗНАЛИ

ЧТО МЫ СЕГОДНЯ УЗНАЛИ

1. Метрики расстояний и близости объектов в применении к различным задачам.
2. Рассмотрели идею алгоритма KNN.
3. Реализовали на практике алгоритм KNN в задачах классификации и регрессии.

ПОЛЕЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПОЛЕЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Примеры различных корреляций
   http://www.tylervigen.com/spurious-correlations
2. Блог Open Data Science
   https://habrahabr.ru/company/ods/blog/322534/#metod-blizhayshih-sosedey
3. Еще примеры метрик
   https://ru.coursera.org/learn/supervised-learning/lecture/gqbPl/mietriki-v-knn

НЕТОЛОГИЯ
групп

Спасибо за внимание!

Алексей Кузьмин

aleksej.kyzmin@gmail.com