МАРКОВСКИЕ ЦЕПИ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЯЗЫКОВЫЕ МОДЕЛИ

Катя Герасименко

10.01.2019

По материалам Маши Шеяновой

ПРО ПРОЕКТ

Задача: рекомендательная система по новостям — по новости порекомендовать другие новости из нашего корпуса
Корпус: lenta_articles_full.zip
Как можно делать:

- поиск по словам (обратный индекс, BM-25)
- сравнение векторов (word2vec, тематическое моделирование)
- дополнительная фильтрация по темам (классифицировать по теме, предлагать статьи только из самых вероятных тем)
- можно попробовать машинное обучение с учителем, потому что у нас есть данные о том, какие статьи похожи (на одну тему), а какие - нет.
- любые другие ваши идеи

ПРО ПРОЕКТ

Проект — это один или несколько файлов с кодом (относящимся только к проекту) и все необходимые сохраненные файлы с данными.
Оцениваться будут:

- не падает ли программа
- корректность поиска релевантных новостей
- подход
- чистота и красота кода

На зачете можно будет делать проект и мы будем помогать.
Дедлайн сдачи — **12 января в 11.10**, но чем раньше — тем лучше.

INTRO

Что мы называем статистической языковой моделью?

Определение из Википедии:

A **statistical language model** is a probability distribution over sequences of words.

По-русски:

Статистическая языковая модель — это распределение вероятностей по последовательностям слов.

Что умеет языковая модель?

Какое слово в последовательности вероятнее:

Поезд прибыл на

- вокзал
- север

Какая последовательность вероятнее:

- Вокзал прибыл поезд на
- Поезд прибыл на вокзал

Зачем это может быть полезно?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Языковые модели пригождаются в огромном количестве задач:

- спеллчекинг
- автодополнение
- рапознавание речи
- рапознавание символов (Optical Character Recognition, OCR)
- машинный перевод
- реферирование текста
- порождение текста

РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ

С распознавания речи всё началось.
Что нужно для распознавания речи?

- акустическая модель (представление о фонетике языка)
- лексическая модель (о том, какими могут быть слова)
- языковая модель (вероятности последовательностей слов)

Порождение текста. Во-первых, это весело!

Яндекс.Рефераты (https://yandex.ru/referats/):

Точка перегиба оправдывает экзистенциальный принцип восприятия, открывая новые горизонты.

Плазменное образование восстанавливает элементарный платежный документ, даже с учетом публичного характера данных правоотношений.

Закон, основываясь на парадоксальном совмещении исключающих друг друга принципов характерности и поэтичности, предоставляет абстрактный голос персонажа.

Порождение текста. Во-первых, это весело!

Ветхий Алгоритм (https://twitter.com/alg_testament):

Ветхий Алгоритм @alg_testament · Jul 24

эта процедура должна работать не так, отец мой, отец мой, не бесчести имени Бога твоего.

Translate Tweet

1 33 94

Ветхий Алгоритм @alg_testament · Jul 22

Сигналы, генерируемые терминалом, возникают, когда пользователь входит в дом Господень

Translate Tweet

39 103

Ветхий Алгоритм @alg_testament · Jul 22

И поставлю Себе священника верного; он будет обладать правами суперпользователя.

Translate Tweet

1 82 217

Порождение текста. Что ещё?

Чатботы!
Например, когда Алиса понимает, что пользователь хочет поговорить, она включает болталку — порождение текста.

Это может быть не только развлечение, но и психологическая помощь человеку.

МАШИННЫЙ ПЕРЕВОД

Чтобы перевести последовательность слов правильно, нам мало знать самый вероятный перевод.

Важно знать знать, насколько вообще вероятна подобранная последовательность **в целевом языке**.

Немного теории вероятностей

ВЕРОЯТНОСТЬ: КЛАССИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Вероятностью события A называют отношение числа **m благоприятствующих** этому событию исходов к общему числу **n всех элементарных исходов** (равновозможных несовместных).

$$P(A) = \frac{m}{n}$$

Пример: бросок монетки. O — выпал орёл, P — выпала решка.
Элементарные исходы: {O, P}.
Равновозможность — монетка честная, P(O) == P(P).

$$P(O) = \frac{1}{2}$$

ВЕРОЯТНОСТЬ СОБЫТИЯ

Пусть есть некоторый корпус (26 слов):

I wanna sleep. I wanna play with you. You wanna skate with me. You want to sleep in your bed. You want to play with me.

Событие X — мы случайным образом выбрали из текста слово wanna. Оцените P(X)?

ВЕРОЯТНОСТЬ СОБЫТИЯ

(26 слов)
I *wanna* sleep. I *wanna* play with you. You *wanna* skate with me. You want to sleep in your bed. You want to play with me.

Событие X — мы случайным образом выбрали из текста слово wanna. Оцените P(X)?

$$P(X) = \frac{3}{26}$$

Событие Y — мы случайным образом выбрали из текста слово sleep. Оцените P(Y)?

Условная вероятность

Вероятность наступления события A, при условии наступления события B, называется условной вероятностью A (при данном условии) и обозначается P(A|B).
Пусть AB — события A и B, произошедшие одновременно, или одно за другим. Тогда P(A|B) будет равна $P(A|B) = n_{AB}/n_B$.
Подставляем числитель и знаменатель в формулу вероятности:

$$P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(B)}$$

Теорема умножения вероятностей:

$$P(AB) = P(A|B) \times P(B)$$

УСЛОВНАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ

I **wanna** *sleep*. I **wanna** play with you. You **wanna** skate with me. You want to *sleep* in your bed. You want to play with me.

Дано: мы уже сказали слово ”wanna” (событие X произошло).
Теперь мы хотим случайным образом выбрать слово после wanna.

Событие Y — мы случайным образом выбрали из текста слово sleep. Оцените P(Y|X), то есть вероятность, что следующим после wanna словом мы выбрали из текста слово sleep.

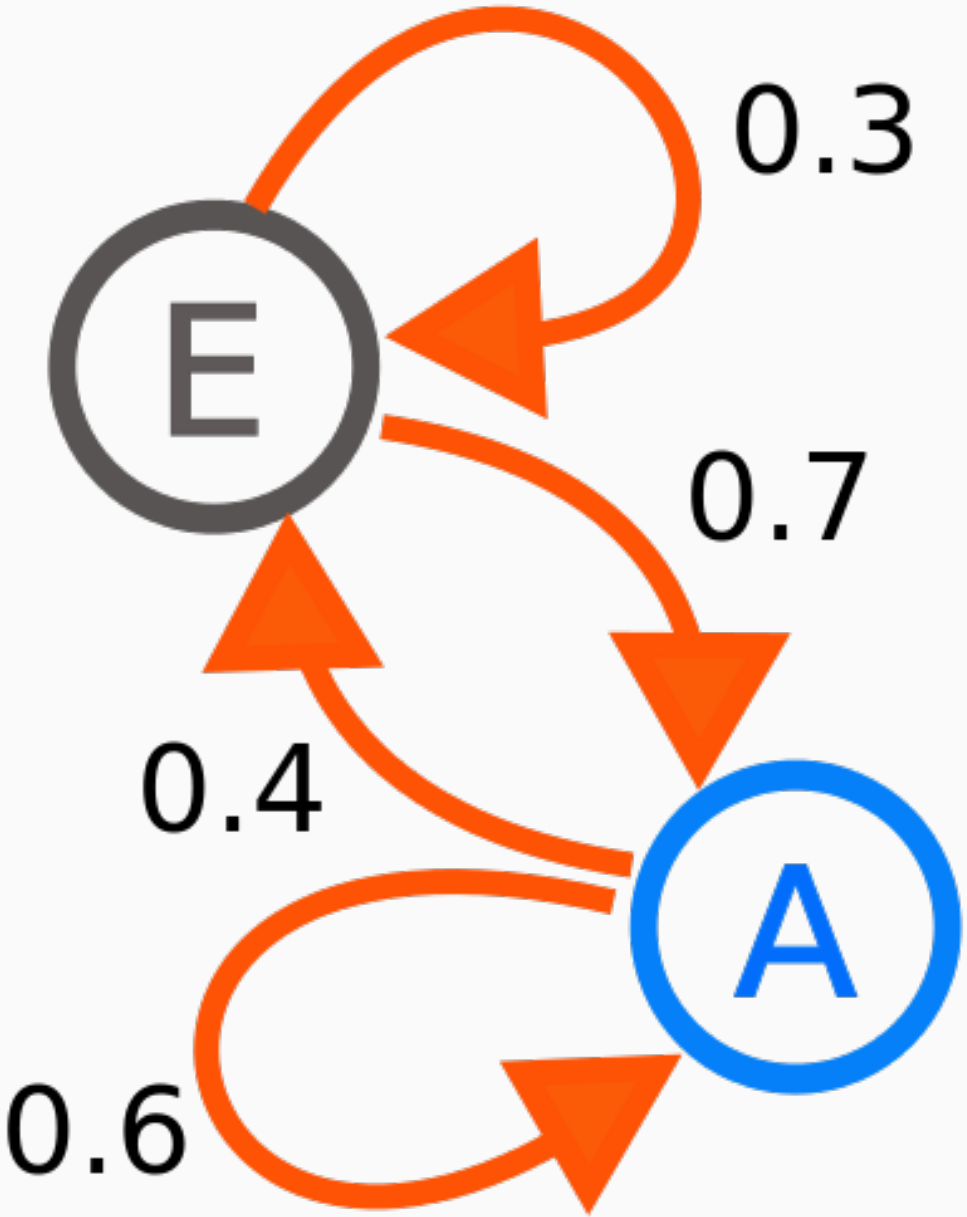
Марковские цепи

МАРКОВСКИЕ ЦЕПИ

Последовательность случайных событий с конечным / счётным числом исходов, такая, что при фиксированном настоящем будущее независимо от прошлого. Иными словами — следующее событие зависит только от настоящего.

Можно смотреть на марковскую цепь как на частный случай **взвешенного конечного автомата**.

МАРКОВСКИЕ ЦЕПИ



ЧТО УМЕЕТ ЯЗЫКОВАЯ МОДЕЛЬ — ФОРМАЛЬНО

- Оценивать вероятность той или иной последовательности слов в языке

$$P(W) = P(w_1, ..., w_n)$$

(дискриминативная модель)

- Предсказывать наиболее вероятное следующее слово при условии уже известного ряда слов

$$P(w_n|w_1, ..., w_n-_1))$$

(генеративная модель)

Статистической языковой моделью называется такая модель, которая умеет делать хотя бы один из пунктов.

ВЕРОЯТНОСТЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Пусть $w_{1:n} = w_1, \ldots, w_m$ – последовательность слов.

Точная оценка вероятности этой последовательности — **цепное правило**:

$$P(X_1, ..., X_n) = P(X_1)P(X_2|X_1)...P(X_n|X_1, ..., X_{n-1}))$$

Вероятность следующего слова:

$$P(X_n|X_1, ..., X_{n-1})) = \frac{P(X_1, ..., X_n)}{P(X_1, ..., X_{n-1}))}$$

Но оценить $P(w_k|w_{1:k-1})$ не легче!

МАРКОВСКОЕ ДОПУЩЕНИЕ

Мы пользуемся **марковским предположением**:

текущее состояние зависит лишь от конечного числа предыдущих состояний

Иными словами:

$$P(w_i|w_1...w_{i1}) \approx P(w_i|w_{in}+_1...w_{i1})$$

Марковские цепи и n-граммные модели

Переходим к n-граммам: $P(w_{i+1}|w_{1:i}) \approx P(w_{i+1}|w_{i-n:i})$, то есть, учитываем $n-1$ предыдущее слово. Т.е. используем Марковские допущения о длине запоминаемой цепочки.

Модель

- униграмм: $P(w_k)$
- биграмм: $P(w_k|w_{k-1})$
- триграмм: $P(w_k|w_{k-1}w_{k-2})$

ПРОБЛЕМЫ

- Незнакомые слова
- Нули в матрице переходов -> когда считаем вероятность последовательности, ноль в произведении обнуляет всю последовательность
- Концептуальная проблема: помнит только несколько предыдущих слов

ПРОБЛЕМЫ

Решения:

- От незнакомых слов:
  - иметь фиксированный словарь и в корпусе заменять на ‘<UNK>‘ все, что не в этом словаре
  - заменять в корпусе редкие слова на ‘<UNK>‘
- От нулей в переходах - smoothing
  - Discounting - давать нулям ненулевые вероятности, «отнимая» их от вероятностей существующих переходов
  - Backoff, interpolation - использовать данные о вероятностях меньшего контекста (триграммы -> биграммы -> униграммы)

Другие подходы: нейронные модели

Нейронные модели показывают лучшие результаты, потому что лучше обобщают поведение похожих слов и запомнинают всю историю.
Бывают пословные и посимвольные.
Пословные используют векторные представления слов (эмбеддинги), посимвольные — one-hot encoding. Ключевые слова:

- RNN — рекуррентные нейронные сети
- LSTM — long short-term memory — подвид RNN с долговременной памятью

Спасибо за внимание!

Вопросы?