

МОЛОДЕЖНЫЙ КОНКУРС НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НИВЦ
1 ДЕКАБРЯ 2022, МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

Обладают ли нейронные сети знанием грамматики? Оценка языковой способности нейронных моделей

Ксения Студеникина

Аспирант 1 года кафедры теоретической и
прикладной лингвистики филологического факультета
Программист Лаборатории автоматизированных
лексикографических систем НИВЦ
МГУ им. М.В. Ломоносова

Приоритетное направление:

Математическое моделирование, методы вычислительной и прикладной математики и их применение к фундаментальным исследованиям в различных областях знаний и в нанотехнологиях.

Длительность исследования: 6 месяцев

1. Актуальность исследования

- Нейронные сети демонстрируют высокий уровень обработки естественного языка
- Появление новых языковых моделей → необходимость их сравнения
- Бенчмарк – ресурс для обучения, оценки и анализа языковых моделей
- Russian SuperGLUE [Shavrina et al 2020] – степень понимания смысла текста:
 - разрешение семантической неоднозначности [Panchenko et al. 2018]
 - логический вывод по тексту [de Marneffe et al. 2019]
 - поиск ответа на вопрос в тексте [Glushkova et al. 2020]

2. Проблема

- Обладают ли нейронные сети имплицитным знанием грамматики?
- Умение оценивать грамматическую правильность предложения на родном языке – ключевое свойство языковой способности человека [Chomsky 1965]
- Оценки грамматичности/приемлемости = суждения о правильности языкового выражения
 - моделирование языковой способности человека
 - оценка языковой способности нейронных моделей

3. Задача

- Изучить способность нейронных моделей к усвоению грамматики
 - Автоматическая оценка грамматичности языковых выражений
 - На материале русского языка

4. Материал исследования

- Механизм согласования по числу подлежащего и сказуемого:

• Студент_ рассуждал_	1	} грамматичные
• Студенты_ рассуждали_	1	
• Студент_ рассуждали_	0	} неграмматичные
• Студенты_ рассуждал_	0	

- Минимальные пары → отличаются только числом существительного и глагола при идентичности лексического наполнения

4. Материал исследования

ОДУШЕВЛЕННОСТЬ

- Формы И.п. и В.п. различаются
- Высокая точность классификации
 - Студент_ знал_ охранников_ 1
 - Студент_ знали_ охранников_ 0
 - Охранников_ знал_ студент_ 1
 - Охранников_ знали_ студент_ 0

НЕОДУШЕВЛЕННОСТЬ

- Формы И.п. и В.п. совпадают
- Низкая точность классификации
 - Студент_ знал_ рассказы_ 1
 - Студент_ знали_ рассказы_ 0
 - Рассказы_ знал_ студент_ 1
 - Рассказы_ знали_ студент_ 0

4. Материал исследования

СИНТАКСИЧЕСКАЯ СЛОЖНОСТЬ

- Сложноподчиненное предложение
 - Писатели говорили , что студенты рассуждали 1
 - Писатели говорили , что студенты рассуждал 0
- Зависимое существительное при подлежащем
 - Студент рядом с писателями рассуждал 1
 - Студент рядом с писателями рассуждали 0
- Субъектное зависимое предложение при подлежащем
 - Студент , который знал охранников , рассуждал 1
 - Студент , который знал охранников , рассуждали 0
- Объектное зависимое предложение при подлежащем
 - Студент , которого знали охранники , рассуждал 1
 - Студент , которого знали охранники , рассуждали 0

5. Обучение и тестирование моделей

- Трансферное обучение
 - обучение – 80%
 - валидация – 10%
 - тестирование – 10%
- Модели для русского языка
 - ruBERT [Kuratov & Arkhipov 2019]
 - Russian RoBERTa [Blinov & 2020]
- Мультиязычные модели
 - multilingual BERT (104 языка) [Devlin et al. 2018]
 - SlavicBERT (4 языка) [Arkhipov et al. 2019]
 - XLM RoBERTa(15 языков) [Lample & Conneau 2019]

6. Оценка языковой способности

6.1. Общие результаты тестирования моделей

- Наиболее высокие результаты демонстрируют модели на основе архитектуры BERT
- Более низкие результаты достигаются на основе архитектуры RoBERTa

№	Модель	Точность	Коэффициент корреляции Мэтьюса
1	ruBERT	0.986	0.972
	multilingual BERT		
2	Slavic BERT	0.971	0.944
3	Russian RoBERTa	0.771	0.538
4	XLM Roberta	0.571	0.329

6. Оценка языковой способности

6.2. Сравнение результатов для одушевленных и неодушевленных существительных

- Все языковые модели оказались восприимчивы к совпадению падежных форм
 - Продемонстрировали больше ошибок при для неодушевленных существительных

Существительное	ruBERT	multilingual BERT	Slavic BERT	Russian RoBERTa	XLNet Roberta
Одушевленное	1.0	1.0	1.0	0.8	0.629
Неодушевленное	0.971	0.971	0.943	0.743	0.514

6. Оценка языковой способности

6.3. Сравнение результатов для синтаксических структур различной степени сложности

- Для моделей ruBERT, SlavicBERT и Russian RoBERTa наблюдается больше ошибок для предложений со сложной синтаксической структурой
- Модели multilingual BERT и XLM Roberta допускают ошибки вне зависимости от синтаксической сложности структуры

№	Тип предложения	ruBERT	multilingual BERT	Slavic BERT	Russian RoBERTa	XLM Roberta
1	Простое предложение с подлежащим	1.0	0.9	1.0	0.9	0.3
2	Простое предложение с подлежащим и дополнением, прямой порядок слов	1.0	1.0	1.0	0.8	0.6
3	Простое предложение с подлежащим и дополнением, обратный порядок слов	1.0	1.0	0.8	0.6	0.5
4	Сложноподчиненное предложение	0.9	1.0	1.0	0.8	0.4
5	Простое предложение с зависимым существительным при подлежащем	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7
6	Сложное предложение с субъектным зависимым предложением при подлежащем	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
7	Сложное предложение с объектным зависимым предложением при подлежащем	1.0	1.0	1.0	0.6	0.8

7. Результаты

- Языковые модели на основе трансформеров показывают высокие результаты при дообучении на задачу оценки грамматичности.
- Усвоение правил предикативного согласования между подлежащим и сказуемым проходит успешно.
 - Понижается качество классификации при оценке предложений с неодушевленными существительными, для которых совпадают формы И.п. и В.п.
 - Синтаксическая структура оказывается значимой для русскоязычных моделей и модели для славянских языков, но не влияет на распределение ошибок для мультязычных моделей.

8. Научная и практическая значимость

- При обучении на больших массивах текстов трансформеры «выучивают» грамматику
- Рейтинг по точности классификации может быть использован при выборе модели для решения задач обработки естественного языка, где требуется знание грамматики:
 - морфологический анализ: определение частей речи, приведение слова к словарной форме
 - синтаксический анализ: выявление синтаксических связей между словами в предложении, построение синтаксической структуры предложения

9. Перспективы продолжения исследования

- Оценка языковой способности на основе различных контекстов согласования в русском языке: предикативного согласования по роду, лицу, числу и атрибутивного согласования по роду, числу
- Расширение датасета и его использование для автоматического моделирования правил согласования и для разграничения контекстов вариативного и невариативного согласования

Библиография

- Chomsky N. Aspects of the theory of syntax Cambridge // Multilingual Matters: MIT Press. – 1965.
- De Marneffe M. C., Simons M., Tonhauser J. The CommitmentBank: Investigating projection in naturally occurring discourses // Proceedings of Sinn und Bedeutung. – 2019 –23(2) – pp. 107–124.
- Glushkova T., Machnev A., Fenogenova A., Shavrina T., Artemova E., Ignatov, D. I. DaNetQA: A Yes/No Question Answering Dataset for the Russian Language // International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts. – Springer, Cham, 2020 – pp. 57–68.
- Panchenko A., Lopukhina A., Ustalov D., Lopukhin K., Arefyev N., Leontyev A., Loukachevitch N. RUSSE'2018: a shared task on word sense induction for the Russian language // Papers from the Annual International Conference “Dialogue”. – RSUH, Moscow, 2018 – pp. 547–564.
- Shavrina T., Fenogenova A., Emelyanov A., Shevelev D., Artemova E., Malykh V., Mikhailov V., Tikhonova M., Chertok A., Evlampiev A. RussianSuperGLUE: A Russian language understanding evaluation benchmark //arXiv preprint arXiv:2010.15925. – 2020.

Благодарность сотрудникам Лаборатории автоматизированных лексикографических систем

- д.ф.н. Екатерина Анатольевна Лютикова
- д.ф.н. Павел Валерьевич Гращенко
- Анастасия Алексеевна Герасимова

Данные исследования представлены по ссылке:

<https://github.com/Xeanst/Grammaticality-judgements-with-neural-language-models>

Спасибо за внимание!

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00037, реализуемого в МГУ имени М.В. Ломоносова, <https://rscf.ru/project/22-18-00037/> .