

Серелекс: поиск и визуализация семантически связанных слов

Панченко А.И.^{1,2}, Романов П.В.², Романов А.В.¹,
Филиппович А.Ю.², Филиппович Ю.Н.², Морозова О.И.¹

¹ Université catholique de Louvain, Лувен, Бельгия

² МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье представлена семантическая система Серелекс, которая выдает в ответ на поисковый запрос список семантически связанных с ним слов. В настоящее время система работает только на английском языке, ведутся также разработки для французского и русского языков. Слова ранжируются в соответствии с оригинальной метрикой семантической близости, обученной на корпусе естественно-языковых текстов. Точность работы системы сравнима с аналогами, основанными на WordNet и словарях. При этом система использует только информацию, извлеченную непосредственно из текстов. Исследование показывает, что пользователи полностью удовлетворены результатами поиска семантически связанных слов в 70% случаев.

Ключевые слова: метрика семантической близости; визуализация семантических отношений.

1 Введение

В данной статье представлена система Серелекс, которая выдает в ответ на английский запрос список связанных с ним слов в порядке их семантической близости¹. Программа помогает изучить

¹ Данная статья является расширенной версией [1].

значение иностранных слов и интерактивно исследовать связанные лексические единицы и их семантические поля. В отличие от аналогичных систем, основанных на словарях и тезаурусах, таких как *Thesaurus.com* или *VisualSynonyms.com*, Серелекс использует информацию, извлечённую из корпуса естественно-языковых текстов и не использует информацию из семантических ресурсов, например WordNet (BabelNet ², ConceptNet ³ или UBY ⁴). В основе системы лежит оригинальная метрика семантической близости, использующая лексико-синтаксические шаблоны [2]. Согласно экспериментам, точность использованного подхода сопоставима с существующими метриками. Кроме этого, представляемая система характеризуется большим лексическим покрытием, чем аналоги, основанные на словарях, предлагает три альтернативных способа визуализации результатов запроса (в виде списка, графа и набора изображений) и имеет открытый исходный код.

2 Система

Серелекс находится в открытом доступе в интернете ⁵. Система состоит из экстрактора, сервера и пользовательского интерфейса (см. Рис. 1). Задача экстрактора заключается в извлечении семантических отношений между словами из корпуса естественно-языковых текстов на английском языке. Извлечённые отношения сохраняются в базе данных. Сервер обеспечивает быстрый доступ к извлечённым отношениям через HTTP. Пользователь взаимодействует с системой через веб-интерфейс или API. Исходный код системы, данные и скрипты оценки качества работы доступны на условиях лицензии LGPLv3 ⁶.

Экстрактор. Подсистема извлечения семантических отношений основана на метрике семантической близости *PatternSim* и формуле ранжирования *Efreq-Rnum-Cfreq-Pnum* [2]. Метрика семантической близости использует лексико-синтаксические шаблоны, подобно [3]. Данные шаблоны извлекают из корпуса текстов множество конкордансов, таких как:

- such diverse {[occupations]} as {[doctors]}, {[engineers]} and {[scientists]}
- such {non-alcoholic [sodas]} as {[root beer]} and {[cream soda]}

² <http://lcl.uniroma1.it/bnexplorer/>

³ <http://conceptnet5.media.mit.edu/>

⁴ <https://uby.ukp.informatik.tu-darmstadt.de/webui/tryuby/>

⁵ <http://serelex.cental.be> или <http://serelex.it-claim.ru>

⁶ <http://serelex.cental.be/page/about>

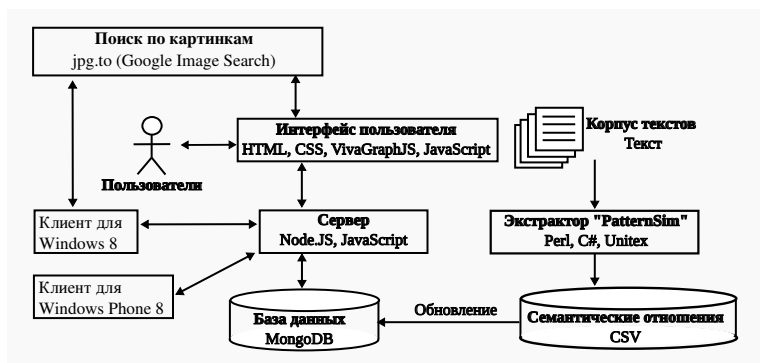


Рис. 1. Архитектура системы.

Название	# Документов	# Словоформ	# Лемм	Размер
Википедия	2,694,815	$2,026 \cdot 10^9$	3,368,147	5.88 Гб
ukWaC	2,694,643	$0.889 \cdot 10^9$	5,469,313	11.76 Гб
Википедия + ukWaC	5,387,431	$2.915 \cdot 10^9$	7,585,989	17.64 Гб

Таблица 1. Корпуса текстов, использованные системой.

- {traditional[food]}, such as {[sandwich]}, {[burger]}, and {[fries]}
- {[mango]}, {[pineapple]}, {[jackfruit]} and other{[fruits]}
- {primitive [snake]}, such as {[boa]} and {[python]}
- {[France]}, {[Belgium]} and other {European [countries]}

Слова в конкордансах были лемматизированы с помощью словаря DELA ⁷. Семантическое сходство двух лемм пропорционально количеству конкордансов, в которых они совместно встретились. Однако окончательное значение семантической близости вычисляется с учетом и других факторов, таких как частота слов в корпусе и количество извлеченных отношений для каждого из слов [2]. Было произведено извлечение отношений из коллекции текстовых документов, состоящей из заголовков статей Википедии и корпуса ukWaC [4] (см. Таблицу 1). Обработка данного корпуса заняла около 72 часов на стандартном компьютере (Intel i5, 4Гб ОЗУ, HDD 5400 об/мин). В результате извлечения было выявлено 11,251,240 нетипизированных семантических отношений, таких как $\langle Canon, Nikon, 0.62 \rangle$, между 419,751 леммами.

Сервер. Сервер возвращает множество связанных слов для каждого запроса, отсортированных согласно их семантической близости,

⁷<http://infolingu.univ-mlv.fr/>, доступен на условиях лицензии LGPLLLR

сохранённой в базе данных. Запросы перед обработкой лемматизируются при помощи словаря DELA. Для слов, на которые не нашлось ни одного результата, выполняется приблизительный поиск с помощью расстояния Левенштейна. Система позволяет импортировать семантические отношения в формате CSV, которые были извлечены альтернативными экстракторами.

Пользовательский интерфейс. Для работы с системой можно использовать доступ через веб-интерфейс, приложения для платформы Windows 8, Windows Phone либо RESTful веб-сервис. Веб-интерфейс состоит из трёх основных элементов: строки поиска, списка результатов и графа результатов (см. Рис. 2). Пользователь взаимодействует с системой, формулируя поисковый запрос, который может быть выражен словом, таким как “mathematics”, или словосочетанием, таким как “computational linguistics”.

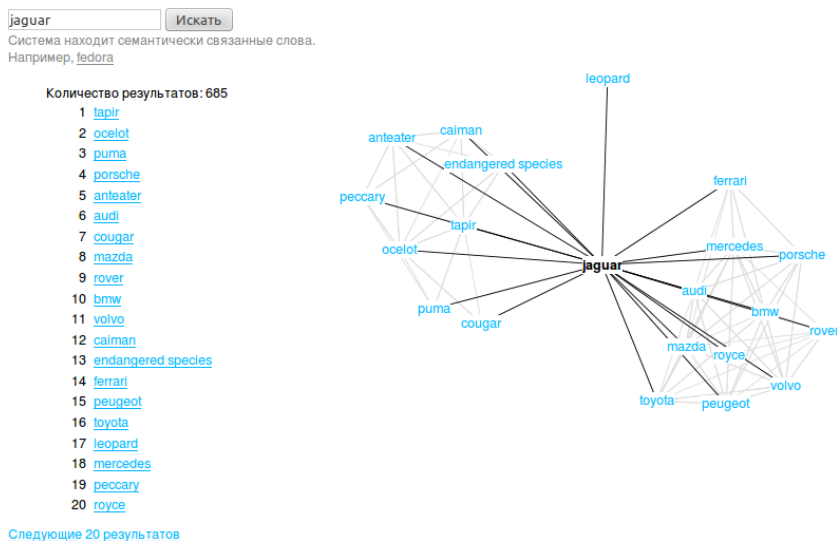


Рис. 2. Визуализация результатов поиска.

Кроме графового интерфейса пользователя, реализован интерфейс, основанный на изображениях. При этом всю рабочую область занимает графическое представление слов, связанных с результатами поиска. Выбор изображений осуществляется на основе веб-сервиса [jpg.to](#)⁸. Кликнув на изображение, пользователь может

⁸<http://jpg.to/about.php>. Данный сервис использует Google Image Search: <http://images.google.ru/>.

перейти к словам, семантически связанным с словом, представленном на изображении.

pizza

Система находит семантически связанные слова.
Например, Vienna

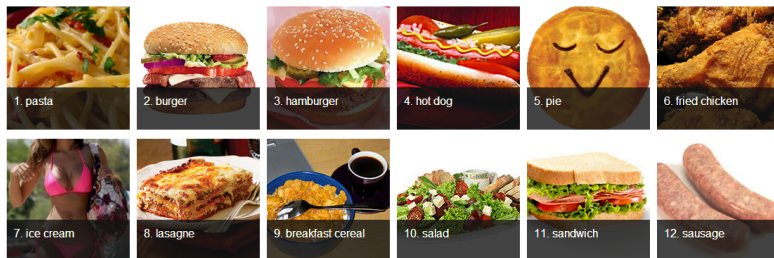


Рис. 3. Интерфейс основанный на изображениях.

В дополнение к веб-интерфейсу были разработаны приложения для Windows 8 ⁹ и Windows Phone ¹⁰. Данные клиенты используют веб-сервис Серелекса для получения результатов запросов и сервис jrg.to для получения изображений (см. Рис. 1). Приложения выполнены с учетом рекомендаций по построению пользовательского интерфейса приложений для Windows и Windows Phone, а их исходный код является открытым ¹¹. В рамках создания приложений для Windows была создана переносимая библиотека классов (Portable Class Library), которая может быть полезна для доступа к веб-сервису Серелекса из сторонних приложений. Отличительной особенностью клиента системы для Windows Phone является то, что он позволяет сразу же выполнить поиск в Google по результатам запроса (см. Рис. 5).

3 Результаты

Оценим качество работы системы, проведя четыре эксперимента, подробное описание которых приведено в [2].

3.1 Корреляция с суждениями о семантической близости

Для оценки корреляции с суждениями о семантической близости использовались три проверочных набора данных широко, распро-

⁹<http://apps.microsoft.com/windows/app/lsse/48dc239a-e116-4234-87fd-ac90f030d72>

¹⁰<http://www.windowsphone.com/s?appid=dbc7d458-a3da-42bf-8da1-de49915e0318>

¹¹<https://github.com/jgc128/Serelex4Win>

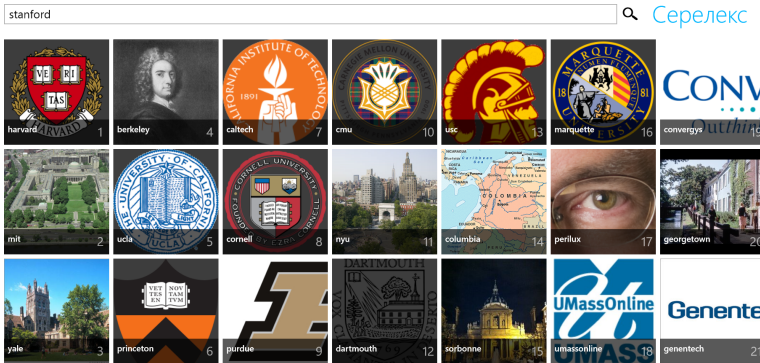


Рис. 4. Клиент системы для платформы Windows 8.

страненных в англоязычной литературе по лексической семантике: *MC* [5], *RG* [6] и *WordSim* [7]. Данные коллекции содержат множество пар слов, для каждой из которых вручную задана мера их семантической близости:

- automobile; car; 3.92
- brother; monk; 2.84
- glass; magician; 0.11

Согласно результатам проведенных экспериментов корреляция Спирмена между значениями семантической близости, предоставляемыми системой, и суждениями субъектов достигает 0.665, 0.739 и 0.520 для *MC*, *RG* и *WordSim* соответственно. Данные характеристики Серелекс сравнимы с показателями существующих метрик семантической близости, основанных на WordNet (*WuPalmer* [8], *LeacockChodorow* [9], *Resnik* [10]), словарях (*ExtendedLesk* [11], *GlossVectors* [12], *WiktionaryOverlap* [13]) и корпусах текстов (*ContextWindow* [14], *SyntacticContext* [14], *LSA* [15]).

3.2 Ранжирование семантических отношений

В данном тесте нужно отсортировать некоторое множество слов по семантической близости с заданным словом. Например, дано 50 слов, 25 из которых связано со словом “alligator”, а 25 других с ним не связано. Задача системы в ранжировании слов таким образом, чтобы семантически связанные термины имели более высокий ранг:

- 1; alligator; animal (related)
- ...
- 25; alligator; lizard (related)
- 26; alligator; twin (random)

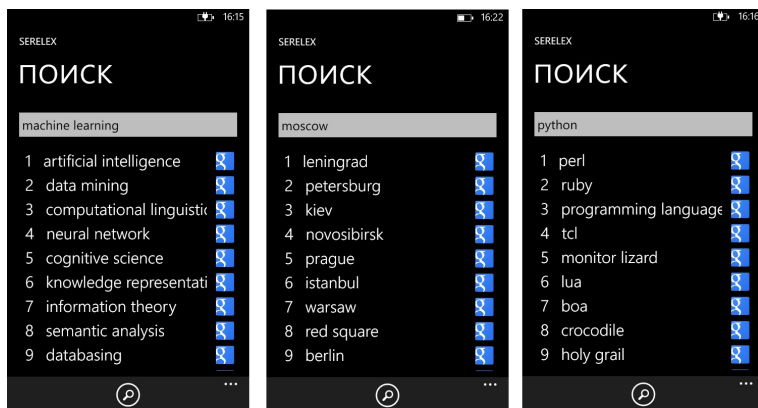


Рис. 5. Клиент системы для Windows Phone 8.

```
— ...
— 50; alligator; electronic (random)
```

Данный тест основан на наборе семантических отношений BLESS [16] и SN [17]. Точность Серелекса на данной задаче сопоставима с 9 названными выше альтернативными метриками, однако полнота серьезно ниже в связи с разреженностью подхода, основанного на шаблонах (см. Рис 6 (a)).

3.3 Извлечение семантических отношений

Кроме двух описанных выше тестов, была оценена точность извлечения семантических отношений 49 слов из лексикона *RG*. В данном эксперименте трем ассессорам было предложено аннотировать результаты поиска и указать для каждого из 50 первых результатов поиска, является ли он релевантным или нет. Например, для запроса “fruit”:

```
— 1; vegetable (relevant)
— 2; mango (relevant)
— ...
— 50; house (non-relevant)
```

На основании полученной статистики вычислена точность для k , где $k \in \{1, 5, 10, 20, 50\}$. Согласно результатам данного эксперимента, приведенным на Рис 6 (б), средняя точность извлечения варьируется между 74% (для первого результата, $k = 1$) и 56% (50 первых результатов, $k = 50$). Зафиксирована значительная степень согла-

сия ассессоров для данного эксперимента в терминах каппы Флейса (0.61-0.80).

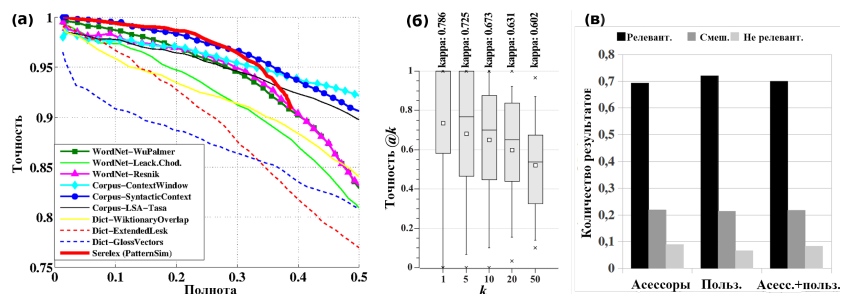


Рис. 6. Результаты: (а) задача ранжирования семантических отношений; (б) задача извлечения семантических отношений; (в) удовлетворенность пользователей первыми 20 результатами поиска.

3.4 Удовлетворенность пользователей качеством поиска

Каждому из 23-х ассессоров, участвующих в исследовании, было предложено выбрать 20 запросов по своему усмотрению и оценить первые 20 результатов поиска как релевантные, нерелевантные или как частично релевантные. В результате данной оценки собранно 460 суждений ассессоров и 233 суждения анонимных пользователей системы. Пользователи и ассессоры вместе осуществили 594 уникальных запроса. В соответствии с этим экспериментом, результаты поиска являются релевантными для 70% запросов и нерелевантными для 10% запросов (см. Рис 6 (в)). В 20% случаев первые 20 результатов оказались частично релевантными.

4 Выводы

Разработана система Серелекс, которая позволяет осуществлять поиск семантически связанных слов. Оценка качества работы системы на четырех экспериментах показала, что точность системы сопоставима с аналогичными разработками, предложенными ранее. При этом в отличие от большинства аналогов Серелекс не использует составленные вручную словари. За счет этого достигается лучшее лексическое покрытие, т.к. семантические отношения извлекаются непосредственно из текста. Опрос пользователей показал, что первый результат поиска релевантен в 74% случаях и в 70% запросов пользователи полностью удовлетворены первыми 20 результатами.

Список источников

1. Panchenko, A., Romanov, P., Morozova, O., Naets, H., Romanov, A., Philippovich, A., Fairon, C.: Serelex: Search and visualization of semantically related words. In Proceedings of the 35th European Conference in Information Retrieval (2013)
2. Panchenko, A., Morozova, O., Naets, H.: A semantic similarity measure based on lexico-syntactic patterns. In: Proceedings of KONVENS 2012. (2012) 174–178
3. Hearst, M.A.: Automatic acquisition of hyponyms from large text corpora. In: ACL. (1992) 539–545
4. Baroni, M., Bernardini, S., Ferraresi, A., Zanchetta, E.: The wacky wide web: A collection of very large linguistically processed web-crawled corpora. LREC **43**(3) (2009) 209–226
5. Miller, G.A., Leacock, C., Teng, R., Bunker, R.T.: A semantic concordance. In: Proceedings of the workshop on Human Language Technology, ACL (1993) 303–308
6. Rubenstein, H., Goodenough, J.B.: Contextual correlates of synonymy. ACM **8**(10) (1965) 627–633
7. Finkelstein, L., Gavrillovich, E., Matias, Y., Rivlin, E., Solan, Z., Wolfman, G., Rupp, E.: Placing search in context: The concept revisited. In: WWW 2001. (2001) 406–414
8. Wu, Z., Palmer, M.: Verbs semantics and lexical selection. In: ACL'1994. (1994) 133–138
9. Leacock, C., Chodorow, M.: Combining Local Context and WordNet Similarity for Word Sense Identification. WordNet (1998) 265–283
10. Resnik, P.: Using Information Content to Evaluate Semantic Similarity in a Taxonomy. In: IJCAI. Volume 1. (1995) 448–453
11. Banerjee, S., Pedersen, T.: Extended gloss overlaps as a measure of semantic relatedness. In: IJCAI. Volume 18. (2003) 805–810
12. Patwardhan, S., Pedersen, T.: Using WordNet-based context vectors to estimate the semantic relatedness of concepts. Making Sense of Sense: Bringing Psycholinguistics and Computational Linguistics Together (2006) 1–12
13. Zesch, T., Müller, C., Gurevych, I.: Extracting lexical semantic knowledge from wikipedia and wiktionary. In: LREC'08. (2008) 1646–1652
14. Van de Cruys, T.: Mining for Meaning: The Extraction of Lexico-Semantic Knowledge from Text. PhD thesis, University of Groningen (2010)

15. Landauer, T.K., Foltz, P.W., Laham, D.: An introduction to latent semantic analysis. *Discourse processes* **25**(2-3) (1998) 259–284
16. Baroni, M., Lenci, A.: How we blessed distributional semantic evaluation. In: *GEMS (EMNLP)*, 2011. (2011) 1–11
17. Panchenko, A., Morozova, O.: A study of hybrid similarity measures for semantic relation extraction. *EACL 2012* (2012) 10