Модуль оценки качества векторного представления графов

Сравнение с альтернативными реализациями:

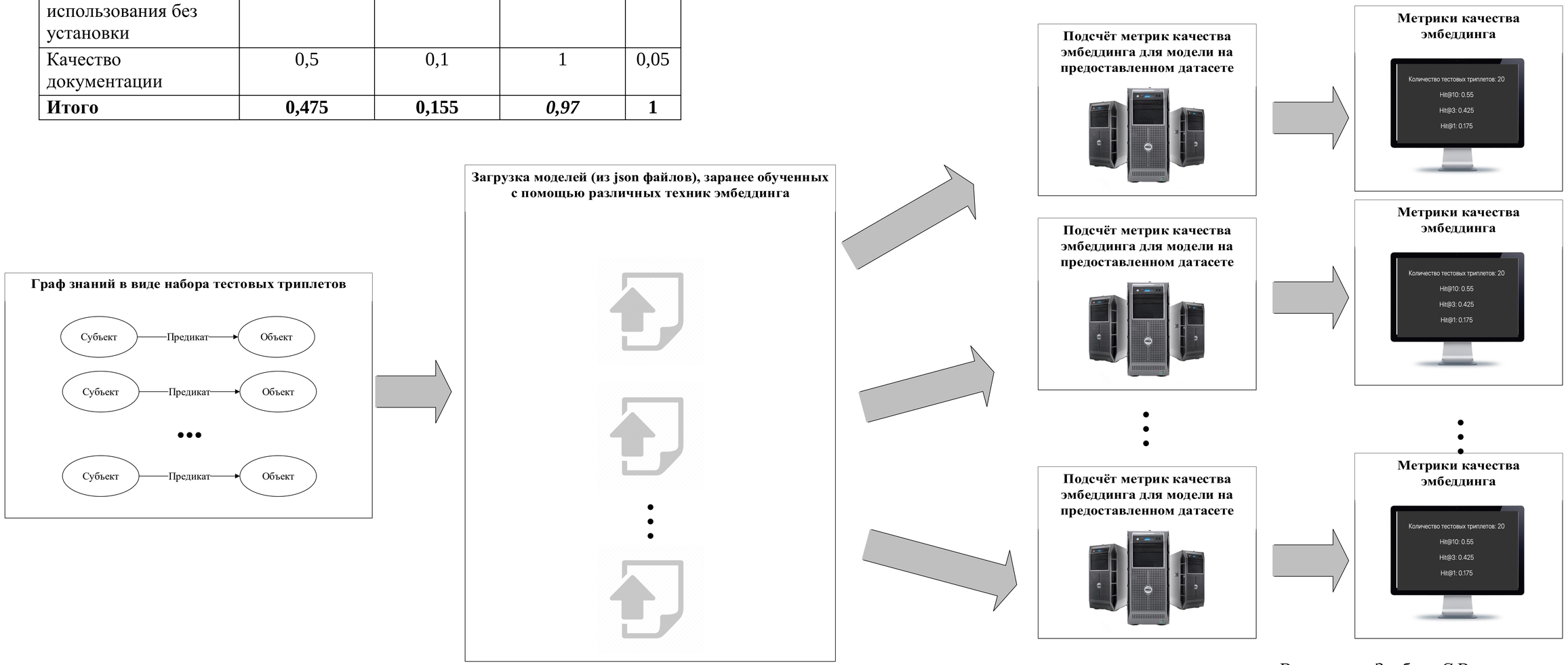
Параметр	OpenKE	Mana-ysh	***Модуль KGE***	α
Реализация базовых техник эмбединга	1	0,6	1	0,25
Возможность получения метрики среднего ранга	1	0	1	0,2
Возможность получения метрик типа Hit@N	0	0	1	0,3
Наличие графического интерфейса	0	0	0,8	0,15
Возможность использования без установки	0	0	1	0,05
Качество документации	0,5	0,1	1	0,05
Итого	**0,475**	**0,155**	***0,97***	**1**

Цель работы:

разработать и предоставить пользователю модуль, позволяющий проводить оценку качества эмбеддинга (встраивания в векторное пространство) графа знаний. Модуль выдаёт пользователю метрики качества эмбеддинга графа на тестовом датасете для сравнения техник эмбеддинга и упрощения выбора подходящей техники. Также разработанный модуль с веб-интерфейсом можно использовать в качестве обучающего стенда при изучении эмбеддинга графа знаний.

Список решённых в работе задач:

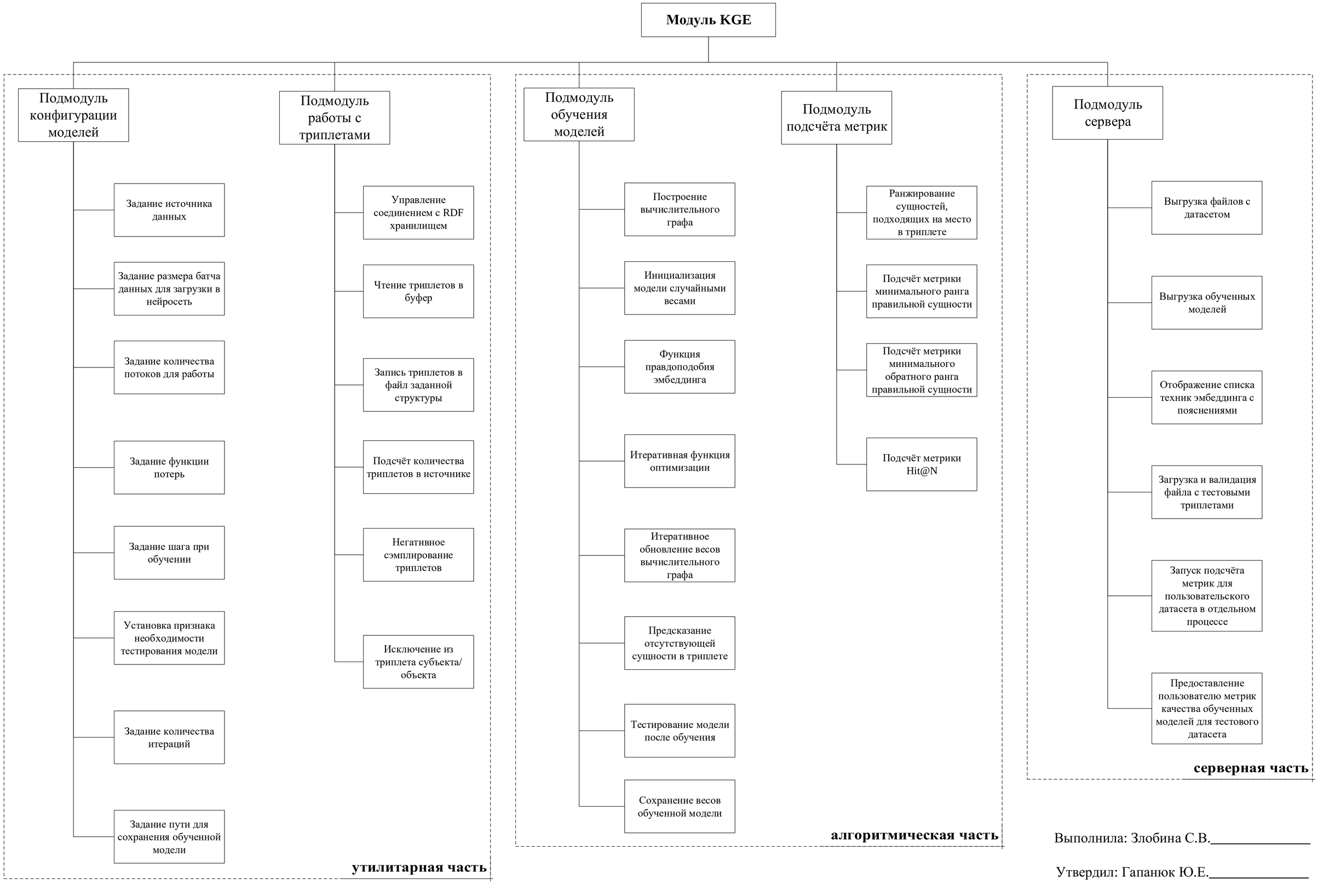
- Исследование предметной области и существующих техник эмбеддинга
- Выбор метрик и разработка алгоритмов для оценки качества эмбеддинга
- Объединение техник эмбеддинга и алгоритмов подсчёта метрик в общий модуль
- Разработка веб-интерфейса модуля
- Тестирование корректности работы модуля на различных датасетах



Выполнила: Злобина С.В._____

Утвердил: Гапанюк Ю.Е._____

Структура модуля



Выполнила: Злобина С.В._____

Утвердил: Гапанюк Ю.Е._____

Эмбеддинг графа знаний

Процесс эмбеддинга

Эмбеддинг графа знаний -

это математическое преобразование графа знаний в вектор или в набор векторов в заданном векторном пространстве. Такое преобразование должно адекватно передавать семантику и топологию исходного графа.

1

Выбор способа представления сущностей и их отношений в векторном пространстве.

Сущности обычно представляются в виде векторов (точек в векторном пространстве), а отношения – в виде операторов в этом векторном пространстве.

2

Задание функции правдоподобия преобразования (англ. scoring function).

Для каждого триплета $<h,r,t>$ задаётся функция правдоподобия $f_r(h,t)$, чем больше значение этой функции, тем более вероятно то, что факт, описываемый триплетом, является истинным.

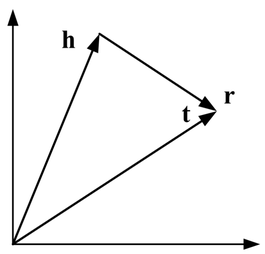
3

Обучение модели эмбеддинга.

Подразумевает решение оптимизационной задачи, заключающейся в максимизации суммарной функции правдоподобия для всех триплетов, содержащихся в графе занний.

Техники эмбеддинга

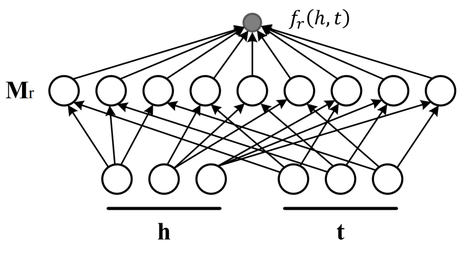
TransE



Представляет и узлы, и связи как векторы в одном и том же векторном пространстве. Причём оператор отношения рассматривается как вектор перемещения между субъектом и объектом.

$$f_r(h,t) = -\left\|h + r - t\right\|_{1/2}$$

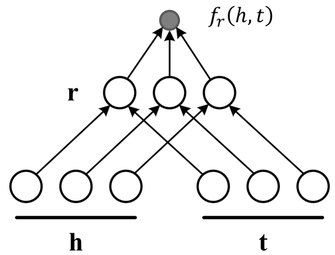
RESCAL



Ассоциирует каждую сущность с вектором и старается передать скрытые смыслы (факторы) этой сущности. Каждое отношение представлено в виде матрицы , которая моделирует попарные взаимодействия скрытых факторов.

$$f_r(h,t) = h^T M_r t = \sum_{i=0}^{d-1}\sum_{j=0}^{d-1}[M_r]_{ij}\cdot[h]_i\cdot[t]_j$$

DistMult



Упрощает модель RESCAL, накладывая ограничение на матрицу отношений: в DistMult Матрица отношений обязательно должна быть диагональной для каждого отношения r

$$f_r(h,t) = h^T diag(r) t = \sum_{i=0}^{d-1}[r]_i\cdot[h]_i\cdot[t]_i$$

HolE

Модель голографического эмбеддинга, совмещает в себе мощность RESCAL и простоту DistMult. К представлениям сущностей сначала применяется оператор взаимной корреляции.

$$[h*t]_i = \sum_{k=0}^{d-1}[h]_k\cdot[t]_{(k+i)\bmod d}$$

$$f_r(h,t) = r^T(h*t) = \sum_{i=0}[r]_i\sum_{k=0}^{d-1}[h]_k\cdot[t]_{(k+i)\bmod d}$$

Complex

Расширяет модель DistMult, производя эмбеддинг в пространство комплексных чисел. За счёт появляется возможность лучше моделировать асимметричные отношения.

$$f_r(h,t) = \mathrm{Re}(\mathbf{h}^\top \mathrm{diag}(\mathbf{r})\bar{\mathbf{t}}) = \mathrm{Re}(\sum_{i=0}^{d-1}[\mathbf{r}]_i\cdot[\mathbf{h}]_i\cdot[\bar{\mathbf{t}}]_i)$$

Выполнила: Злобина С.В._____

Утвердил: Гапанюк Ю.Е._____

Подсчёт метрик качества эмбеддинга

Задачи для проверки качества эмбеддинга

Предсказание отношения

Из истинного триплета <*h,r,t*> удаляют отношение, получая <*h,?,t*>. Задача заключается в предсказании отношения для пары сущностей.

Предсказание сущности

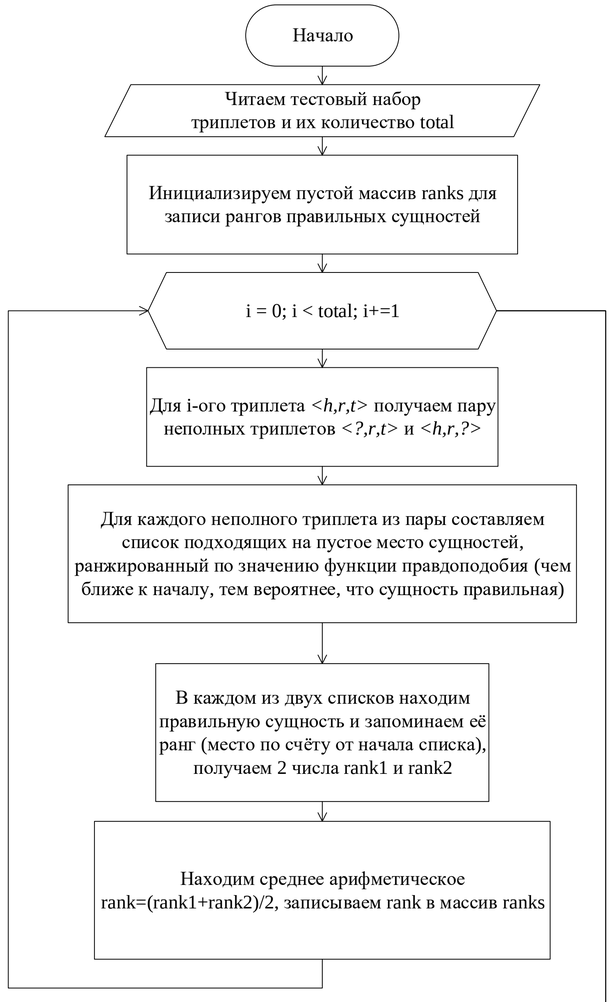
Из истинного триплета <*h,r,t*> по очереди удаляют сначала субъект, потом объект, получая 2 неполных триплета: <*?,r,t*> и <*h,r,?*>. Задача заключается в предсказании недостающих сущностей для пары неполных триплетов.

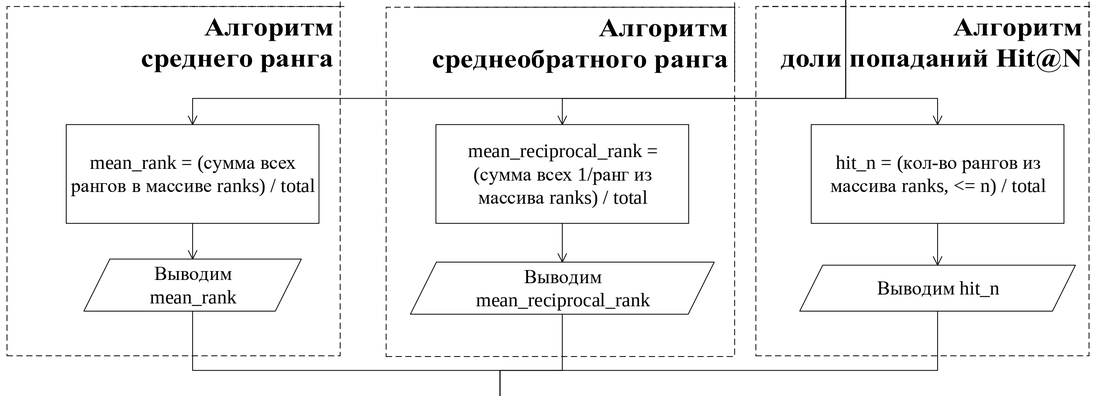
В модуле KGE выбрана данная задача как наиболее часто встречающаяся

Классификация триплета

В истинном триплете <*h,r,t*> заменяют одну из сущностей или отношение так, чтобы он стал ложным. Задача заключается в определении, является триплет истинным или ложным.

Алгоритмы подсчёта метрик





Сравнение алгоритмов подсчёта метрик

Варианты алгоритмов

Обозначение	Алгоритм подсчёта метрик
B1	Mean rank (средний ранг)
B2	Mean reciprocal rank (среднеобратный ранг)
B3	Hit@N

Критерии оценки алгоритмов

Обозначение	Критерий	Единица измерения
K1	Сложность подсчёта	(качественный критерий)
K2	Удобство в использовании (наглядность)	(качественный критерий)
K3	Показательность на небольших датасетах	(качественный критерий)
K4	Устойчивость к выбросам	(качественный критерий)

Значения критериев

Критерий	Значение	Оценка
Сложность подсчёта	Сложно	1
	Средней сложности	2
	Легко	3
Удобство в использовании (наглядность)	Ненаглядно	1
	Требует время на привыкание	2
	Наглядно	3
Показательность на небольших датасетах	Совсем непоказателен	1
	Показателен отчасти	2
	Показателен	3
Устойчивость к выбросам	Крайне неустойчив	1
	Средней устойчивости	2
	Устойчив	3

Оценка вариантов по критериям

все критерии оцениваются по принципу “чем больше, тем лучше”

	Вес критерия	B1	B2	B3
K1	0,1	3	2	2
K2	0,3	1	3	3
K3	0,2	1	2	3
K4	0,4	1	2	3

Выбор лучшего алгоритма методом взвешенной суммы

	Вес критерия	B1	B2	B3
K1	0,1	1	0,67	0,67
K2	0,3	0,33	1	1
K3	0,2	0,33	0,67	1
K4	0,4	0,33	0,67	1
$\sum_{1}^{4}(\alpha_i K_i)$		0,397	0,769	***0,967***

Лучший вариант = Max(взвешенная сумма) = B3

Выбор лучшего алгоритма методом Борда

	B1	B2	B3
K1	1	2	2
K2	3	1	1
K3	3	2	1
K4	3	2	1
Σ	10	7	***5***

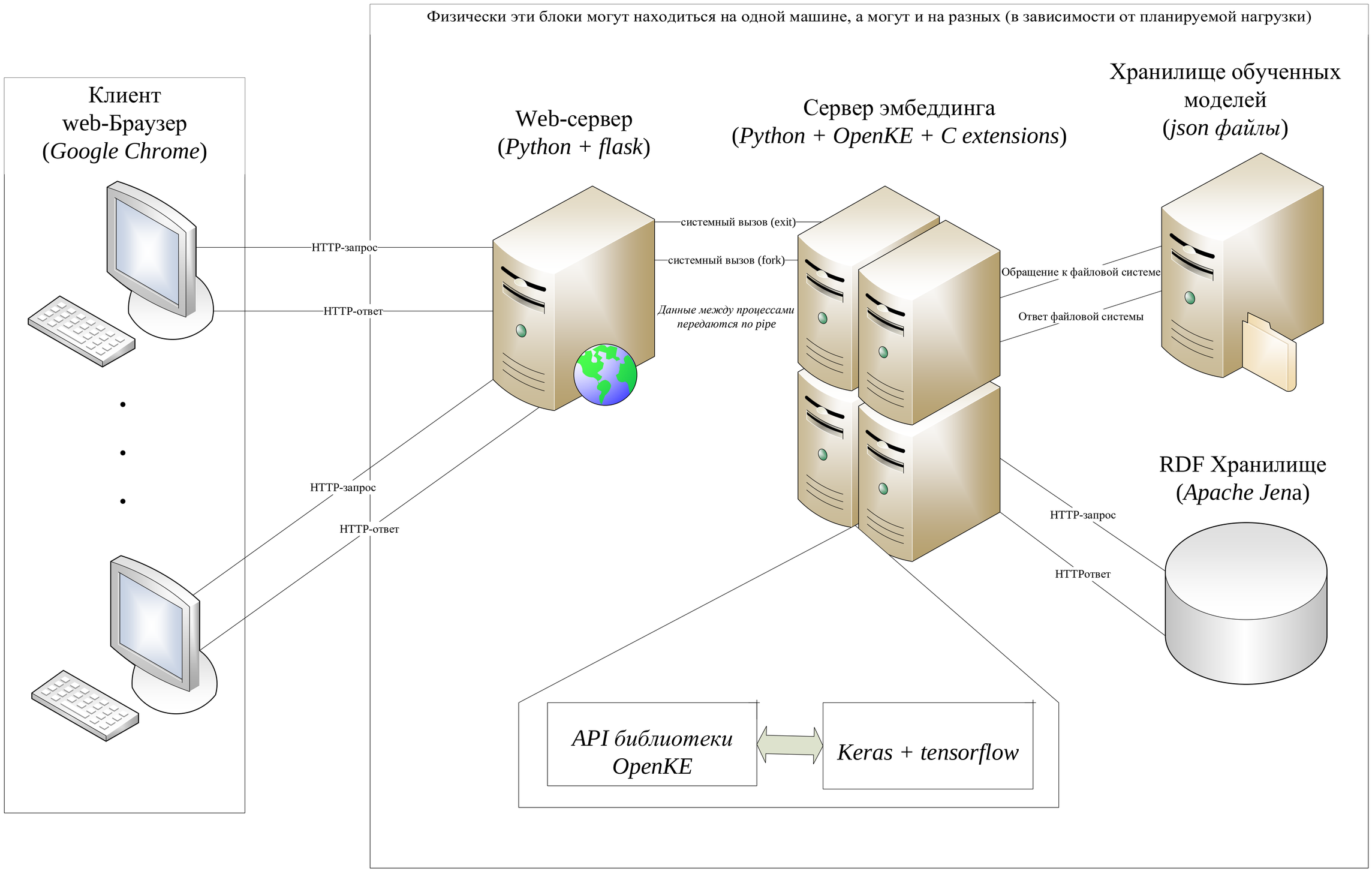
Лучший вариант = Min(сумма) = B3

<u>Вывод</u>: согласно всем методам проведённых сравнений лучшим алгоритмом для подсчёта метрик качества эмбеддинга оказался алгоритм B3 (<u>Hit@N</u>), который и был реализован в модуле KGE.

Выполнила: Злобина С.В._____

Утвердил: Гапанюк Ю.Е._____

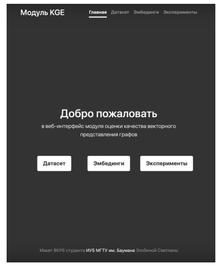
Архитектура модуля



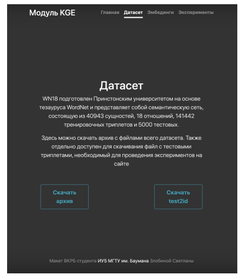
Выполнила: Злобина С.В._____

Утвердил: Гапанюк Ю.Е._____

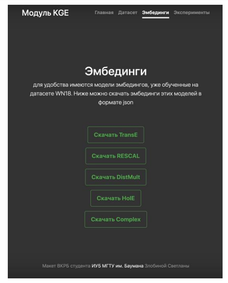
Граф диалога с пользователем и веб-интерфейс модуля



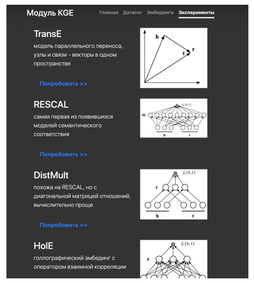
0. **Главная страница**
0.1 Перейти на страницу с датасетом
0.2 Перейти на страницу с эмбеддингами
0.3 Перейти на страницу с экспериментами



1. **Страница с датасетом**
1.1 Скачать архив с полным датасетом
1.2 Скачать тестовый датасет Test2id
1.3 Перейти на главную страницу
1.4 Перейти на страницу с эмбеддингами
1.5 Перейти на страницу с экспериментами

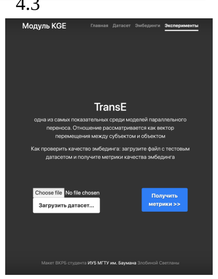


2. **Страница с эмбеддингами**
2.1 Скачать эмбеддинг для модели TransE
2.2 Скачать эмбеддинг для модели RESCAL
2.3 Скачать эмбеддинг для модели DistMult
2.4 Скачать эмбеддинг для модели HolE
2.5 Скачать эмбеддинг для модели Complex
2.6 Перейти на главную страницу
2.7 Перейти на страницу с датасетом
2.8 Перейти на страницу с экспериментами

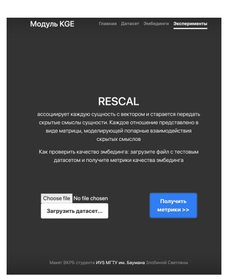


3. **Страница с экспериментами**
3.1 Перейти на страницу модели TransE
3.2 Перейти на страницу модели RESCAL
3.3 Перейти на страницу модели DistMult
3.4 Перейти на страницу модели HolE
3.5 Перейти на страницу модели Complex
3.6 Перейти на главную страницу
3.7 Перейти на страницу с датасетом
3.8 Перейти на страницу с эмбеддингами

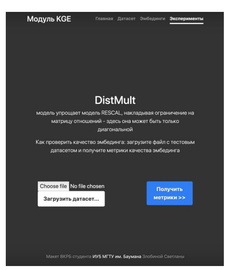
4. **Страница модели TransE**
4.1 Загрузить тестовый датасет
4.2 Получить метрики для модели TransE
4.3 Перейти на главную страницу



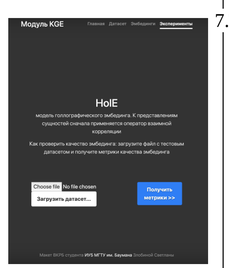
5. **Страница модели RESCAL**
5.1 Загрузить тестовый датасет
5.2 Получить метрики для модели RESCAL
5.3 Перейти на главную страницу



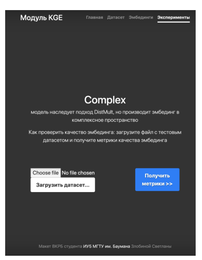
6. **Страница модели DistMult**
6.1 Загрузить тестовый датасет
6.2 Получить метрики для модели DistMult
6.3 Перейти на главную страницу



7. **Страница модели HolE**
7.1 Загрузить тестовый датасет
7.2 Получить метрики для модели HolE
7.3 Перейти на главную страницу



8. **Страница модели Complex**
8.1 Загрузить тестовый датасет
8.2 Получить метрики для модели TransE
8.3 Перейти на главную страницу



Выполнила: Злобина С.В._____

Утвердил: Гапанюк Ю.Е._____