(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 044815 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.03

(21) Номер заявки
202192279

(22) Дата подачи заявки
2021.09.15

(51) Int. Cl. ***G06F 16/35*** (2019.01)
G06F 40/284 (2020.01)
G06F 40/30 (2020.01)
G06K 9/62 (2022.01)

(54) СПОСОБ И СИСТЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ВЕКТОРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТА

(31) **2021115760**
(32) **2021.06.01**
(33) **RU**
(43) **2022.12.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "СБЕРБАНК РОССИИ" (ПАО СБЕРБАНК) (RU)

(72) Изобретатель:
Вышегородцев Кирилл Евгеньевич,
Давидов Дмитрий Георгиевич,
Рюпичев Дмитрий Юрьевич,
Балашов Александр Викторович (RU)

(74) Представитель:
Герасин Б.В. (RU)

(56) US-A1-20200311519
US-A1-20060112040
US-B1-9317564
US-A1-20180357531
CN-A-107992596

(57) Изобретение относится к вычислительным системам в широком смысле. Более конкретно - к системам и способам обработки естественного языка, искусственного языка, любых знаковых систем. Может использоваться в системах обработки информации, базах данных, электронных хранилищах. Техническим результатом является повышение точности представления текстовых данных в векторном формате, за счет применения векторных представлений m-skip-n-грамм слов и их применения для последующей кластеризации текстового документа для преобразования его в векторный вид. Технический результат достигается за счет выполнения компьютерно-реализуемого способа получения векторного представления электронного документа, выполняемого с помощью процессора и содержащего этапы, на которых: формируют по меньшей мере одну модель размещения m-skip-n-грамм по кластерам, при этом m-skip-n-грамма представляет по меньшей мере отдельное слово и при формировании упомянутой модели осуществляют: определение списка используемых m-skip-n-грамм; преобразование в векторное представление каждой m-skip-n-граммы из списка; кластеризацию m-skip-n-грамм по их векторным представлениям; выполняют обработку по меньшей мере одного текстового документа с помощью полученной модели размещения m-skip-n-грамм, в ходе которой: осуществляют подсчет встречаемости m-skip-n-грамм в текстовом документе; определяют кластеры текстового документа на основании встречаемости m-skip-n-грамм; суммируют количество встречаемости m-skip-n-грамм из каждого кластера; формируют векторное представление текстового документа на основании упорядоченной последовательности сумм m-skip-n-грамм.

044815 B1

044815 B1

Область техники

Изобретение относится к вычислительным системам в широком смысле. Более конкретно - к системам и способам обработки естественного языка, искусственного языка, любых знаковых систем. Может использоваться в системах обработки информации, базах данных, электронных хранилищах

Уровень техники

Автоматическая обработка, передача, хранение документов, может включать классификацию исходных документов, их кластеризацию и иные действия путем соотнесения векторного представления документа с другим векторным представлением документа, любого множества или группы документов. Варианты реализации данного изобретения могут быть схожи с решениями, изложенными ранее в патентах RU 2701995 C2, RU 2583716 C2, RU 2254610 C2. Основные недостатки существующих решений обусловлены следующим:

при кластеризации слов теряется семантическая связь между словами в тексте;

проводимая кластеризация не обладает обобщающей способностью для описания широкого спектра возможных скрытых тематик текста;

слово можно сопоставить только с одним кластером, что приводит к потере смысла слова в различных контекстах, например, "ключ" как ручеёк воды и "ключ" как элемент криптографических систем;

полученную кластеризацию неэффективно использовать для расчёта расстояний, поскольку много общих слов во всех текстах;

невозможно учесть новые слова, которых раньше не было в используемом словаре;

ограничение применения для классификационных задач.

Сущность изобретения

Заявленное изобретение направлено на решение технической проблемы, заключающейся в повышении качества анализа (классификация, кластеризация) текстовых данных с помощью их преобразовании в векторную форму.

Техническим результатом является повышение точности представления текстовых данных в векторном формате, за счет применения векторных представлений m-skip-n-грамм слов и их применения для последующей кластеризации текстового документа для преобразования его в векторный вид.

Дополнительным результатом заявленного изобретения является также сохранение семантического смысла текста при его переводе в векторное представление, за счет кластеризации непосредственно m-skip-n-грамм слов.

Заявленный технический результат достигается за счет выполнения компьютерно-реализуемого способа получения векторного представления электронного документа, выполняемого с помощью процессора и содержащего этапы, на которых:

формируют по меньшей мере одну модель размещения m-skip-n-грамм по кластерам, при этом m-skip-n-грамма представляет по меньшей мере отдельное слово и при формировании упомянутой модели осуществляют:

определение списка используемых m-skip-n-грамм;

преобразование в векторное представление каждой m-skip-n-граммы из списка;

кластеризацию m-skip-n-грамм по их векторным представлениям;

выполняют обработку по меньшей мере одного текстового документа с помощью полученной модели размещения m-skip-n-грамм, в ходе которой:

осуществляют подсчет встречаемости m-skip-n-грамм в текстовом документе;

определяют кластеры текстового документа на основании встречаемости m-skip-n-грамм;

суммируют количество встречаемости m-skip-n-грамм из каждого кластера;

формируют векторное представление текстового документа на основании упорядоченной последовательности сумм m-skip-n-грамм.

В одном частном варианте реализации способа используют нечеткое разбиение списка m-skip-n-грамм на кластеры.

В другом частном варианте реализации способа каждая m-skip-n-грамма относится к нескольким кластерам.

В другом частном варианте реализации способа каждая m-skip-n-грамма имеет вес, характеризующий ее близость к заданному кластеру.

В другом частном варианте реализации способа кластеризация m-skip-n-грамм по их векторным представлениям выполняется более одного раза.

В другом частном варианте реализации способа дополнительно используются веса для кластеров m-skip-n-грамм, характеризующие значимость кластеров для векторного представления документа.

В другом частном варианте реализации способа дополнительно производится получение векторных представлений m-skip-n-грамм, не входящих в список, и их соотнесение по векторным представлениям к по меньшей мере одному кластеру. В другом частном варианте реализации способа список или часть списка используемых m-skip-n-грамм формируется исходя из встречаемости m-skip-n-грамм в текстовых данных, получаемых из внешних источников данных.

Заявленное решение также осуществляется с помощью системы получения векторного представле-

ния электронного документа, которая содержит по меньшей мере один процессор и по меньшей мере одну память, хранящую машиночитаемые инструкции, которые при их исполнении процессором реализуют вышеуказанный способ. Заявленный технический результат также достигается за счет компьютерно-реализуемого способа поиска источников информации, выполняемого с помощью процессора и содержащего этапы, на которых:

формируют по меньшей мере одну модель размещения m-skip-n-грамм по кластерам по заданной тематике, при этом m-skip-n-грамма представляет по меньшей мере отдельное слово и при формировании упомянутой модели осуществляют:

определение списка используемых m-skip-n-грамм;

преобразование в векторное представление каждой m-skip-n-граммы из списка;

кластеризацию m-skip-n-грамм по их векторным представлениям;

получают по меньшей мере один источник информации в виде электронного текстового документа;

выполняют обработку полученного текстового документа с помощью полученной модели размещения m-skip-n-грамм, в ходе которой:

осуществляют подсчет встречаемости m-skip-n-грамм в текстовом документе;

определяют кластеры текстового документа на основании встречаемости m-skip-n-грамм;

суммируют количество встречаемости m-skip-n-грамм из каждого кластера;

формируют векторное представление текстового документа на основании упорядоченной последовательности сумм m-skip-n-грамм;

определяют принадлежность векторного представления документа заданной тематике.

В настоящем документе под "m-skip-n-граммой слов" (или просто "m-skip-n-граммой" // http://www.machinelearning.ru/wiki/images/7/78/2017_417_DrapakSN.pdf) понимается совокупность последовательности из n слов, которая получена из последовательности слов из некоторого текста, сохраняя в ней последовательность слов в текстах, при этом из исходной последовательности слов удалено m слов после каждого одного из n слов. Например, 0-skip-1-грамма слов это просто отдельные слова из текста. 0-skip-2-грамма это биграммы слов (пара подряд идущих слов в тексте), 0-skip-3-грамма это триграммы слов (тройка подряд идущих слов в тексте). Для построения 1-skip-2-граммы берется последовательность из трех слов, в которой удаляется второе слово - то есть, это первое и третье слово. Для построения 2-skip-4-граммы берется последовательность из 10 слов, в ней берется первое слов, затем 2 слова удаляется, затем берется следующее слово, далее удаляется 2 следующих слова, и так, пока не будет получена последовательность из 4 слов. Например, имеем предложение "в соответствии с одним или более вариантами реализации настоящего изобретения". В ней удаляются слова "соответствии с", "или более", "реализации настоящего". Тогда 2-skip-4-грамма для данного предложения будет выглядеть как "в одним вариантами изобретения". При этом при построении m-skip-n-грамм за "слово" могут приниматься, как только слова языка, так и любой знак препинания, предлог, союз или любая самостоятельная единица языка. Всюду далее, без потери общности для упрощения изложения, под "словом" ("словами" и прочим) будет понимать любую возможную m-skip-n-грамму слов и последовательность m-skip-n-грамм слов, если не сказано иное, например, "отдельных слов", "одиночных слов" и подобное. При этом также будем использовать и сам исходный термин m-skip-n-грамма.

Под "эмбедингом" слова (от англ. embedding - вложение) или же "векторным представлением" слова или просто "вектором" слова будем понимать такой числовой вектор, который получены из слов или других языковых сущностей, и который определён для слова, и имеет фиксированную размерность для метода его получения. Другими словами, векторным представлением слова является упорядоченная последовательность чисел - числовой вектор некоторого размера, когда каждое слово имеет свой определённый числовой вектор. В самом простом случае эмбеддинги слов можно получить нумерацией слов в некотором словаре и постановкой значения равного 1 в векторе, размерность которого равна числу слов в этом словаре. При этом на остальных позициях будут находиться значения равные 0. Например, для русского языка можно использовать Толковый словарь Даля. В нём пронумеруем все слова от первого до последнего. Так слово "абажур" будет иметь значение 1 на позиции 3, "абанат" - иметь значение 1 на позиции 7, и так далее. Если в словаре 200000 слов, то эмбединг будет иметь размерность 200000. Подобный метод построения эмбеддингов называют - one-hot encoding. Описание изобретения не ограничивает способ получения векторов слов. Данные вектора могут быть получены, например, нейронной сетью, реализующей математическое преобразование из пространства с одним измерением на слово в некоторое пространство вектора с большей размерностью. Иными методами, позволяющими сопоставить каждой m-skip-n-грамме свой вектор чисел заданной размерности. Данное векторное представление слов можно получать из уже известных набор векторизированных слов (Word2Vec, Glove, FastText и другие), модифицируя их или без такового. При этом под кластеризацией понимается группировка множества объектов на подмножества (кластеры) таким образом, чтобы объекты из одного кластера были более похожи друг на друга, чем на объекты из других кластеров по заданному критерию. Под "весом" элемента, например "вес кластера" или "вес m-skip-n-граммы", можно понимать математическую конструкцию, коэффициенты, множители, используемые при проведении суммирования, интегрирования или усреднения и прочего с целью придания некоторым элементам большей значимости в результирующем значении по

сравнению с другими элементами. "Вес" можно определить и как дополнительный множитель, коэффициент или число, сопоставляемое отдельным слагаемым или другим факторам, в скалярном произведении элементов используемого векторного пространства.

Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение иллюстрируется на примерах, без каких бы то ни было ограничений; его сущность становится понятной при рассмотрении приведенного ниже подробного описания изобретения в сочетании с чертежами, при этом:

на фиг. 1 схематически показан пример процесса автоматического получения векторного представления документа;

на фиг. 2 схематически показан пример процесса получения множества наборов кластеров с весами для каждого кластера в каждом наборе кластеров;

на фиг. 3 схематически показан пример процесса получения множества m-skip-n-грамм слов, где каждая m-skip-n-грамм слова нечетко относится к каждому кластеру в каждом наборе кластеров;

на фиг. 4 схематически показан пример процесса извлечения признаков документа;

на фиг. 5 схематически показан пример сопоставления кластеров слов с позициями вектора документа, для двумерного случая векторного представления слов и четким соотнесением слова к одному кластеру;

фиг. 6 иллюстрирует общую схему вычислительного устройства.

Осуществление изобретения

В настоящем документе описываются способы получения векторного представления электронного документа для дальнейшей обработки, передачи и хранения. Изобретение может быть применено к любым естественным языкам, искусственным языкам, любым знаковым система, при этом, далее в настоящем документе, все это будем называть просто "языком". Таким образом, далее, под "языком" понимаются естественные языки, искусственные языки, любые знаковые системы.

Автоматическая обработка, передача, хранение документов, может включать классификацию исходных документов, их кластеризацию и иные действия путем соотнесения векторного представления документа с другим векторным представлением документа, любого множества или группы документов.

На фиг. 1 представлена общая блок-схема заявленного способа получения векторной формы документа. На первом этапе (101) реализации изобретения производится получение модели размещения m-skip-n-грамм по кластерам. Такая модель представляет собой список m-skip-n-грамм каждая из которых соотнесена по меньшей мере к одному из кластеров. Пример такой модели для частного случая, когда m-skip-n-граммы являются символами и словами из русского языка, и разбивки на 1000 кластеров приведён в таблице ниже:

Пример модели размещения m-skip-n-грамм по кластерам

m-skip-n-грамма	кластер
!	737
,	737
.	737
этой	737
миллиметр	414
на	737
к	737
министр	457
спин	414
день	368
μm	414
президент	457
выступит	537
неделе	368

Процесс получения модели размещения m-skip-n-грамм по кластерам.

Для формирования модели сначала определяется список используемых m-skip-n-грамм. В частном случае это может быть толковый словарь языка, словари эмбедингов слов (Word2Vec, Glove, FastText и другие), список всех слов из статей с сайта "Википедия". В таком случае список слов должен быть большим, чтобы покрыть достаточное количество слов из анализируемых документов. В другом частном случае данный список проходит еще через нормализацию слов - процесс, когда получают леммы (https://m.wikipedia.org/wiki/Лемматизация), стемминг (https://ru.wikipedia.ors/wiki/Стемминг), морфологические корни, морфологические основы слов. В частном случае заглавные (прописные) и строчные

буквы не различаются при формировании m-skip-n-грамм. В другом частном случае заглавные буквы различаются от строчных и их наличие образовывает разные m-skip-n-граммы. Помимо слов естественного, формального, искусственного языков в список могут включаться знаки препинания, цифры, аббревиатуры, нарицательные имена, имена собственные, сокращения, специальные символы (@";#№$%%^*()_}{|\ и прочие), математические символы и любые другие печатные последовательности символов. В частном случае можно рассматривать любую последовательность печатных знаков в знаковой системе при введённом знаке разделения слов. Размер списка, конкретные m-skip-n-граммы, использование нормализации выбираются исходя из решаемой задачи, доступных вычислительных ресурсов и других факторов.

Далее каждая m-skip-n-грамма из списка преобразовывается в векторное представление. Настоящее описание не ограничивает способ получения, размерность или вид векторного представления. Для этого можно использовать способы, которые основаны на алгоритмах и моделях Word2Vec, Glove, FastText, Universal Sentence Encoder, дополнение с трансформацией сингулярным разложением, Tf-Idf. В одном частном варианте реализации вектор m-skip-n-граммы представляет собой конкатенацию нескольких векторов этой m-skip-n-граммы, полученных по разным способам. Далее выполняется кластеризация векторов m-skip-n-грамм. Настоящее описание не ограничивает способ кластеризации списка m-skip-n-граммы. Можно использовать такие алгоритмы кластеризации как K-Means, Affinity propagation, Mean-shift, Spectral clustering, Ward hierarchical clustering, Agglomerative clustering, DBSCAN, OPTICS, Gaussian mixtures, Birch. Конечным результатом кластеризации является соотнесение каждой m-skip-n-граммы по меньшей мере к одному кластеру.

По завершению получения модели размещения m-skip-n-грамм выполняется обработка текстовых документов на этапе (102) с ее применением. По завершению применения модели получаем векторный вид документа (103). Если остались еще необработанные документы, то переходим ко следующему документу. Так пока не будет обработан каждый документ.

На фиг. 2 приведен пример этапов формирования модели размещения m-skip-n-грамм по кластерам (101). Здесь осуществляется получение множества наборов кластеров с весами для каждого кластера в каждом наборе. Вначале производим выбор базового списка m-skip-n-грамм, затем получаем их вектора (1011). Настоящее описание не ограничивает как-либо список, вид m-skip-n-грамм и значения параметров m и n в них. Отличительной частью изобретения являет сама возможность использования не только отдельных, одиночных слов языка, но любых m-skip-n-грамм слов. При этом не ограничивается возможность выбора таких n и m, что полученные m-skip-n-граммы будут совпадать, например, с отдельными словами, биграммами слов, триграммами слов и прочим.

Этот этап может реализовываться путём использования готовых словарей (Word2Vec, Glove, FastText и другие), определением всевозможных или только интересующих m-skip-n-грамм исключительно в классе анализируемых текстовых документов (по имеющиеся базе данных или учебном наборе) или любым иным способом. Далее получаем векторное представление выбранных m-skip-n-грамм любым способом (алгоритмы и модели Word2Vec, Glove, FastText, Universal Sentence Encoder, дополнение с трансформацией сингулярным разложением, Tf-Idf и другие) (1011). На этапе 1012

проводим многократную кластеризацию векторного представления m-skip-n-грамм слов. Данная кластеризация производится любым известным способом кластеризации объектов при котором изначально фиксируется требуемое количество кластеров. Отличительной особенностью изобретения является то, что кластеризация может проводиться несколько раз. При этом она может производиться на разное количество кластеров одним и тем же алгоритмом кластеризации, на одинаковое количество кластеров одним и тем же алгоритмом кластеризации, но с разными начальными инициализациями, на одинаковое количество кластеров различными алгоритмами кластеризации или любым иным способом получения различных совокупностей кластеризаций объектов.

Таким образом, формируется множество наборов кластеров $K=\{k_1, k_2, ..., k_{N-1}, k_N\}$ (этап 1013). Для каждого C_{ij} кластера - j-ого кластера в i-ом разбиении на кластеры, где $i = \overline{1,N}$, $j = \overline{1,M_i}$, задается свой весовой коэффициент q_{ij}, который может характеризовать значимость этого кластера для векторного представления документа (этап 1014). Описание изобретения не ограничивает методы получения весовых коэффициентов q_{ij} и их значения. Отличительной частью изобретения являет сама возможность использования весовых коэффициентов для кластеров, что позволяет характеризовать значимость каждого кластера для векторного представления документа. Одной из возможных реализаций является подход, когда производится выделение "мусорных" кластеров и исключение данного кластера, например, обнулением его веса. При этом "мусорным" кластером могут являться кластеры с высокой долей "стоп-слов", общих слов, не несущих информативность слов для конкретной решаемой задачи анализа текстовых данных. Значения весовых коэффициентов можно получить какими-либо автоматизированными вычислениями, определить экспертной оценкой, любым иным способом. При этом возможна ситуация, когда все кластеры являются равнозначными или, как отмечено выше, когда какие-либо кластеры вообще исключаются из использования. Результатом данного этапа является множество наборов кластеров с весами для каждого кластера в каждом наборе (этап 1015). На фиг. 3 приведен пример этапов получения не-

четкого соотнесения слов из списка. Для всех или части слов из словаря проводим разбиение на кластеры N раз (этап 1013) следующим образом: для каждой кластеризации может выбираться определенное количество кластеров; выбирается некоторый метод кластеризации, который позволяет кластеризовать объекты на заданное или неопределенное количество кластеров, и производится кластеризация. Каждую кластеризацию обозначим k_i, где $i = \overline{1,N}$.

Тогда общее множество наборов кластеров обозначим $K=\{k_1, k_2, \ldots, k_{N-1}, k_N\}$.

Каждая i-ая кластеризация k_i будет представлять собой набор из M_i кластеров. Каждый j-ый кластер в i-ом разбиении на кластеры обозначим C_{ij},

где $i = \overline{1,N}$, $j = \overline{1,M_i}$.

Далее, для данного множество наборов кластеров $K=\{k_1, k_2, \ldots, k_{N-1}, k_N\}$ выбираем показатели соотнесения слова к кластерам (этап 201). Показатель соотнесения слова к кластерам позволяет определить нечеткое распределение слов по кластерам. В качестве такого показателя может быть расстояние от m-skip-n-грамм до центра кластера. Данное расстояние может нормироваться по расстояниям до центра всех кластеров, или по расстояниям только до нескольких (возможен вариант ближайших) кластеров. Другой возможный вариант реализации изобретения состоит в том, чтобы определять расстояние до оправленного количества ближайших объектов при четкой кластеризации и рассчитывать долю объектов из каждого кластера в этом оправленном количестве. При этом описание изобретение никак не ограничивает способ, меру и показатель получения нечеткого соотнесения объекта к кластеру. Отличительной особенностью изобретения является возможность использовать нечеткое соотнесение m-skip-n-грамм к кластерам. Таким образом, для каждого используемого s-го слова определяется некоторый показатель $w^{(s)}_{ij}$, который характеризует в какой степени s-ое слово относится к кластеру C_{ij} (этап 302).

Каждое слово мы можем отнести к любому количеству кластеров. Подобную разбивку на кластеры с нечетким разбиением по кластерам можно получить, например, методом нечеткой кластеризации "C-средних", или с использованием оценки специалиста. При этом могут быть выбраны такие показатели, что каждое слово будет относиться только к одному кластеру, например, в случае, когда значение показателя соотнесения равно единице для одного кластера (не обязательно самого близкого к вектору слова) и равно нулям для всех остальных. В некоторых случаях результаты такого выбора будут характеризовать четкую кластеризацию, но возможны варианты реализации изобретения, когда m-skip-n-грамм не всегда будет относится к самому близкому кластеру. То есть, при этом результаты такого выбора показателей соотнесения, в общем случае, не обязательно будут соответствовать результатам работы алгоритмов четкой кластеризации слов. Описание изобретения не ограничивает количество разбивок на кластеры, которых, очевидно, должно быть больше нуля (>0). Описание изобретения не ограничивает метрику и математические пространства для произведения кластеризации и соотнесения слов с кластерами.

Этапы (201) и (202) имеют общие предшествующие шаги с этапами (1014) и (1015). Данными этапами являются этапы (1011, 1012, 1013). Описание изобретения не ограничивает взаимные выполнения упомянутых этапов шагов и их совокупное использование, а дает только пояснения к ним.

Пример раскрытия этапа (102) представлен на фиг. 4. На вход этапа (102) подается документ с данными в текстовом виде. В частном варианте реализации способа сначала производится определение m-skip-n-грамм, которые присутствуют в документе и которые присутствуют в списке m-skip-n-грамм модели размещения (этап 1021). При реализации этапа (1021) выполняется подсчет количества встречаемости m-skip-n-грамм из сформированного списка в документе. Затем смотрится к каким кластерам относятся эти m-skip-n-граммы. Подсчитывается количество m-skip-n-грамм из документа внутри каждого кластера.

Например, имеем следующее предложение: "министр выступит на этой неделе". В нём, в соответствии с примером из таблицы 1, кластер 457 встречается 1 раз ("министр"), кластер 537 -1 раз ("выступит"), кластер 737 - 2 раза ("на", "этой"), кластер 368 - 1 раз ("неделе"). Тогда итоговый вектор документ будет представлять собой вектор, у которого на позициях 457, 537 и 368 будет стоять значение 1, на позиции 737 значение 2, на всех остальных позициях - значение 0. В другом частном варианте реализации способа используется последующая нормировка данного вектора. В рассмотренном примере m-skip-n-граммы из списка встречаются 5 раз. Тогда нормированный вектор будет представлять собой вектор, у которого на позициях 457, 537 и 368 будет стоять значение 0,2, на позиции 737 значение 0,4, на всех остальных позициях - значение 0.

Далее начинается формирование вектора документа. Каждая позиция в этом векторе соответствует определенному кластеру. Сначала берётся m-skip-n-грамма из документа, для последующего определения к какому кластеру она относится по сформированной модели размещения m-skip-n-грамм. Затем значение, на соответствующей кластеру позиции в векторе документа, увеличиваем на количество этой m-skip-n-граммы в документе (этап 1022). В одном из частных вариантов способа реализации значение в позиции вектора увеличиваем не на количество m-skip-n-грамм, а на произведение количества и веса m-skip-n-граммы для этого кластера (этап 1022). На следующем этапе (1023) полученные значения на позициях вектора документа умножаем на соответствующие веса кластеров. Результатом является векторное представление документа (этап 1024).

В соответствии с одним или более вариантами реализации настоящего изобретения, пример способа автоматизированного получения векторного представления электронного документа может включать в себя следующие этапы. Выбирается вектор, размерность которого совпадает с общим количеством полученных кластеров во всех кластеризациях. Данный вектор инициализируем произвольными начальными значениями.

Описание изобретения не ограничивает значения, используемые для начальной инициализации вектора.

Возможно также использовать, например, нулевые значения. Каждая позиция вектора строго соответствует определенному кластеру (фиг. 5). Осуществляется извлечение слов из документа. Данное извлечение можно получить, например, последовательным проходом по документу, использовать некоторое представление документа, которое уже имеет извлеченные слова и их количества, любым иным способом. Для каждого слова используют веса соотношения для каждого кластера в каждом наборе (этап 202).

Для примера рассмотрим последовательное извлечение слов из текста, не ограничивая варианты реализации изобретения. Выполняется получение слова из текста. По весам соотношения слова с каждым кластером выполняется поиск позиции в векторе документа, значения в которых необходимо увеличить. Осуществляем увеличение данных значений в выявленных позициях на некоторое значение. Это значение может быть фиксированным, либо изменяемым в зависимости от условий в процессе обработки документа. Данное значение уже может учитывать в себе вес соотношения слова с каждым кластером.

Возможен также вариант изобретения, когда увеличение значений на позиции в векторе происходит на фиксированное значение, которое затем умножается на вес соотношения слова. Описание настоящего изобретения не ограничивает методы изменения значений на позициях в векторе, которые связаны с данным словом. Возможно также учитывать в итоговом изменении значений в векторе нечеткое соотнесение слова к различным кластерам. При этом не ограничиваются значения изменений значений, которые, в общем случае, могут быть и отрицательными. Для расчета значений, на которые изменяются значения в позициях векторов, можно использовать различные методы, которые позволяют учитывать и любые иные характеристики слов. Таким примером может быть использование метода "частоты использования слов - обратной частоты документа" (TF-IDF, Term Frequency - Inverse Document Frequency), или просто частоты слов. Также, для расчета значений, можно учитывать вес кластера, характеризующий значимость кластера для векторного представления документа. Проходя так по всему тексту, производим увеличение соответствующих позиций в векторе документа. Итогом прохода может стать векторный вид документа.

Настоящее описание не ограничивает подходы по использованию весов кластеров, характеризующие значимость каждого кластера для векторного представления документа, и весов соотношения слова для каждого кластера в каждом наборе. Заявленное изобретение дает возможность использовать данные веса при составлении векторного вида документа. Полученные значения могут использоваться для векторного вида документа или любое их множество и подмножество использоваться в обработке данных, в самостоятельном виде или в совокупности с другими данными, для получения нового векторного вида документа. Примером такого совокупного использования может служить конкатенация с вектором метода TF-IDF. В данном случае осуществляется составление векторного представления документа по методу TF-IDF. Составление вектора документа может осуществляться с помощью выполнения заявленного способа. Производится конкатенация двух векторов (операцию соединения, склеивания векторов). Результатом конкатенации и будет являться вектор документа. Дополнительно возможно дальнейшее проведение алгебраических преобразований над полученным вектором документа. В одном частном варианте реализации способа используется нечеткое разбиение списка m-skip-n-грамм на кластера. В этом варианте каждая m-skip-n-грамм соотносится больше чем к одному кластеру. Каждая m-skip-n-грамм имеет своё соотнесение к кластеру в зависимости от расстояния до этого кластера. При этом для расчета данного расстояния могут использоваться и координаты центра кластера, и координаты m-skip-n-грамм из этого и других кластеров. В частном случае такого способа кластеризации m-skip-n-грамма относится ко всем кластерам. Примером алгоритма для реализации данном частном варианте кластеризации является C-Means.

В одном из частных вариантов реализации каждая m-skip-n-грамма относится к нескольким кластерам. При этом m-skip-n-грамма может относиться к одному или более кластерам в одинаковой степени.

В другом частном варианте реализации каждая m-skip-n-грамма имеет вес, характеризующий ее соотнесение к заданному кластеру. В отличие от предыдущих частных вариантов в данном случае вес может характеризовать не только близость m-skip-n-граммы к кластеру. При расчете данного веса может учитываться, например, плотность кластеров, чтобы m-skip-n-грамму соотносить в большей степени к менее плотному близкому кластеру. Вес является множителем, который используется для каждой m-skip-n-граммы с каждым кластером. Вес может принимать и нулевое значение.

Еще в одном частном варианте реализации кластеризация списка m-skip-n-грамм по их векторным представлениям выполняется более одного раза. В таком варианте кластеризация производится несколько раз на разное количество кластеров одним и тем же алгоритмом кластеризации. Итоговый вектор до-

кумента будет представлять собой конкатенацию векторов по каждой из кластеризации (пример на фиг. 5). В другом случае используются разные алгоритмы кластеризации для разбиения на одинаковое количество кластеров или на разное количество кластеров. В еще одном случае используется одинаковое количество кластеров и один и тот же алгоритм, но с разными начальными инициализациями, если алгоритм подразумевает возможность различного результата при разных инициализациях (K-Means, C-Means, Spectral clustering, Gaussian mixtures и другие). Количество кластеризаций, количество кластеров в каждой кластеризации и алгоритм кластеризации подбирается в зависимости от решаемой задачи. В частном случае, если список m-skip-n-грамм более 10000, можно использовать разбивку на кластера размерами: 50, 100, 200, 300, 500, 700, 1000, 1500, 2000, 3000, 5000. В ином частном случае составляются отдельные списки, например, для 0-skip-1-грамм (одиночных слов), 0-skip-2-грамм (биграмм слов), 0-skip-3-грамм (триграмм слов). Каждый из этих списков отдельно кластеризуется несколько раз. Итоговым вектором документа будет являться конкатенация векторов по каждой из кластеризации для каждого списка.

В другом частном варианте реализации для каждого кластера m-skip-n-грамм в каждой кластеризации (если их несколько) используются веса. Эти веса характеризуют значимость кластеров для векторного представления документа. Веса могут иметь и нулевые значения. В таком случае количество встречаемости m-skip-n-грамм в этом кластере обнуляется. Этот подход полезен, когда требуется исключить из вектора кластера, которые содержат стоп-слова - слова, не несущие тематического смысла (и, к, у, о, при, на и прочие). В частных случаях веса для кластеров могут рассчитываться методами машинного обучения, задаваться как экспертная оценка.

Также, m-skip-n-грамма может расширяться новыми m-skip-n-граммами. В таком варианте выбирается способ расчета вектора m-skip-n-граммы. Если в документ встречается m-skip-n-грамма, которой нет в списке, то для нее рассчитывается векторное представление (вектор). Далее этот вектор соотносится к кластерам, которые получены на этапе кластеризации списка m-skip-n-грамм. При этом новая m-skip-n-грамма соотносится по меньшей мере к одному кластеру. Дальнейшие шаги способа аналогичны случаю, если эта m-skip-n-грамма присутствует в модели размещения m-skip-n-грамм по кластерам. Список используемых m-skip-n-грамм может формироваться исходя из встречаемости m-skip-n-грамм в текстовых данных, получаемых из внешних источников данных. Таким множеством текстов может быть любой внешний массив текстовых данных. Это может быть, например, множество анализируемых текстов различной тематики, собираемых, например, через новостные сайты. Обработка, классификация и кластеризация собираемой информации позволяет найти семантические сходства, аналоги, реализовать ранжирование результатов поиска или решить любую другую задачу обработки языка.

Применение заявленного изобретения не ограничивает источник и природу используемого множества тестовых данных.

Примером реализации такого варианта является случай решения задачи классификации текстовых документов. Тогда список m-skip-n-грамм формируется по исходному набору документов. Например, берутся все одиночные слова и биграммы, которые встречаются в этих текстах. Или 200000 самых частых биграмм. Для этих списков рассчитываются их векторные представления. Далее эти вектора подаются на кластеризацию, которая реализуется описанными способами.

При реализации настоящего изобретения все описанные варианты можно использовать в любой возможной совокупности и сочетании. Примером такого частного варианта является случай, когда по имеющемуся набору данных выбираются все встречающиеся одиночные слова, биграмм слов, триграмм слов. В каждом списке рассчитываются вектора n-грамм слов. Далее каждый список векторов подаётся на многократную кластеризацию. В каждой кластеризации для каждой n-граммы выбирается вес соотнесения ее к кластеру. Затем берём каждый анализируемый документ. По встречаемости n-грамм получаем вектор по каждой кластеризации. Значения в кластерах умножаются на веса кластеров. Каждый такой вектор нормируется. Все вектора конкатенируются в общий вектор. Описание патента не ограничивает совокупности использования различных подходов.

Отличительной особенностью изобретения является предоставление возможности учёта ранее неизвестных m-skip-n-грамм. Не ограничивая изобретение можно привести следующий подход для учёта новых m-skip-n-грамм. Например, проходя по текстовому представлению документа при выявлении m-skip-n-граммы, которой нет в используемом словаре, формируется последующее векторное представление данной т-skip-n-граммы. После чего m-skip-n-грамма относится к определенному кластеру, центр которого является ближайший к ней.

Заявленный способ (100) может применяться в частности для поиска и отбора релевантной информации, например, новостей, связанных с заданной тематикой. Способ (100) может применяться в составе автоматизированной платформы по управлению кибербезопасностью. Сбор новостей является важной функцией для поиска информации, потенциально имеющей отношение к кибербезопаности с различных источников (новостные тематические сайты, соц.сети, группы в мессенджерах и тп). Сбор новостей осуществляется различными известными механизмами (RSS подписки и т.п.). Организация взаимодействия между TIP и NLP-моделью осуществляется по API, путем отправки http get и http patch запросов. В формате json осуществляется получение тела новости из TIP, затем происходит предобработка новости. Сле-

дующим шагом выполняется классификация, в случае если новость отнесена к классу "применимой", следует кластеризация. Полученный результат по принадлежности новости к классу и кластеру передается в TIP, путем отправки http patch запроса. NLP-модель выполняет классификацию и кластеризацию применимых к кибербезопасности новостей. Для решения задачи классификации используется метод векторного представления текстов, раскрытый в описании. Далее новости, представляющие интерес для целей кибербезопаности, проходят процесс кластеризации на ограниченный набор групп (например, новости на тему появления новых уязвимостей, выход обновлений безопасности, появление нового ВПО и т.п). Для кластеризации используется векторное представление текста новости, раскрытое в описании. Разбиение по кластерам происходит путем расчета некоторого расстояния между векторными представлениями новостей, в случае если полученное значение меньше заданного или адаптивного порога (например, 0.5), новости относятся к одному или нескольким кластерам.

На фиг. 6 представлен общий вид вычислительного устройства (400), пригодного для реализации заявленного решения. Устройство (400) может представлять собой, например, сервер или иной тип вычислительного устройства, который может применяться для реализации заявленного технического решения. В том числе входить в состав облачной вычислительной платформы. В общем случае вычислительное устройство (400) содержит объединенные общей шиной информационного обмена один или несколько процессоров (401), средства памяти, такие как ОЗУ (402) и ПЗУ (403), интерфейсы ввода/вывода (404), устройства ввода/вывода (405), и устройство для сетевого взаимодействия (406). Процессор (401) (или несколько процессоров, многоядерный процессор) могут выбираться из ассортимента устройств, широко применяемых в текущее время, например, компаний Intel™, AMD™, Apple™, Samsung Exynos™, MediaTEK™, Qualcomm Snapdragon™ и т.п. В качестве процессора (501) может также применяться графический процессор, например, Nvidia, AMD, Graphcore и пр. ОЗУ (402) представляет собой оперативную память и предназначено для хранения исполняемых процессором (401) машиночитаемых инструкций для выполнения необходимых операций по логической обработке данных. ОЗУ (402), как правило, содержит исполняемые инструкции операционной системы и соответствующих программных компонент (приложения, программные модули и т.п.). ПЗУ (403) представляет собой одно или более устройств постоянного хранения данных, например, жесткий диск (HDD), твердотельный накопитель данных (SSD), флэш-память (EEPROM, NAND и т.п.), оптические носители информации (CD-R/RW, DVD-R/RW, BlueRay Disc, MD) и др.

Для организации работы компонентов устройства (400) и организации работы внешних подключаемых устройств применяются различные виды интерфейсов В/В (404). Выбор соответствующих интерфейсов зависит от конкретного исполнения вычислительного устройства, которые могут представлять собой, не ограничиваясь: PCI, AGP, PS/2, IrDa, FireWire, LPT, COM, SATA, IDE, Lightning, USB (2.0, 3.0, 3.1, micro, mini, type C), TRS/Audio jack (2.5, 3.5, 6.35), HDMI, DVI, VGA, Display Port, RJ45, RS232 и т.п. Для обеспечения взаимодействия пользователя с вычислительным устройством (400) применяются различные средства (405) В/В информации, например, клавиатура, дисплей (монитор), сенсорный дисплей, тач-пад, джойстик, манипулятор мышь, световое перо, стилус, сенсорная панель, трекбол, динамики, микрофон, средства дополненной реальности, оптические сенсоры, планшет, световые индикаторы, проектор, камера, средства биометрической идентификации (сканер сетчатки глаза, сканер отпечатков пальцев, модуль распознавания голоса) и т.п.

Средство сетевого взаимодействия (406) обеспечивает передачу данных устройством (400) посредством внутренней или внешней вычислительной сети, например, Интранет, Интернет, ЛВС и т.п. В качестве одного или более средств (406) может использоваться, но не ограничиваться: Ethernet карта, GSM модем, GPRS модем, LTE модем, 5G модем, модуль спутниковой связи, NFC модуль, Bluetooth и/или BLE модуль, Wi-Fi модуль и др.

Дополнительно могут применяться также средства спутниковой навигации в составе устройства (400), например, GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo. Таким образом, заявленное решение позволяет достичь следующих преимуществ:

Повысить сохранность семантического смысла путём кластеризации m-skip-n-грамм слов, а не только отдельных слов как производится в известных патентах.

Повысить точность представления текста с помощью латентных тематик через осуществление многократной кластеризация одних и тех же m-skip-n-грамм слов, в отличии от известных патентов, где нигде не указано, что может производиться многократная или повторная кластеризация. В подходе нашего патента, например, можно производить кластеризация на 100, 200, 357, 500, 500 (снова на 500, но с новой инициализацией), 1000, 5000, 10000 кластеров.

Сохранить различную семантику слов, производя сопоставление слов к нескольким кластерам, тем самым сохраняется неоднозначность терминов, в отличие от известных патентов, где имеем отнесение каждого слова только к одному (ближайшему) кластеру.

Путём использования весов (априорных или апостериорных) для кластеров возможно снизить значимость или вообще исключить кластера с общими словами, тем самым повысить качество анализа, в частности расчёта близости двух текстов, в отличие от известных патентов, где нет никаких весов кла-

стеров.

Повысить точность анализа через обработку новых, ранее неизвестных слов.

Расширить применение получаемого векторного представления и непосредственное использование получаемого вектора, без обучения классификаторов, для задач выявления семантических сходств, поиска аналогов, ранжирование результатов поиска и прочих.

Представленные материалы изобретения раскрывают предпочтительные примеры реализации технического решения и не должны трактоваться как ограничивающие иные, частные примеры его воплощения, не выходящие за пределы испрашиваемой правовой охраны, которые являются очевидными для специалистов соответствующей области техники.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Компьютерно-реализуемый способ получения векторного представления электронного документа, выполняемый с помощью процессора и содержащий этапы, на которых:

формируют по меньшей мере одну модель размещения m-skip-n-грамм по кластерам, при этом m-skip-n-грамма представляет по меньшей мере отдельное слово и при формировании упомянутой модели осуществляют:

определение списка используемых m-skip-n-грамм;

преобразование в векторное представление каждой m-skip-n-граммы из списка;

кластеризацию m-skip-n-грамм по их векторным представлениям;

выполняют обработку по меньшей мере одного текстового документа с помощью полученной модели размещения m-skip-n-грамм, в ходе которой:

осуществляют подсчет встречаемости m-skip-n-грамм в текстовом документе;

определяют кластеры текстового документа на основании встречаемости m-skip-n-грамм;

суммируют количество встречаемости m-skip-n-грамм из каждого кластера;

формируют векторное представление текстового документа на основании упорядоченной последовательности сумм m-skip-n-грамм.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что используют нечеткое разбиение списка m-skip-n-грамм на кластера.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что каждая m-skip-n-грамма относится к нескольким кластерам.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что каждая m-skip-n-грамма имеет вес, характеризующий ее соотнесение к заданному кластеру.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что кластеризация m-skip-n-грамм по их векторным представлениям выполняется более одного раза.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно используются веса для кластеров m-skip-n-грамм, характеризующие значимость кластеров для векторного представления документа.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно производится получение векторных представлений m-skip-n-грамм, не входящих в список, и их соотнесение по векторным представлениям к по меньшей мере одному кластеру.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что список или часть списка используемых m-skip-n-грамм формируется исходя из встречаемости m-skip-n-грамм в текстовых данных, получаемых из внешних источников данных.

9. Система получения векторного представления электронного документа, содержащая по меньшей мере один процессор и по меньшей мере одну память, хранящую машиночитаемые инструкции, которые при их исполнении процессором реализуют способ по любому из пп.1-8.

10. Компьютерно-реализуемый способ поиска источников информации, выполняемый с помощью процессора и содержащий этапы, на которых:

формируют по меньшей мере одну модель размещения m-skip-n-грамм по кластерам по заданной тематике, при этом m-skip-n-грамма представляет по меньшей мере отдельное слово и при формировании упомянутой модели осуществляют:

определение списка используемых m-skip-n-грамм;

преобразование в векторное представление каждой m-skip-n-граммы из списка;

кластеризацию m-skip-n-грамм по их векторным представлениям;

получают по меньшей мере один источник информации в виде электронного текстового документа;

выполняют обработку полученного текстового документа с помощью полученной модели размещения m-skip-n-грамм, в ходе которой:

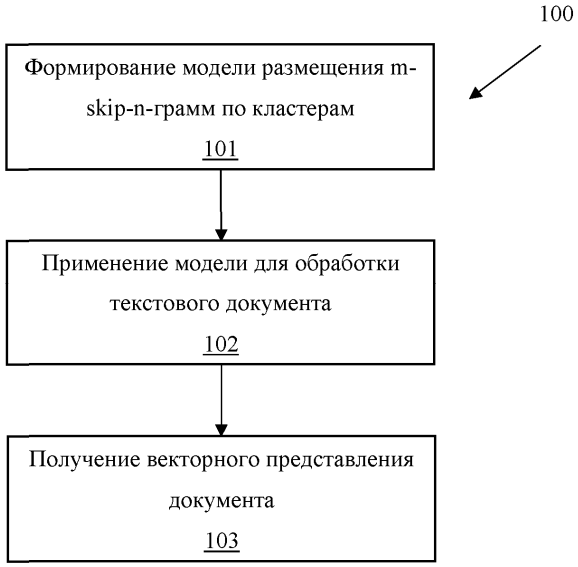
осуществляют подсчет встречаемости m-skip-n-грамм в текстовом документе;

определяют кластеры текстового документа на основании встречаемости m-skip-n-грамм;

суммируют количество встречаемости m-skip-n-грамм из каждого кластера;

формируют векторное представление текстового документа на основании упорядоченной последовательности сумм m-skip-n-грамм;

определяют принадлежность векторного представления документа заданной тематике.

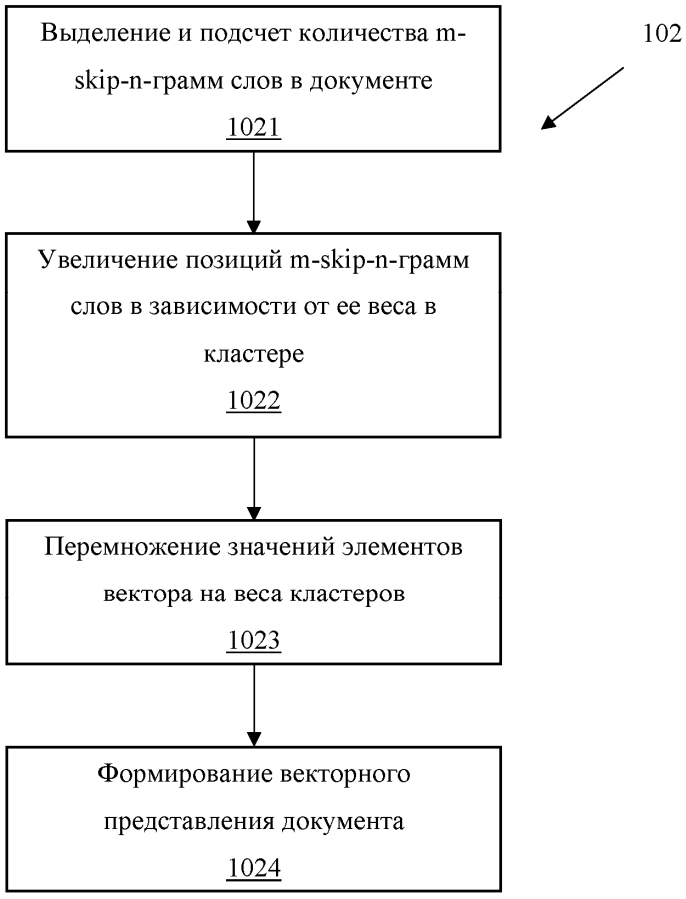


Фиг. 1

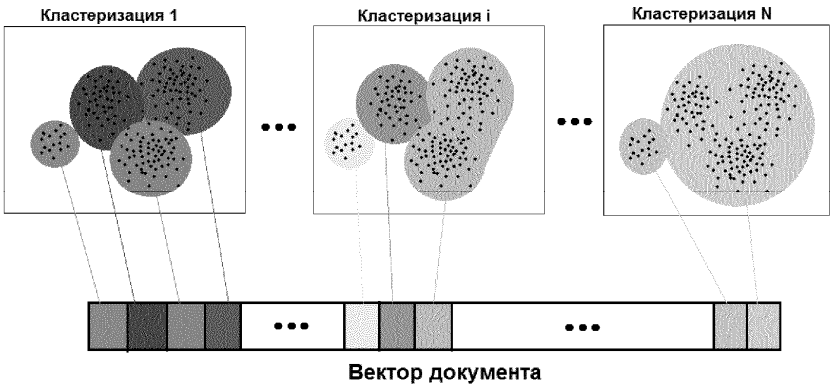
Фиг. 2


Задание показателя соотнесения каждой m-skip-n-грамм слов к каждому кластеру в каждом наборе
201
Получение множества m-skip-n-грамм слов с весами соотношения для каждого кластера в каждом наборе
202

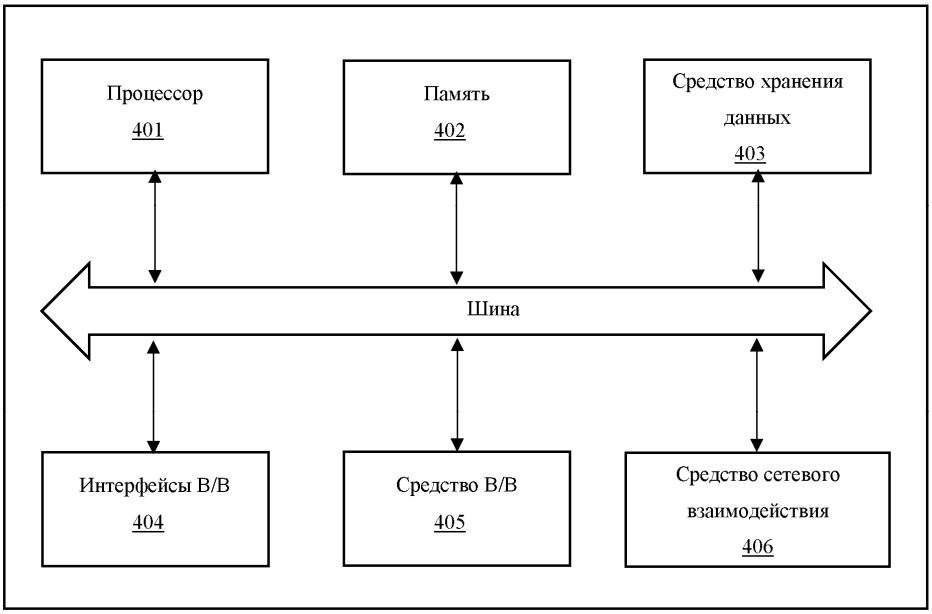
Фиг. 3


Выделение и подсчет количества m-skip-n-грамм слов в документе
1021
102
Увеличение позиций m-skip-n-грамм слов в зависимости от ее веса в кластере
1022
Перемножение значений элементов вектора на веса кластеров
1023
Формирование векторного представления документа
1024

Фиг. 4


Кластеризация 1
Кластеризация i
Кластеризация N
Вектор документа

Фиг. 5


Процессор
401
Память
402
Средство хранения данных
403
Шина
Интерфейсы В/В
404
Средство В/В
405
Средство сетевого взаимодействия
406

Фиг. 6