

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Дубинский А. Г.

1. Введение

Количество информации, создаваемой и обрабатываемой человечеством, непрерывно растет. Это явление, получившее название «информационного взрыва», было осознано как актуальная проблема еще в прошлом веке. В те времена с необходимостью обработки все возрастающего потока информации сталкивался сравнительно узкий круг ученых, исследователей и аналитиков. Сейчас постоянная работа с информацией из открытых источников необходима практически в любой интеллектуальной деятельности.

В настоящее время уровень проникновения интернет достаточно велик не только в развитых, но и в развивающихся странах [1]. Основная часть информационных потоков использует интернет. В последнее десятилетие значительная доля интернет-каналов строится на идеологии Web 2.0. Во всем мире растет аудитория Facebook, Twitter и других социальных сетей. Их используют частные лица, предприниматели, бизнес, общественные организации и властные структуры.

Сеть интернет изначально предусматривает создание и использование связей между отдельными страницами сайтов. Возможность перехода по ссылкам часто приводит к значительным потерям рабочего времени. Опытные интеллектуальные работники привычно избегают излишнего блуждания в сети.

Сайты и тематические каналы Web 2.0 помимо основной информации часто размещают рекламу, «проплаченные» посты и прочий контент, заведомо не нужный пользователю. Контекстную или баннерную рекламу добавляют компании, владеющие инфосредой (социальной сетью, поиском и т. д.).

Просмотр дополнительной нецелевой информации приводит к непроизводительным затратам времени, расходу ресурса внимания пользователя и к повышенной утомляемости. Отсечение заведомо нерелевантных страниц с информацией, которая сейчас не актуальна, позволит уменьшить потери времени и повысить производительность работы. Чтобы не показывать нерелевантные документы, нужно предварительно автоматически оценить релевантность (полезность) документов.

2. Объект исследования и его технологический аудит

Объектом исследования являются интерфейс и структура информационной системы, которая предназначена для предварительной фильтрации потоков информации по тематике, заданной пользователем.

Существующие информационные системы можно разделить на несколько основных видов. Первый – поисковые системы [2]: Google, Yandex, Bing, Baidu и др. Сканируют все доступные интернет источники, выполняют поиск в своем индексе по запросу пользователя, бесплатны и доступны онлайн. Второй – сети

Web 2.0: Facebook, Vk, Qzone, Twitter и др. работают только с пользовательским контентом, выложенным внутри сети, бесплатные, но для полного доступа обычно требуют регистрации и аутентификации пользователя. Третий – профессиональные системы мониторинга интернет-источников и анализа документов. Обзор систем мониторинга можно найти в [3], системы анализа документов рассмотрены в [4]. Поисковые системы и социальные сети насчитывают сотни миллионов активных пользователей [5]. Профессиональные системы имеет до несколько десятков тысяч инсталляций.

Перечислим основные характерные недостатки этих видов информационных систем. Поисковые системы: текстовый интерфейс, большое количество результатов в поисковой выдаче, недостаточно эффективная фильтрация нерелевантных результатов. Сети Web 2.0: плохие возможности поиска, работа только с внутренним контентом, недостаточная доступность контента извне. Профессиональные системы: высокая стоимость, сложность настройки, несовершенство встроенного API (Application Programming Interface).

3. Цель и задачи исследования

Основная цель исследования – определить вид интерфейса информационной системы. Этот интерфейс должен упростить и облегчить работу пользователя.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить такие задачи:

1. Определить структуру информационной системы, составные части которой будут по возможности собраны на основе готовых решений.
2. Определить преобразование графа иерархии кластеров документов.
3. Задать набор требований к интерфейсу пользователя.
4. Предложить реализацию интерфейса пользователя, который удовлетворяет заявленным требованиям.

4. Исследование существующих решений проблемы

Для защиты пользователя от информационной перегрузки следует, во-первых, оценить релевантность предлагаемых документов, до показа их пользователю. Разделить документы по кластерам со сходной тематикой и требуемым контекстом для обработки. Сформировать отчет о массиве документов кластеров. Представить результаты кластеризации в удобном виде.

Оценка релевантности документа, степени его соответствия поисковому запросу – ключевая задача, успешно решаемая при создании информационно-поисковых систем. Простой анализ метаданных (в частности, метатегов HTML) без учета содержания текста, не защищает от недобросовестности создателей интернет-страниц. Первое поколение методов успешной оценки релевантности по содержанию документа основано на лингво-статистических характеристиках текстов [2]. Следующее поколение методов использует анализ массива гиперссылок сети [6] что позволило улучшить качество поиска, когда есть много связанных источников. Создатели интернет-сайтов применяют широкий арсенал методов поисковой оптимизации, чтобы поисковая система поставила их сайт на более высокое место в выдаче [7].

Популярные поисковые системы благодаря большому количеству пользователей, могут оценивать релевантность на основе поведения посетителей интернет-сайтов [8]. Анализ поведения пользователей и выявление сходных предпочтений лег в основу методов коллаборативной фильтрации [9]. Современные поисковые системы используют сложную комбинацию этих методов, чтобы улучшить качество поисковой выдачи. Последнее поколение методов оценки релевантности основано на семантических методах [10].

Один из самых волнующих вопросов работы современных социальных сетей – алгоритм формирования ленты новостей, которая видна пользователю по умолчанию. Обычно этот алгоритм не разглашается и известен лишь в общих чертах. В первую очередь интересен алгоритм формирования новостной ленты Facebook [11], поскольку эта сеть имеет наибольшую аудиторию постоянных пользователей [5].

Предварительная загрузка документов до показа их пользователю – известное решение [12], предложенное в ранние года развития интернета, когда основной проблемой было времени ожидания загрузки. Хороший обзор способов кластеризации текстовых документов дан в [13]. Способ кластеризации с учетом информационного запроса пользователя описана в [14]. Таким образом, основная задача, которую следует решить, заключается в разработке удобного интерфейса пользователя.

5. Методы исследования

Для определения структуры разрабатываемой системы будем применять конструктивный подход теории систем, согласно которому структура системы формируется исходя из определенного набора функций частей системы, обеспечивающих достижение необходимого целевого результата. Оценка количества элементов рассматриваемой системы позволяет отнести ее к классу простых систем. Для решения поставленной задачи исследования нет необходимости формулировать и исследовать математическую модель системы. Определение оптимальной структуры системы выходит за рамки данной работы и является задачей дальнейших исследований.

В ходе проектирования информационной системы необходимо также определить схему развертывания. Наиболее перспективным решением считается размещение системы в облаке и использование микросервисной архитектуры [15]. Однако прототип системы может быть создан как монолитное решение, доступное через web-интерфейс.

Составление набора требований к интерфейсу пользователя является обязательной частью формализованного процесса разработки программного обеспечения. Задача заключается в переходе от верхнего, наиболее абстрактного уровня описания бизнес-требований к более детальному описанию функциональных требований пользователя. На этом уровне нет необходимости давать формальное описание требований или использовать UML-диаграммы. Конкретные методы работы с требованиями представлены, например, в Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK), который является стандартом ISO/IEC TR 19759:2005.

Предлагаемый прототип интерфейса информационной системы основан на использовании метода интеллект-карт (MindMap) для эффективной визуализации

ции наборов документов. Исходное представление множества документов может быть получено с помощью методов иерархической кластеризации. Переход от иерархии кластеров документов к связной сети узлов карты будем рассматривать с помощью математического аппарата теории графов.

6. Результаты исследования

6.1. Структура информационной системы

Структура информационной системы показана на рис. 1.

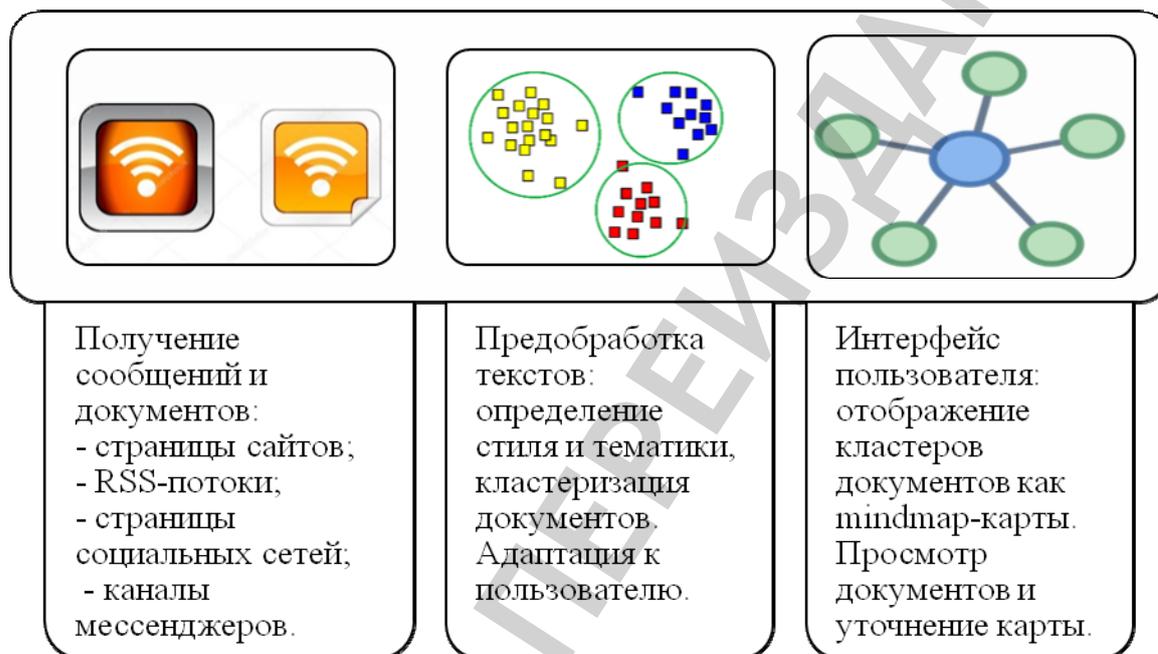


Рис. 1. Структура информационной системы

Первый блок обеспечивает интерфейс с источниками документов/сообщений, которыми будут сайты, страницы социальных сетей и каналы мессенджеров.

Наиболее удобный механизм доставки пользователям часто обновляемой информации реализуется с помощью семейства стандартов RSS. К сожалению, компании-владельцы крупнейших сред Web 2.0, таких как Facebook и Twitter, не заинтересованы выдавать пользовательский контент для внешней обработки. Потому в долгосрочной перспективе невозможно гарантировать устойчивое получение обновлений страниц этих социальных сетей. Существуют решения с помощью сторонних сервисов, которые также не гарантируют свою функциональностью после очередного обновления политики предоставления доступа к содержанию указанных социальных сетей. Вероятно, единственным доступным паллиативом будет создание отдельного приложения для обработки информации каждой социальной сети. Но конечно, разделение информации на несколько окон по источнику ее происхождения будет неудобно пользователю.

В последние годы значительную популярность вновь набрали онлайн-мессенджеры. Бизнес-аккаунты, открытое API, возможность создания ботов и высокий уровень удовлетворенности пользователей, позволяют создавать каналы с многими тысячами подписчиков. Viber, WhatsApp, Telegram и др. стали новым эффективным каналом распространения информации.

Сейчас практически все профессиональные источники массовой информации поддерживают несколько каналов распространения, не ограничиваясь ведением Facebook-страницы. Это позволит информационной системе в большинстве случаев получить доступ к источникам информации.

Второй блок системы предназначен для предварительного отбора наиболее релевантных сообщений (документов). Для этого нужно выполнить их кластеризацию. Математические методы кластеризации объектов разрабатываются уже более 50 лет [13]. Наиболее перспективным способом кластеризации является адаптивный подход на основе моделей нейронных сетей. Отметим метод [16] для автоматической кластеризации интернет-документов в соответствии с их релевантностью информационным потребностям пользователя, с помощью гибридной нейронной сети. Хороший обзор подходов использования нейросетей для построения кластеров дан в [17]. Очевидно, нужна достаточно тонкая настройка параметров нейросети, чтобы система эффективно выполняла кластеризацию для разных исходных данных.

Третий блок информационной системы обеспечивает интерфейс пользователя для просмотра кластеров документов/сообщений. Идея использования эффективной визуализации для удобного отображения больших массивов документов не нова. В работе [18] предложено использовать самоорганизующиеся карты Кохонена для графического отображения карты категорий в концептуальном пространстве для навигации пользователя по страницам сайта или в результатах информационного поиска. Вопросы применения концептуальных карт в задачах, связанных с обработкой знаний и информации освещены в обзоре [19]. Применению MindMap-визуализации в качестве интерфейса работы с коллекциями документов посвящена работа [20].

6.2. Преобразование графа иерархии кластеров документов

Результат выполнения иерархической кластеризации множества документов есть связный ациклический граф – бинарное корневое дерево G_2 . Концевыми вершинами дерева являются отдельные документы, промежуточные вершины – объединяющие их кластеры, корень дерева представляет объединение всего множества документов.

Бинарное дерево удобно для компьютерной обработки, но не позволит получить достаточно компактную визуализацию кластеров на экране, понятную пользователю. Известно, что человек может одновременно эффективно взаимодействовать лишь с небольшим числом объектов. Считается, что это значение находится в диапазоне семь плюс/минус два (число Ингве-Миллера). Конкретное значение может отличаться для разных людей. Таким образом, до визуализации следует преобразовать бинарное дерево G_2 в n -арное дерево G_n . И позволить пользователю задавать удобное значение n .

Помимо ограничения на количество дочерних узлов, из тех же соображений должна быть ограничена и глубина дерева. Будем использовать иерархическую кластеризацию, порождающую сбалансированное дерево. Тогда исходное количество документов не должно превышать n^n . Следовательно, это ограничение можно не принимать во внимание, так как более строгое ограничение на

число документов накладывается вычислительной сложностью $O(n^2)$ методов иерархической кластеризации.

Преобразование графа кластеров в n -арное дерево легко выполняется для $n=2^2$ или $n=2^3$. Количество уровней иерархии при этом уменьшается в 2 или 3 раза соответственно. При выборе другого значения n , в одну вершину нового дерева стягиваются несколько вершин, занимавших разные уровни в исходном бинарном дереве. Так при $n=6$, в одну вершину уровня i будут стянуты две вершины уровня $i+1$, четыре уровня $i+2$ и четыре вершины $i+3$ уровня (рис. 2.)

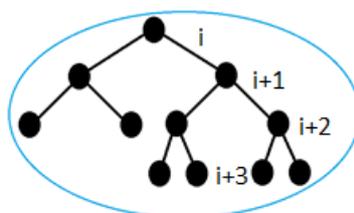


Рис. 2. Множество вершин дерева, объединяемых в одну, при $n=6$

Поскольку количество кластеризуемых документов есть величина случайная, которая обычно не является степенью двойки, то исходное бинарное дерево не может быть идеально сбалансированным. Выбор ветвей, по которым будут стягиваться вершины более низкого уровня, будем делать так, чтобы получаемое в результате дерево оставалось сбалансированным.

6.3. Интерфейс пользователя

Проектирование эффективного интерфейса начинается с составления пользовательских сценариев (use case). Информационная система будет регулярно использоваться для обзора информационных сообщений разной тематики. Новые темы (кластеры) обычно будут сохраняться для повторного обращения с какой-то периодичностью. Таким образом, основная пользовательская история: просмотр новых документов/сообщений, включенных в данный кластер. Другие наборы историй пользователя: работа с документами/сообщениями, настройка отображения кластеров и вида карты. Перечислим основные пользовательские истории:

1. Просмотр новых документов/сообщений:

- выбрать кластер и показать список документов кластера;
- проверить обновления источников;
- отметить/экспортировать выбранный документ;
- добавить комментарии к выбранному документу.

2. Настройка выбранного узла карты:

- показать список источников;
- показать набор тегов, ключевых слов, присвоенный кластеру;
- редактировать правила отбора документов в текущий кластер;
- переименовать узел карты, добавить комментарии к узлу.

3. Изменения узлов и связей карты:

- разделить кластер на несколько, добавить дочерние узлы;
- объединить выбранные кластеры в один;

– изменить порядок отображения узлов.

На рис. 3 показан прототип интерфейса информационной системы. Для подготовки прототипа использован программный код для создания mindmap на Javascript [21], который распространяется по свободной лицензии.

В начале пользователь выбирает для работы ветвь карты. В этой активной ветви отображаются все дочерние узлы. В каждом узле показано (в квадратных скобках) количество новых, не просмотренных документов. В других, неактивных ветвях карты, узлы скрыты и количество документов не видно.

Выполнение других историй пользователя выполняется через контекстное меню, которое доступно по левому щелчку мыши.

Необходимость точной настройки конкретного вида карты следует из заведомого отсутствия взаимно однозначного соответствия между наборами автоматически формируемых кластеров и множеством узлов карты, которые определяет пользователь исходя из своих целей и представлений. Потому нужна возможность определять правила формирования кластеров. Так пользователь сможет задавать объединение выбранных автоматически созданных кластеров и отбор их содержимого по набору условий (рис. 3).

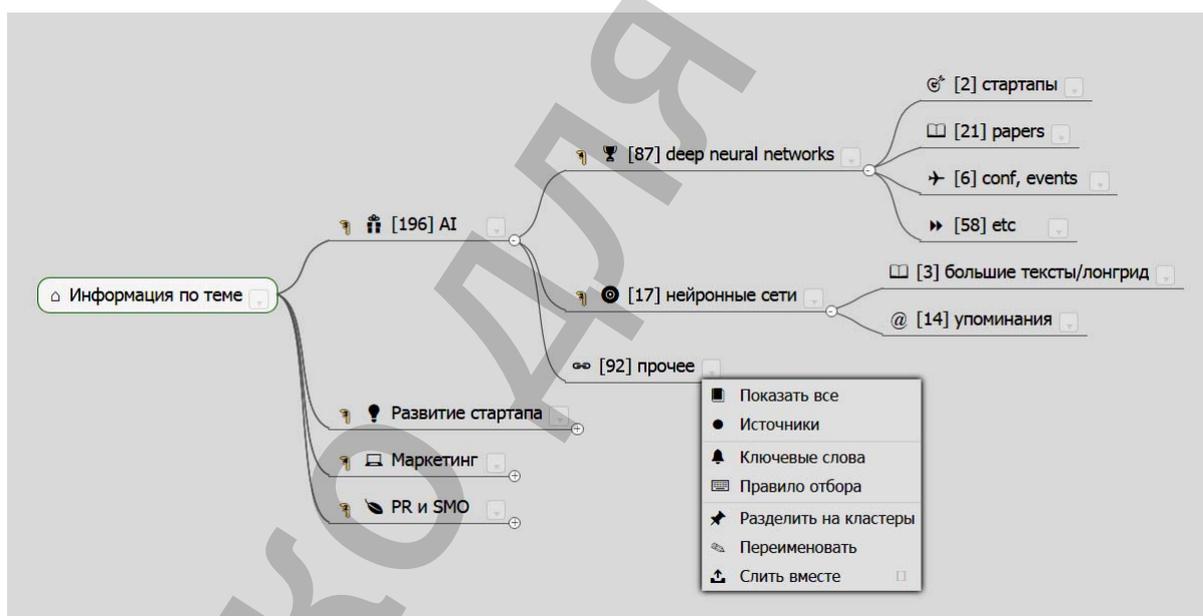


Рис. 3. Прототип mindmap интерфейса пользователя

Для задания правил отбора предлагается использовать подмножество языка SQL. В операторе SELECT вместо списка полей (столбцов таблицы) будем указывать идентификаторы кластеров и/или источников данных, FROM будет указывать на идентификатор родительского узла карты. С помощью WHERE зададим соответствие набору атрибутов, например, с помощью поиска подстроки в тексте документа. Используем ORDER BY, если документы нужно отсортировать не по времени создания.

Документы, включенные в тематическую подборку или вошедшие в данный кластер, но не выбранные ни одним из правил дочерних узлов, будут автоматически размещаться в последнем дочернем узле данного узла карты. На

рис. 3 такими узлами являются «etc», «упоминания» и «прочее». Так, например, к узлу «прочее» отнесены все документы, отображенные в ветвь «AI», но не выбранные согласно правилам узлов «deep neural networks» и «нейронные сети». Пользователь самостоятельно выбирает название узлов. Система предлагает теги, полученные по содержанию документов, или словосочетание из условия отбора как название узла по умолчанию.

6.4. Задачи дальнейшей работы

На следующем этапе работы необходимо провести серию испытаний с наборами реальных данных. Поскольку при тестировании нет необходимости использовать все возможные виды источников, можно ограничиться только обработкой RSS потоков. Будем использовать открытый исходный код одного из свободных RSS-ридеров, который распространяется по открытой лицензии (GNU General Public License). По результатам испытаний будет уточнен перечень историй пользователя, которые необходимо реализовать для обеспечения удобства использования информационной системы.

Также следует определить основные (часто используемые) шаблоны для задания правил отбора документов – преобразования автоматически сформированных кластеров в узлы на визуальной карте.

В дальнейшем для облегчения настройки системы на конкретного пользователя, следует реализовать возможность адаптации за счет элементов машинного обучения. Отслеживание поведения пользователя позволит разделить документы на подмножества:

- а) документы, которые выбраны пользователем для подробного изучения;
- б) документы, которые пользователя не заинтересовали;
- в) документы, которые просмотрены и закрыты очень быстро.

Вряд ли существует простое решение для определения и записи в явном виде закономерностей/правил разделения на эти подмножества. Наборы этих подмножеств используем для обучения нейронной сети. Тогда после какого-то числа циклов обучения нейронная сеть сможет предсказывать релевантность новых документов. Это позволит сортировать документы по релевантности или автоматически формировать кластер с наиболее интересными документами.

7. SWOT-анализ результатов исследований

Strengths. Визуальный интерфейс для работы с кластерами документов, размещенными на плоскости страницы вместо линейного списка результатов поисковой выдачи, позволит:

- 1) уменьшить затраты времени на просмотр нерелевантных документов;
- 2) увеличить полноту поиска, так как пользователь за то же фиксированное время изучит больше нужных документов;
- 3) что в свою очередь, повысит качество составляемых аналитических отчетов и принимаемых управленческих решений.

Структура информационной системы предусматривает использование существующих решений как частей системы. Что существенно сократит сроки со-

здания и стоимость разработки программного обеспечения. А это в свою очередь значительно уменьшит риски неуспеха проекта.

Запись правил для соотнесения множества кластеров к узлам сети на диалекте языка SQL дает возможность гибко настраивать карту знаний, которая видна на экране. Пользователь сможет придать карте более удобный вид, что уменьшит его утомляемость и повысит скорость обработки информации.

Созданная карта со списком источников и правилами отбора документов для узлов карты может быть сохранена. Единоразовая настройка и регулярное повторное использование дает экономию времени и усилий пользователя.

Weaknesses. Основные слабые стороны предложенного решения:

- Пользователь должен затратить время чтобы освоить иной интерфейс, научиться записывать правила на SQL для точной настройки и т. д.

- Система автоматической кластеризации нуждается в начальной настройке. Адаптация системы под конкретного пользователя методами машинного обучения дает результат только после неоднократного использования (проблема холодного старта).

- Решение ориентировано на интеллектуальных работников, которые не являются специалистами по мониторингу информации. Чтобы начать использовать предложенную систему вместо привычного поиска и скроллинга ленты, им придется преодолеть когнитивный барьер и недостаток мотивации.

Opportunities. Основные перспективы дальнейшего усовершенствования видятся в применении подхода Web 2.0, когда результаты немногих первых пользователей затем применяются тысячами других людей. В первую очередь речь идет о выявлении шаблонов сильных правил отбора, записанных на SQL. Составленные правила, которые оказались удобными и результативными, будем использовать по умолчанию для новых пользователей системы.

Интеллектуальные карты успешно применяются для обучения и передачи знаний. Карта, составленная квалифицированным специалистом, лидером мнений будет очень полезна другим пользователям.

Дополнительная возможность: расширить применение концепции mindmap на другие сферы интеллектуальной деятельности, в частности на управление корпоративными знаниями, повышение квалификации сотрудников и т. д.

Threats. К основным угрозам можно отнести следующие:

1. Мода на AR и VR-интерфейсы (Virtual Reality, Augmented Reality), которые нужны для решения совершенно иных задач. Двумерный интерфейс предложенной системы может показаться «недостаточно прогрессивным».

2. Недостаток информационной культуры. Представители нового поколения с «клиповым мышлением» могут оказаться неспособны прилагать усилия для систематизации информационных потоков.

3. Поисковые системы и социальные сети могут усилить ограничения на доступ к контенту. Тогда будет невозможно получать обновления многих важных источников и цель создания данной системы станет недостижима.

8. Выводы

1. В работе представлена структура информационной системы, которая предназначена для повышения эффективности обработки больших потоков информации. Система складывается из трех частей, которые реализуют такие задачи: получение документов из источников, кластеризация документов, отображение кластеров с помощью интеллектуальной карты.

2. Определено преобразование графа иерархии кластеров документов, которое позволит получить отображение множества документов в виде, удобном для восприятия пользователем.

3. Сформирован набор основных требований к интерфейсу пользователя через множество простых историй пользователя (use case), которые должны быть реализованы в программном продукте. Эти истории описывают работу с документами, настройку выбранного узла карты и изменения карты.

4. Предложена реализация интерфейса пользователя. Прототип интерфейса написан на языке javascript и доступен как веб-страница на экране устройства пользователя – на компьютере, планшете или смартфоне.

Литература

1. Econ Stats: All Economic Indicators for All Countries [Electronic resource] // Economy Watch. – Available at: \www/URL: <http://www.economywatch.com/economic-statistics/economic-indicators/>. – 20.03.2017.

2. Manning, C. D. Introduction to Information Retrieval [Text] / C. D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze. – Cambridge: Cambridge University Press, 2008. – 482 p. doi:[10.1017/cbo9780511809071](https://doi.org/10.1017/cbo9780511809071)

3. Танатар, Н. В. Интеллектуальные поисково-аналитические системы мониторинга СМИ [Текст] / Н. В. Танатар, А. Г. Федорчук // Библиотеки Национальных академий наук: проблемы функционирования, тенденции развития. – 2008. – Вып. 6. – С. 205–219.

4. Ландэ, Д. В. Инструментарий аналитика [Текст] / Д. В. Ландэ // Телеком. – 2010. – № 4. – С. 36–40.

5. Smith, C. How Many People Use the Top Social Media, Apps & Services? [Electronic resource] // C. Smith // DMR. – 23.05.2017. – Available at: \www/URL: <http://expandedramblings.com/?s=How+Many+People+Use+the+Top+Social+Media+%2C+Apps+%26+Services%3F+>

6. Brin, S. The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine [Text] / S. Brin, L. Page // Computer Networks and ISDN Systems. – 1998. – Vol. 30, № 1-7. – P. 107–117. doi:[10.1016/s0169-7552\(98\)00110-x](https://doi.org/10.1016/s0169-7552(98)00110-x)

7. Enge, E. The Art of SEO: Mastering Search Engine Optimization (Theory in Practice) [Text] / E. Enge, S. Spencer, R. Fishkin, J. Stricchiola. – O'Reilly Media, 2009. – 608 p.

8. Liu, Y. BrowseRank [Text] / Y. Liu, B. Gao, T.-Y. Liu, Y. Zhang, Z. Ma, S. He, H. Li // Proceedings of the 31st Annual International ACM SIGIR Conference on

Research and Development in Information Retrieval – SIGIR'08. – 2008. – P. 451–458. doi:[10.1145/1390334.1390412](https://doi.org/10.1145/1390334.1390412)

9. Su, X. A Survey of Collaborative Filtering Techniques [Text] / X. Su, T. M. Khoshgoftaar // Advances in Artificial Intelligence. – 2009. – Vol. 2009. – P. 1–19. doi:[10.1155/2009/421425](https://doi.org/10.1155/2009/421425)

10. Турдаков, Д. Texterra: инфраструктура для анализа текстов [Текст] / Д. Турдаков, Н. Астраханцев, Я. Недумов, А. Сысоев, И. Андрианов, В. Майоров, Д. Федоренко, А. Коршунов, С. Кузнецов // Труды Института системного программирования РАН. – 2014. – Т. 26, № 1. – С. 421–438. doi:[10.15514/ispras-2014-26\(1\)-18](https://doi.org/10.15514/ispras-2014-26(1)-18)

11. DeVito, M. A. From Editors to Algorithms [Text] / M. A. DeVito // Digital Journalism. – 2016. – P. 1–21. doi:[10.1080/21670811.2016.1178592](https://doi.org/10.1080/21670811.2016.1178592)

12. Wang, Z. Prefetching in World Wide Web [Text] / Z. Wang, J. Crowcroft // Proceedings of GLOBECOM'96. 1996 IEEE Global Telecommunications Conference. – 1996. – P. 28–32. doi:[10.1109/glocom.1996.586110](https://doi.org/10.1109/glocom.1996.586110)

13. Aggarwal, C. C. A Survey of Text Clustering Algorithms [Text] / C. C. Aggarwal, C. X. Zhai // Mining Text Data. – Springer US, 2012. – P. 77–128. doi:[10.1007/978-1-4614-3223-4_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3223-4_4)

14. Спосіб кластеризування набору об'єктів з використанням зразка [Електронний ресурс]: патент України № 72720, МПК G06F 7/00, G06F 17/30, G06F 7/16 / Дубінський О. Г. – № 20031212875; заявл. 29.12.03; опубл. 15.03.05, Бюл. № 3. – Режим доступу: \www/URL: <http://uapatents.com/9-72720-sposib-klasterizuvannya-naboru-obehktiv-z-vikoristannyam-zrazka.html>

15. Lewis, J. Microservices: a definition of this new architectural term [Electronic resource] / J. Lewis, M. Fowler // Martin Fowler. – 25 March 2014. – Available at: \www/URL: <http://martinfowler.com/articles/microservices.html>

16. Khan, M. S. Web document clustering using a hybrid neural network [Text] / M. S. Khan, S. W. Khor // Applied Soft Computing. – 2004. – Vol. 4, № 4. – P. 423–432. doi:[10.1016/j.asoc.2004.02.003](https://doi.org/10.1016/j.asoc.2004.02.003)

17. Du, K.-L. Clustering: A neural network approach [Text] / K.-L. Du // Neural Networks. – 2010. – Vol. 23, № 1. – P. 89–107. doi:[10.1016/j.neunet.2009.08.007](https://doi.org/10.1016/j.neunet.2009.08.007)

18. Chen, H. Internet browsing and searching: User evaluations of category map and concept space techniques [Text] / H. Chen, A. L. Houston, R. R. Sewell, B. R. Schatz // Journal of the American Society for Information Science. – 1998. – Vol. 49, № 7. – P. 582–603. doi:[10.1002/\(sici\)1097-4571\(19980515\)49:7<582::aid-asi2>3.0.co;2-x](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-4571(19980515)49:7<582::aid-asi2>3.0.co;2-x)

19. Canas, A. J. A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support [Text]: Report to the Chief of Naval Education and Training / A. J. Canas, J. W. Coffey, M. J. Carnot, P. Feltovich, R. R. Hoffman, J. Feltovich, J. D. Novak. – Pensacola, Florida: The Institute for Human and Machine Cognition, 2003. – 108 p.

20. Spangler, S. MindMap: utilizing multiple taxonomies and visualization to understand a document collection [Text] / S. Spangler, J. T. Kreulen, J. Lessler // Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. – 2002. – P. 1170–1179. doi:[10.1109/hicss.2002.994039](https://doi.org/10.1109/hicss.2002.994039)

21. Карта ума – для тех, кто изучает Javascript [Электронный ресурс] // GitHub, Inc. – Режим доступа: \www/URL: <https://github.com/Imater/mindmap>

НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРЕИЗДАНИЕМ