

Автоматическое формирование рубрикатора полнотекстовых документов

Пескова Ольга Вадимовна

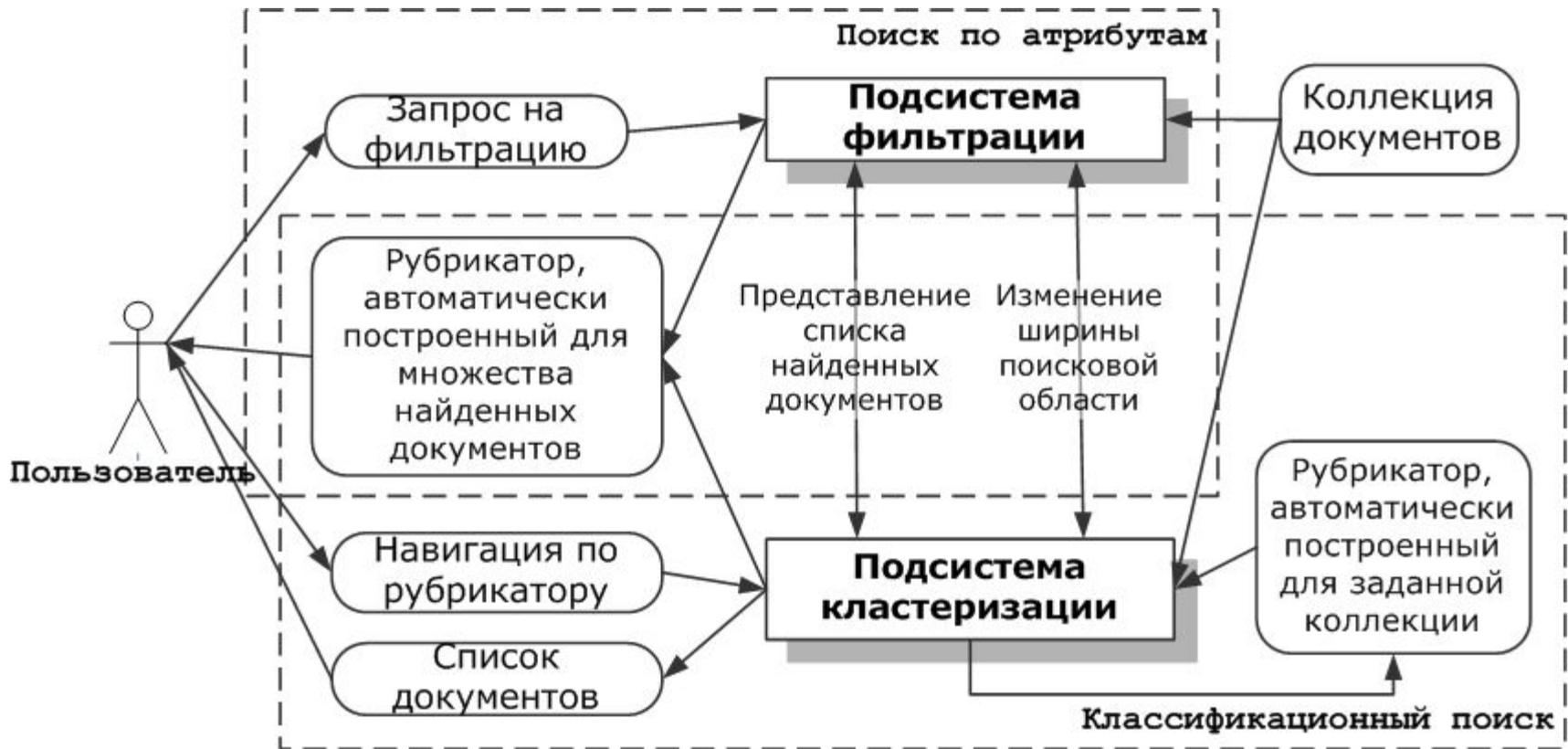
Московский государственный технический университет
им. Н.Э.Баумана

2008

Постановка задачи

- Дано:
 - фонд полнотекстовых документов университетской библиотеки (учебные, обзорно-аналитические материалы различного объёма)
 - Требуется:
 - создать средство тематической навигации по всему фонду или по его подмножествам, способное автоматически подстраиваться под тематику конкретного набора документов.
-

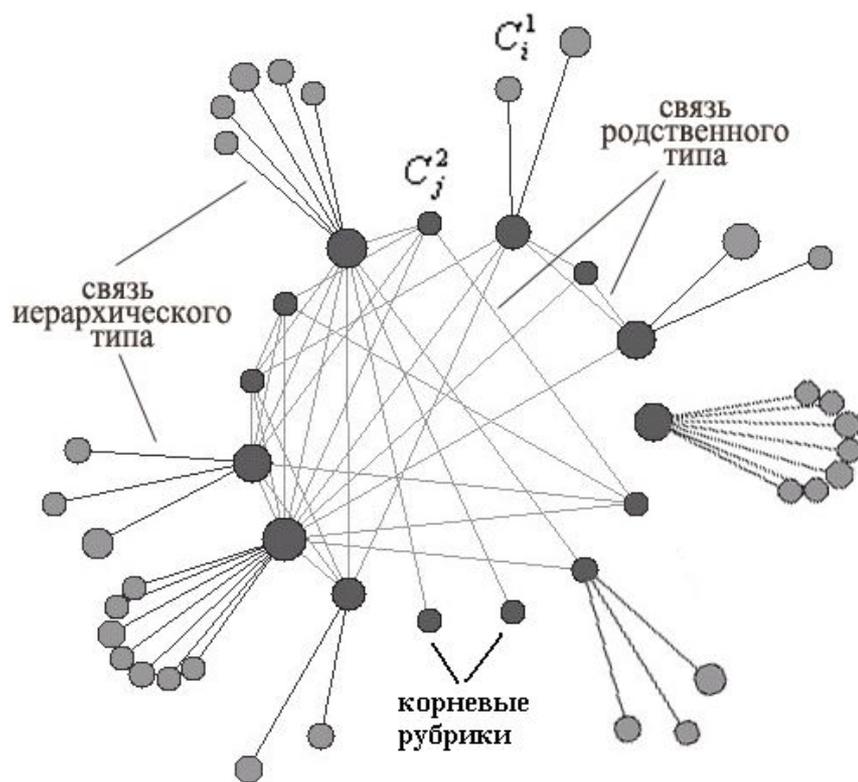
Механизм применения средства тематической навигации



Требования к виду искомой навигационной схемы

- Рубрикатор, унаследовавший основные характеристики от традиционного предметного рубрикатора библиотеки МГТУ им. Н. Э. Баумана:
 - иерархические связи между рубриками (не более 2-3 уровней);
 - родственные связи между рубриками (типа «см. также»);
 - краткое описание и список ключевых слов.
-

Способ представления рубрикатора



Рубрикатор в виде графа $G^* = (V^*, E^*)$, где

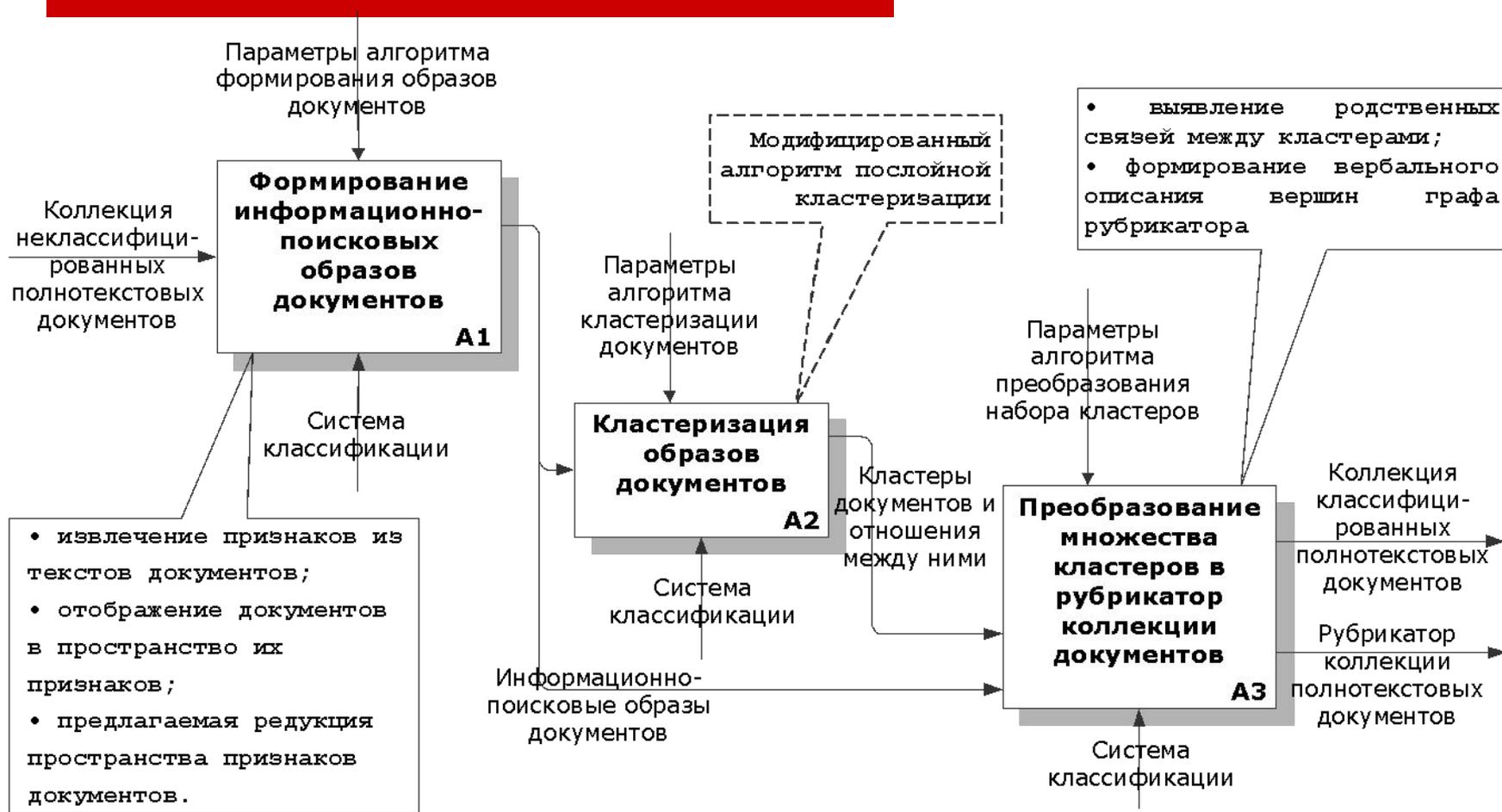
$V^* = \{v_1, \dots, v_{N_c}\}$ – это множество вершин графа, отражающих кластеры документов, полученные при кластеризации коллекции полнотекстовых документов на заданном уровне иерархии;

$E^* = (e_{ij})$ – множество рёбер графа, отражающих как иерархические так и родственные связи.

Граф G^* является многоуровневым и содержит подграфы $G^0 \subseteq \dots \subseteq G^i \subseteq \dots \subseteq G^*$

Каждая выявленная группа документов должна иметь название и список ключевых слов.

Функциональная схема автоматического формирования рубрикатора



Выбор подхода к формированию образов документов

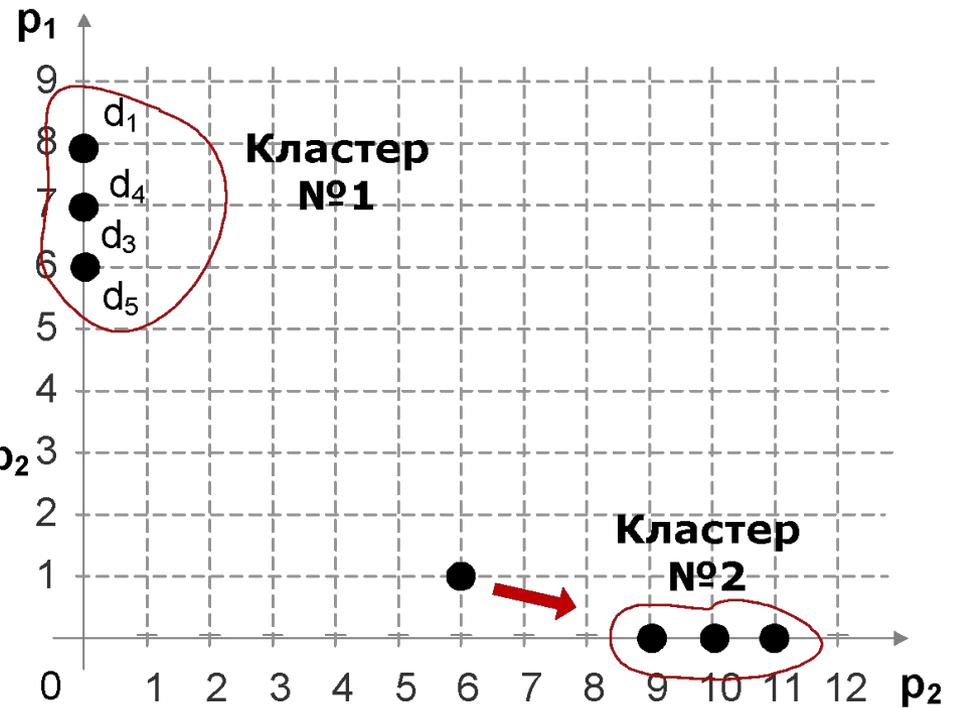
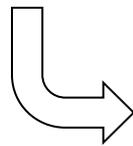
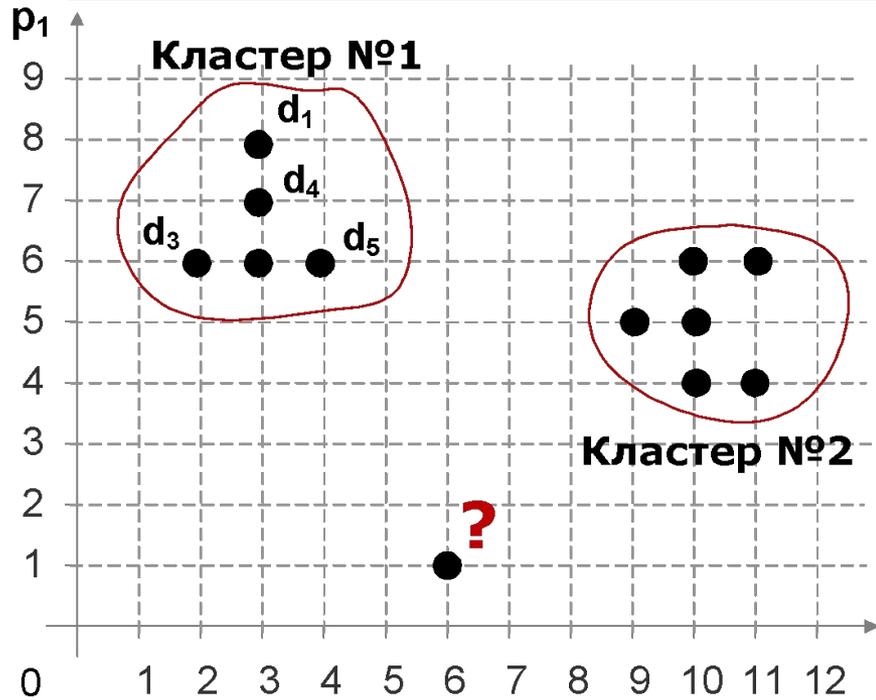
Этапы формирования образа полнотекстового документа для задачи кластеризации и подходы к их реализации (статистический подход)



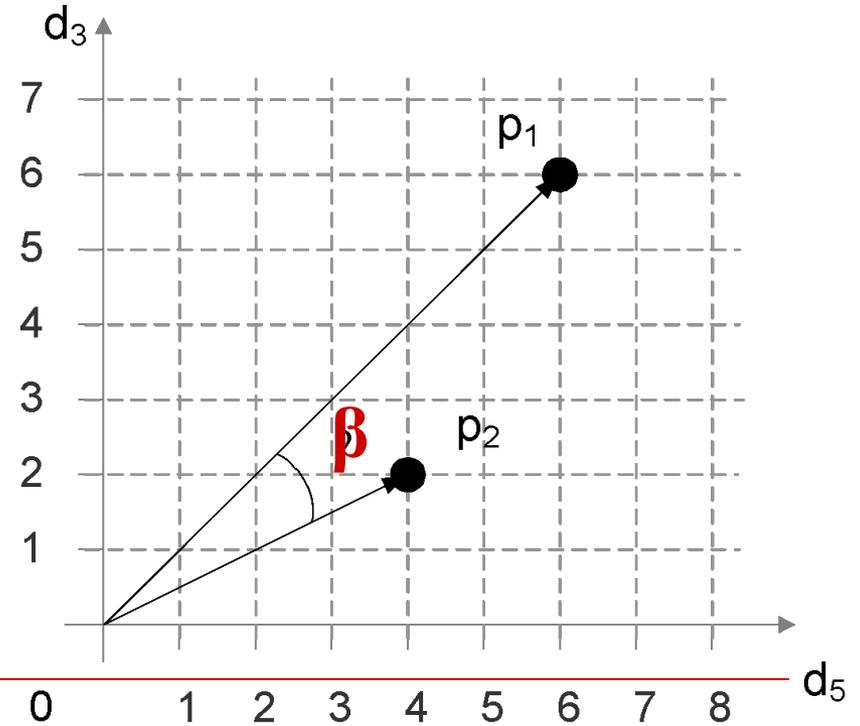
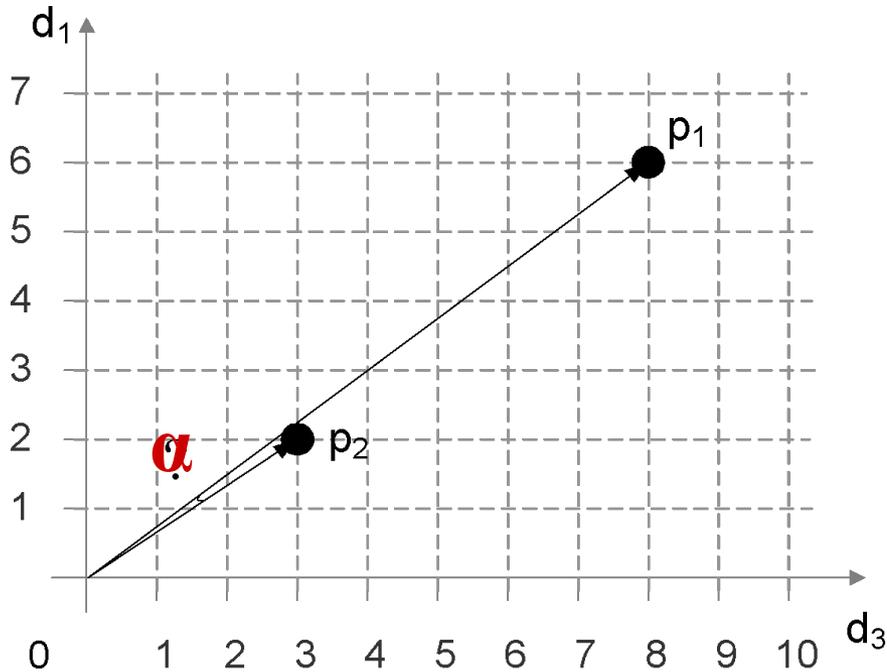
Предложенный алгоритм формирования образов документов

- Построение словаря признаков (одиночных слов) всех документов (морфологический анализ – стеммер М. Портера).
 - Принудительная редукция признаков:
 - удаление стоп-слов;
 - Удаление слов по критерию документальной частоты с порогами t_{\min}^{DF} и t_{\max}^{DF} , где $t_{\min}^{DF} = \langle 1 \text{ документ} \rangle$ и $t_{\max}^{DF} = \langle 80\% \text{ документов} \rangle$.
 - Взвешивание признаков документов по схеме TFIDF.
 - Принудительная редукция признаков (продолжение):
 - для каждого документа в отдельности удаление некоторой доли t^{WP} самых маловесомых признаков, где $t^{WP} = 0.60$.
 - Избирательная редукция:
 - удаление из образов некоторых документов тех признаков, что обладают слабой различительной способностью для представления некоторого тематического класса.
-

Иллюстрации к предположению об избирательной редукции (1)



Иллюстрации к предположению об избирательной редукции (2)



Алгоритм избирательной редукции

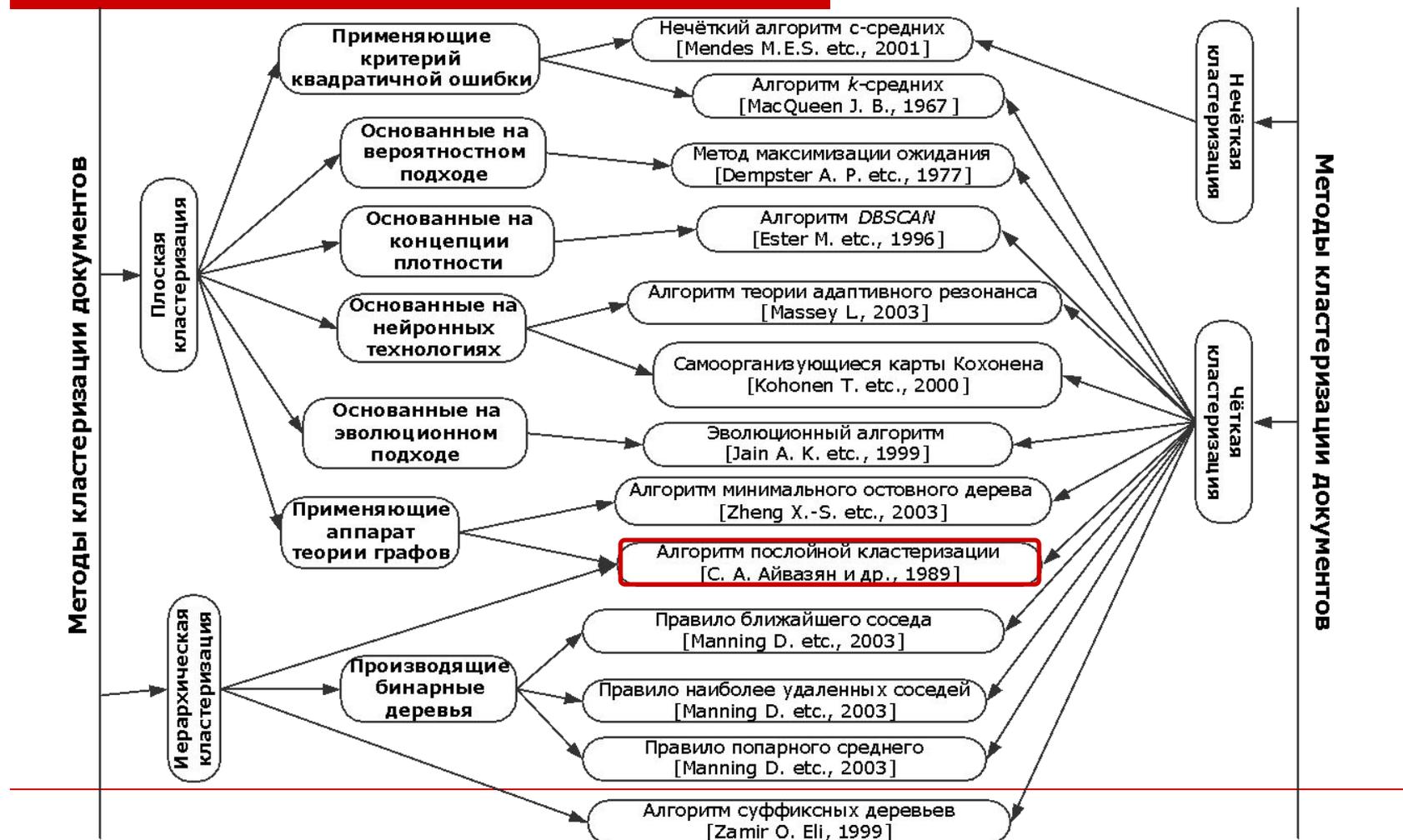
- выявить группы «очевидно родственных» документов $\{C_1^0, \dots, C_{|C^0|}^0\}$ со значением меры близости документов не менее τ^{sim} ;
- для каждой группы C_i^0 удалить малоинформативные для её тематики признаки следующим образом:

- перейти в подпространство документов данной группы $\Pi^{C_i^0}(P)$:

$$C_i^0 = (d_1^{(i)}, \dots, d_{N_i}^{(i)}) = \begin{pmatrix} w_{1(i)}^{(1)} & \boxtimes & w_{N_i(i)}^{(1)} \\ & \boxtimes & \\ w_{1(i)}^{(N_P)} & \boxtimes & w_{N_i(i)}^{(N_P)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 \\ \dots \\ p_{N_P} \end{pmatrix}$$

- в подпространстве документов $\Pi^{C_i^0}(P)$ выполнить группировку признаков с максимальным значением меры близости внутри групп;
- удалить признаки, образовавшие группы в подпространстве документов, из образов $d_j \in C_j^0$.
- удалить из множества P признаки, которые перестали принадлежать хотя бы одному $d_j \in D$.

Выбор алгоритма кластеризации

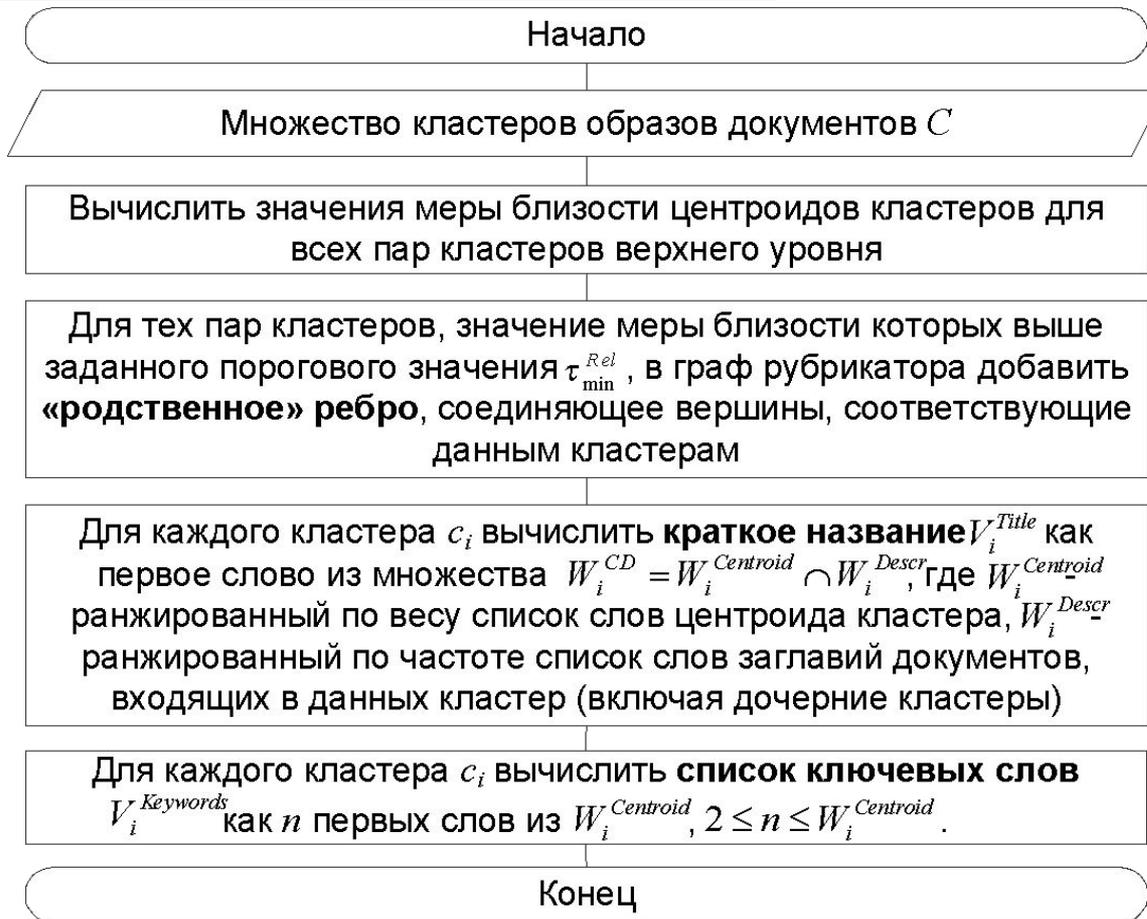


Модифицированный алгоритм кластеризации документов



Результат: последовательность вложенных разбиений $C^1 \subset \dots \subset C^m$, которые отражают иерархические связи между кластерами документов.

Дополнение кластерной структуры до искомого рубрикатора



Тестовые коллекции

- 1) **On-line библиотека CITFORUM (<http://www.citforum.ru>):** наработка эмпирических сведений к методу формирования рубрикатора и оценка его эффективности (**CL1572**).
- 2) **Ресурсы библиотеки МГТУ им. Н. Э. Баумана – коллекция авторефератов диссертаций –** апробация системы формирования рубрикатора (**TAL234**).
- 3) **Коллекция нормативно-правовых документов** законодательства Российской Федерации, сформированная в 2004 году для выполнения заданий в рамках РОМИП (**Legal2004_5000**). Отобраны те документы, для которых есть информация о их принадлежности рубрикам, - ~~25034~~ документов.

5000

Меры качества кластеризации

- **Внешние меры:** автоматическое сравнение полученного разбиения документов с «эталонным» разбиением на кластеры (рубрики).
 - **Внутренние меры:** автоматическая оценка свойств отделимости и компактности полученного разбиения документов.
-

Внешние меры качества кластеризации

- Полнота
- Точность
- F1-мера
- Ошибка
- Аккуратность
- и др.

Для каждой пары документов d_j и d_i	d_j и d_i принадлежат одному кластеру в «эталонном» разбиении	d_j и d_i принадлежат разным кластерам в «эталонном» разбиении
d_j и d_i принадлежат одному кластеру в полученном разбиении	a	c
d_j и d_i принадлежат разным кластерам в полученном разбиении	b	d

Внутренние меры качества кластеризации

- Оценка иерархического разбиения:
 - Кофенетический коэффициент корреляции (CRCC)
 - Оценка плоского разбиения:
 - Индекс Данна (Dunn, DI)
 - Индекс Девиса-Булдина (Davies-Bouldin, DB)
 - Индекс Калинского и Гарабача (Calinski и Harabasz, CH)
 - I-индекс (I-index)
-

Испытания алгоритма формирования образов (на CL1572)

	(1)	(2)	(3)
Внешние меры качества кластеризации			
MicroF ₁ -мера	0,190	0,466	0,505
Error	0,506	0,101	0,084
Внутренние меры качества кластеризации			
CPCC	0,188	0,508	0,580
DI	0,539	0,598	0,577
DB	0,196	0,258	0,180
CH	3,086	6,3687	7,226
I-Index	0,0014	0,0016756	0,0018
Скорость кластеризации			
Время (с)	1783	584	85

Оценка способа формирования образов.

- (1) – без редукции,
 (2) – с принудительной редукцией,
 (3) – с принудительной и избирательной редукцией

Испытание модифицированного алгоритма кластеризации (на CL1572)

	(1)	(2)	(3)
Внешние меры качества кластеризации			
MicroF ₁ -мера	0,21838	0,11321	0,25823
MacroF ₁ -мера	0,10998	0,06513	0,14383
Error	0,05741	0,30799	0,03439
Внутренние меры качества кластеризации			
CPCC	-0,4642	-0,1399	-0,3553
DI	0,598	0,378	0,500
DB	0,394	0,053	0,076
CH	13,505	2,746	6,278
I-Index	0,000041	0,000012	0,000022
Скорость кластеризации			
Время (с)	12503	1216	624

Оценка алгоритма кластеризации:

(1) – иерархический агломеративный алгоритм (усечение дерева при пороге меры близости – 0,20),

(2) – исходный алгоритм послойной кластеризации (два уровня при порогах меры близости {0,40; 0,20}),

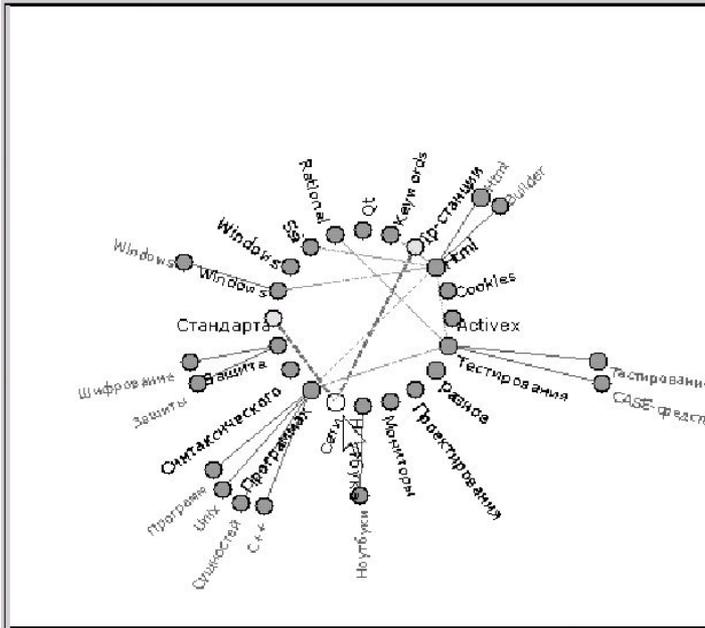
(3) – модифицированный алгоритм послойной кластеризации (два уровня при порогах меры близости {0,40; 0,20}).

Пример интерфейса навигации по подмножеству CL1572

Навигация по коллекции документов с помощью автоматически построенного рубрикатора

Название кластера: **Сети**

Ключевые слова: кабель, коммутатор, концентратор, сет., лvc, кабельн., сетев., порт., трафик, ETHERNET, скс., адаптер, кадр., станц., сегмент., коаксиальн., маршрутизатор., устройств., соединен., UTP, волоконно-оптическ., подключен., хаб., прокладк., офис., FDDI, коммутац., оборудован., коммутацион., вит., ток., ATM, розетк., трос., тополог., телефон., канал., оптический., пакет., VLAN, кольц., маршрутизац., пропусkn., протокол., монитор



Заглавие документа

- Интеллектуальный мониторинг
- Волокно в микротраншее
- Волокно на весу
- Волокно на весу-2
- Коммунальный UTP
- Оптимизация IP-трафика
- Витая пара - все ли так просто?!
- Коммутаторы Fast/Gigabit Ethernet для "большой" се
- Обнаружение несанкционированных подключени
- Регуляторы трафика
- Gigabit как стандарт корпоративной сети
- Нестандартные решения для локальных сетей мал
- Локальная сеть для офиса
- ПРАВИЛА ОБЪЕДИНЕНИЯ РАБОЧИХ ГРУПП
- ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛВС РАБОЧЕЙ ГРУ
- Рекомендации, выработанные практикой
- Соединение двух или более ПК
- Высокоскоростные ЛВС
- Коммутация ЛВС
- Архитектура виртуальных сетей AutoTracker
- Практическое руководство по сетям Plug-and-Play
- Локальные сети для начинающих (на примере LAN)

Родственные кластеры	Мера близости
Стандарта (волокон., коннектор., оптический., разъем., сварк., волокон., наконечник., соединител., LC, MT-R...	0,1179039731
Ip-станции (ALCATEL, IP-телефон., электрическ., мбит., SIEMENS, VERTICAL, электросет., широкополосн., ...	0,1764134818

Пример интерфейса навигации по выборке из коллекции документов с помощью автоматически построенного рубрикатора (выбрана рубрика "Сети")

Испытание модифицированного алгоритма кластеризации (на TAL234)

- Ошибка автоматической классификации на TAL234:
 - 3,2% - в сравнении с классификацией авторефератов по УДК;
 - 13,6% - в сравнении с областью знания по номенклатуре ВАК , что объясняется тематическим перекрытием укрупнённых направлений, по которым осуществляется подготовка и защита диссертаций.
-

Испытания системы на Legal2004_5000 (1)

- Оценить качество кластеризации предложенным методом со значениями параметров, подобранными ранее на других коллекциях.
 - Сравнить качество кластеризации при различных значениях параметров алгоритмов.
 - Продолжить экспериментальное исследование алгоритма избирательной редукции.
 - Оценить устойчивость метода (например, методом половинного деления).
 - Оценить зависимость значений внешних и внутренних мер качества кластеризации.
 - Усовершенствовать алгоритм формирования названий кластеров.
-

Испытания системы на Legal2004_5000 (2)

	(1)	(2)
Внешние меры качества кластеризации		
MicroF1-мера	0,684	0,683
MacroF1-мера	0,736	0,739
Error	0,390	0,382
Внутренние меры качества кластеризации		
CPCC	0,095	0,102
DI	0,457	0,456
DB	0,555	0,426
CH	2,881	3,013
I-Index	0,0000134	0,0000122
Характеристики пространства признаков		
Количество признаков	99 872 (37%)	97 869 (36%)
Количество связей типа «признак-документ»	2 418 482 (39%)	2 314 665 (37%)

Оценка кластеризации модифицированным алгоритмом (Legal2004_5000):
(1) – с принудительной редукцией,
(2) – с принудительной и избирательной редукцией (порог меры близости = 0,60).

Испытания системы на Legal2004_5000 (3)

Количественные характеристики пространства признаков

Пространство признаков	Число термов	Число связей типа «терм-документ»
Исходное	273 563	6 241 986
После принудительной редукции по критерию DF	107 122 (39%)	5 902 589 (95%)
После принудительной редукции по весу внутри отдельных документов (WP)	99 872 (37%)	2 418 482 (39%)
После избирательной редукции	97 869 (36%)	2 314 665 (37%)

Дальнейшие планы

- Закончить эксперименты на 5000 документов
 - Провести исследования на 25034 документов
 - Получить основания для выбора дальнейшего пути развития метода формирования рубрикатора
-

Вопросы

opeskova@mail.ru
