

Поиск в частично аннотированной базе данных изображений

студент 544 группы: Александр Дольник
научный руководитель: Борис Новиков

Кафедра Системного Программирования
Математико-Механический факультет
Санкт-Петербургский Государственный Университет

Диплом – 14 Июня 2007

Постановка задачи

Трёхэтапный поиск изображений по текстовым запросам

1. По текстовым среди аннотаций.
 - ▶ Поиск только среди тех изображений в которых есть аннотации
 - ▶ Текстовый запрос
2. По содержанию изображения.
 - ▶ Поиск среди всех изображений в базе данных
 - ▶ Нет возможности ввода текстового запроса
3. Комбинирование результатов.
 - ▶ Поиск среди всех изображений в базе данных
 - ▶ Текстовый запрос

Постановка задачи

Трёхэтапный поиск изображений по текстовым запросам

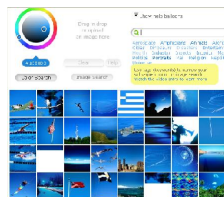
1. По текстовым среди аннотаций.
 - ▶ Поиск только среди тех изображений в которых есть аннотации
 - ▶ Текстовый запрос
2. По содержанию изображения.
 - ▶ Поиск среди всех изображений в базе данных
 - ▶ Нет возможности ввода текстового запроса
3. Комбинирование результатов.
 - ▶ Поиск среди всех изображений в базе данных
 - ▶ Текстовый запрос



Постановка задачи

Трёхэтапный поиск изображений по текстовым запросам

1. По текстовым среди аннотаций.
 - ▶ Поиск только среди тех изображений в которых есть аннотации
 - ▶ Текстовый запрос
2. По содержанию изображения.
 - ▶ Поиск среди всех изображений в базе данных
 - ▶ Нет возможности ввода текстового запроса
3. Комбинирование результатов.
 - ▶ Поиск среди всех изображений в базе данных
 - ▶ Текстовый запрос



Методы комбинирования результатов

- ▶ Множество списков $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$ с весами $\Omega_\alpha = \{\omega_{\alpha_1}, \omega_{\alpha_2}, \dots, \omega_{\alpha_N}\}$
- ▶ Вектор ранга объекта A в каждом списке: $R_A^{(\alpha)} = \{r_A^{(\alpha_1)}, r_A^{(\alpha_2)}, \dots, r_A^{(\alpha_N)}\}$
- ▶ Функция $f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$? такая, что $r_A^{(0)} = f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$

Методы комбинирования результатов

- ▶ Множество списков $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$ с весами $\Omega_\alpha = \{\omega_{\alpha_1}, \omega_{\alpha_2}, \dots, \omega_{\alpha_N}\}$
- ▶ Вектор ранга объекта A в каждом списке: $R_A^{(\alpha)} = \{r_A^{(\alpha_1)}, r_A^{(\alpha_2)}, \dots, r_A^{(\alpha_N)}\}$
- ▶ Функция $f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$? такая, что $r_A^{(0)} = f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$
 - ▶ *CombMax, CombMin, CombSum*

Методы комбинирования результатов

- ▶ Множество списков $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$ с весами $\Omega_\alpha = \{\omega_{\alpha_1}, \omega_{\alpha_2}, \dots, \omega_{\alpha_N}\}$
- ▶ Вектор ранга объекта A в каждом списке: $R_A^{(\alpha)} = \{r_A^{(\alpha_1)}, r_A^{(\alpha_2)}, \dots, r_A^{(\alpha_N)}\}$
- ▶ Функция $f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$? такая, что $r_A^{(0)} = f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$
 - ▶ *CombMax*, *CombMin*, *CombSum*
 - ▶ *CombAVG*

Методы комбинирования результатов

- ▶ Множество списков $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$ с весами $\Omega_\alpha = \{\omega_{\alpha_1}, \omega_{\alpha_2}, \dots, \omega_{\alpha_N}\}$
- ▶ Вектор ранга объекта A в каждом списке: $R_A^{(\alpha)} = \{r_A^{(\alpha_1)}, r_A^{(\alpha_2)}, \dots, r_A^{(\alpha_N)}\}$
- ▶ Функция $f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$? такая, что $r_A^{(0)} = f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$
 - ▶ *CombMax*, *CombMin*, *CombSum*
 - ▶ *CombAVG*
 - ▶ *ProbFuse*

Методы комбинирования результатов

- ▶ Множество списков $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$ с весами $\Omega_\alpha = \{\omega_{\alpha_1}, \omega_{\alpha_2}, \dots, \omega_{\alpha_N}\}$
- ▶ Вектор ранга объекта A в каждом списке: $R_A^{(\alpha)} = \{r_A^{(\alpha_1)}, r_A^{(\alpha_2)}, \dots, r_A^{(\alpha_N)}\}$
- ▶ Функция $f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$? такая, что $r_A^{(0)} = f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$
 - ▶ *CombMax*, *CombMin*, *CombSum*
 - ▶ *CombAVG*
 - ▶ *ProbFuse*
 - ▶ *HSC3D*

Методы комбинирования результатов

- ▶ Множество списков $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$ с весами $\Omega_\alpha = \{\omega_{\alpha_1}, \omega_{\alpha_2}, \dots, \omega_{\alpha_N}\}$
- ▶ Вектор ранга объекта A в каждом списке: $R_A^{(\alpha)} = \{r_A^{(\alpha_1)}, r_A^{(\alpha_2)}, \dots, r_A^{(\alpha_N)}\}$
- ▶ Функция $f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$? такая, что $r_A^{(0)} = f(\Omega_\alpha, R_A^{(\alpha)})$
 - ▶ *CombMax*, *CombMin*, *CombSum*
 - ▶ *CombAVG*
 - ▶ *ProbFuse*
 - ▶ *HSC3D*
 - ▶ *CombMNZ*

Свойства функции слияния

Наследуемые свойства:

- ▶ Симметричность /Во всех методах/
- ▶ 2 функции для определения ранга объекта
 - ▶ Функция ранга $([0..1], [0..1])^N \rightarrow [0..1]$
 - ▶ Функция веса $[0..1]^N \rightarrow [0..1]$
- ▶ *MinMax* условие /*CombAVG, CombMax*/:

Свойства функции слияния

Наследуемые свойства:

- ▶ Симметричность /Во всех методах/
- ▶ 2 функции для определения ранга объекта
 - ▶ Функция ранга $([0..1], [0..1])^N \rightarrow [0..1]$
 - ▶ Функция веса $[0..1]^N \rightarrow [0..1]$
- ▶ *MinMax* условие /*CombAVG, CombMax*/:

Дополнительное свойство (аналог HSC3D):

- ▶ Условие взвешенной стабилизации элементов с высоким рангом

CombAVG со стабилизирующей функцией (WTGF)

Модернизация *CombAVG*, в качестве веса — стабилизирующая (или гравитационная) функция:

$$r_A^{(0)} = \frac{\sum_i g(\omega_{\alpha_i}, r_A^{(\alpha_i)}) \cdot r_A^{(\alpha_i)}}{\sum_i g(\omega_{\alpha_i}, r_A^{(\alpha_i)})},$$

где

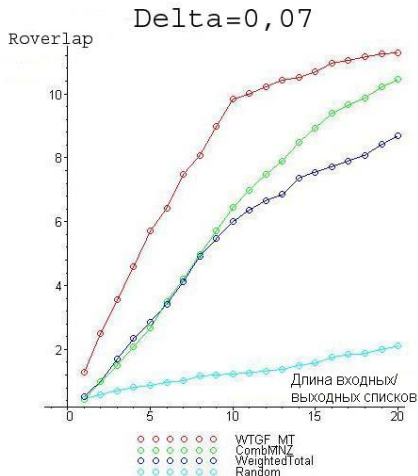
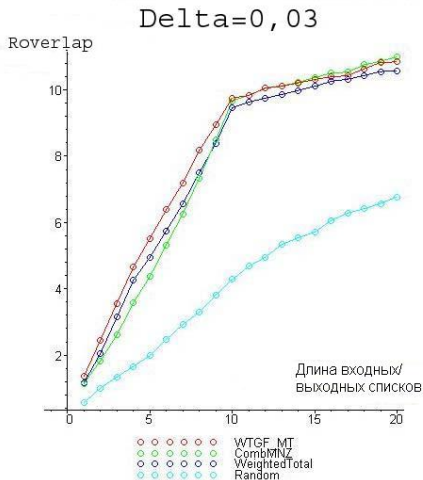
$$g(\omega_{\alpha_i}, r_A^{(\alpha_i)}) = \omega_{\alpha_i}^2 \cdot \left(r_A^{(\alpha_i)} + \frac{1}{12} \right)^4$$

Эксперимент. Описание.

- ▶ *Random* с условиями *MinMax*
- ▶ *CombMNZ*
- ▶ *WTGF_MT*
- ▶ *WeightedTotal* (взвешенное среднее)

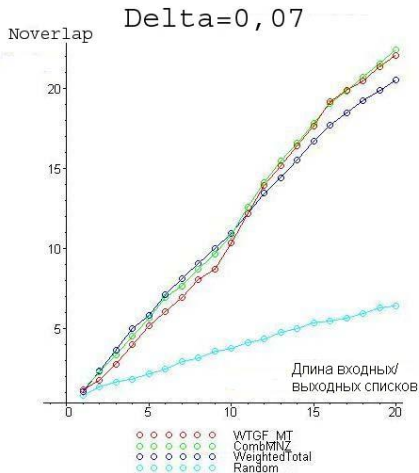
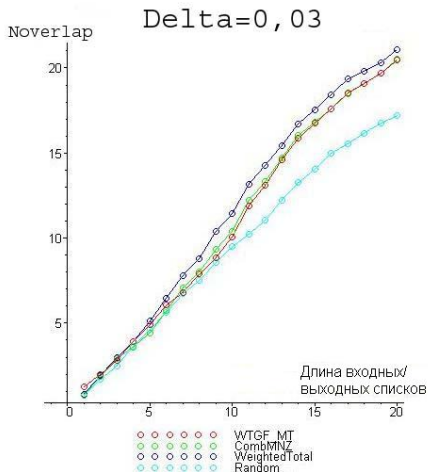


Эксперимент. Коэффициент $R_{overlap}$.



$$R_{overlap}(x) = \frac{M * R^{(0)}(x)}{\sum_i^M R^{(\alpha_i)}(x)}$$

Эксперимент. Коэффициент $N_{overlap}$.



$$N_{overlap}(x) = \frac{M * N^{(0)}(x)}{\sum_i^M N^{(\alpha_i)}(x)}$$

Выводы

- ▶ Была разработана система текстового поиска в частично аннотированной базе данных изображений
- ▶ В ходе реализации была проработана схема комбинирования результатов полнотекстового поиска и поиска по содержанию.
- ▶ Для комбинирования разработан эффективный (показатель $R_{overlap}$), по сравнению с методами *CombAVG*, *CombMNZ*, *WeightedTotal* и методом *Random*, метод слияния.
- ▶ Метод устойчив к изменению параметров системы поиска по содержанию.
- ▶ Сейчас проводятся эксперименты по применению данного метода слияния в рамках гранта Яндекс.