

Системи за организация, търсене и достъп до изображения - тенденции и развитие

Ирена Вълва

Content Based image retrieval systems - trends and improvements: *The stored amount of visual information is increasing and efficient tools for storage, organization, management, search and retrieval are needed. This area of research is the subject of great scientific interest over the past two decades. This paper addresses the main elements of the process of image organization, storage and retrieval systems and their evaluation and how they were changed.*

Key words: *content based image retrieval systems, image indexing, queries, users, image data.*

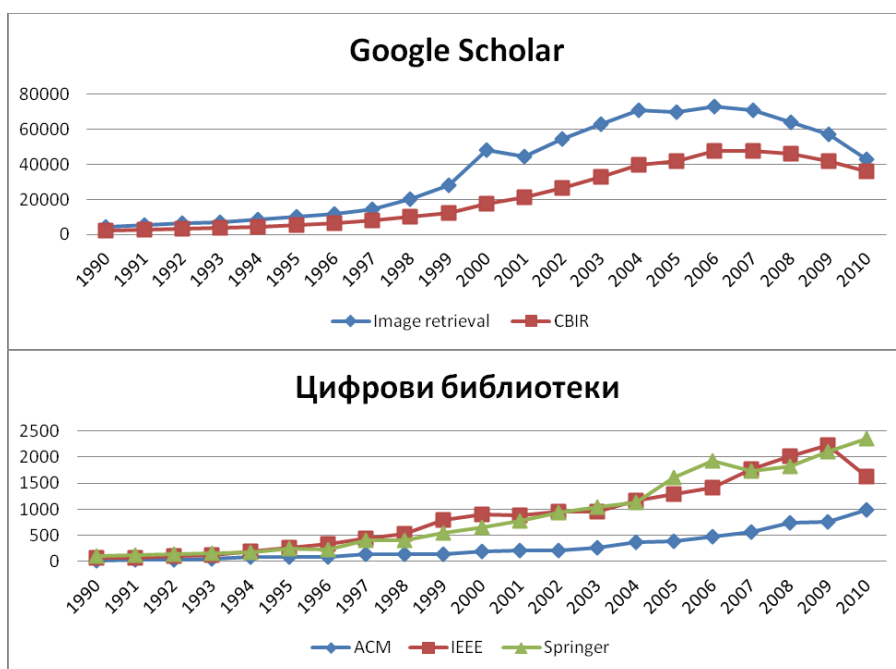
ВЪВЕДЕНИЕ

Житейският опит е затвърдил у хората мотивация и стремеж да организират и съхраняват информацията, с която разполагат, за да може да я разширяват и използват многократно. Този процес започва с текстовите данни в библиотеките преди векове, преминава през съвременните цифрови библиотеки и се развива в посока организация и достъп до данни за данните или метаданни. Едно от тези нови направления, с начало 90те години на миналия век, е организацията и достъпа до изображения. Основен проблем в него е това, че от една страна е много трудно да се опише с думи, това което се вижда, от друга - описанието е винаги много субективно и от трета - неавтоматичното събиране на данните за изображенията би било ужасно бавен и монотонен процес. Развитието на техниката и технологиите в последните години е предпоставка за съхранение на огромно количество информация в различни цифрови формати, която ако не е организирана по някакъв автоматизиран начин е неизползваема. Поради всичко това основен интерес в областта на системите за организация, търсене и достъп до изображения представляват именно тези системи, базирани на съдържанието на изображенията. Този тип системи включват всички технологии за организация на архиви от цифрови изображения на база на тяхното визуално съдържание. Съгласно това определение в тази категория попадат широк кръг от проучвания и изследвания - от критерии за сравнение и подобие на изображения до системи за категоризация и текстово описание на изображения, което включва много широк кръг от научни направления - компютърна графика, обработка на изображения, компресиране на информация, бази от данни и информационни системи и много други.

Подобни изследвания са правени и публикувани в различни издания - [1, 12, 14, 15], по отношение на усъвършенстване на търсенето - [20], многомерно индексирание на мултимедийни данни [4], разпознаване на образи [19], медицински изображения [10], изображения, свързани с изкуство и история [5]. Организацията и достъпа на мултимедийна информация като по-широк клас, обхващащ анализ на видео, аудио, изображения и текст, най-общо е анализирана в [13, 9]. Настоящото изследване е посветено на системите за организация и достъп до изображения от гледна точка на основните елементи в тези системи. Повод за него е ежегодно нарастващият брой публикации, което показател за големия брой изследователи, работещи в това направление и съответно за актуалността на проблема. За доказателство на тези тенденции са използвани резултати от изследване на търсене в Google Scholar и цифровите библиотеки на ACM, IEEE и Springer по ключови думи "Image retrieval" и "Content based image retrieval", като резултатите могат да се видят на фигура 1.

ОСНОВНИ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИЕТО НА СИСТЕМИТЕ ЗА ОРГАНИЗАЦИЯ И ДОСТЪП ДО ИЗОБРАЖЕНИЯ

През 80-те и най-вече 90-те години системите за организация, търсене и достъп до изображения са използвани предимно за съхранение на различни художествени произведения в цифров вид, с цел те да бъдат достъпни за различни приложения за работа с бази от данни, използващи клиент-сървър технологии. Библиотеките и музеите могат чрез тях и публикуването във Web, да осигурят достъп до своите колекции на широк кръг заинтересовани потребители, без това да се отразява на самите експонати (да бъдат изложени на вредни въздействия и износване). Организацията, чиято работа е свързана с голямо количество географска информация, могат да получат достъп до голямо количество аналитична информация, могат лесно и бързо да обработват и да свързват различни типове пространствени данни. Ежедневното развитие на този тип приложения дава повод на потребителите да очакват допълнителни възможности в тази област [2, 17].



Фиг. 1. Изменение на броя публикации през годините по ключови думи " Image retrieval" и "Content based image retrieval"

С навлизането на цифровата камера в ежедневието на обикновения човек той има възможност да "съхрани" своя живот в снимки и да го споделя с останалите. Намалява цената на единица дисково пространство за съхранение на цифрова информация с годините и се развива web пространството и технологиите - по този начин потребителят се превръща от пасивен консуматор на снимки в миналото в активен генератор на такива.

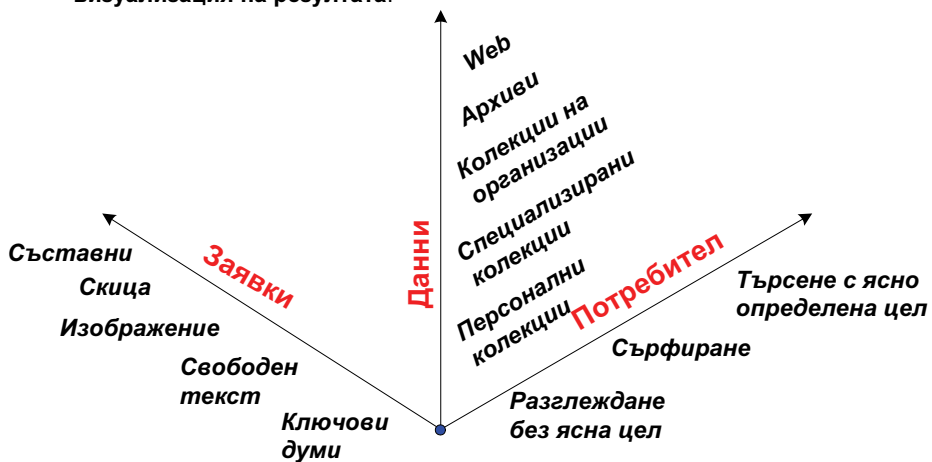
С увеличаването на броя на изображенията се налага да се търсят методи за автоматично извличане и съхранение на техните визуални характеристики. В последствие данните за тези характеристики се използват за индексирани и търсене

на изображения. Така, че работата на системите за организация, търсене и достъп до изображения се състои от следните *подпроцеси*:

- извличане на визуални характеристики и представяне в подходяща форма;
- индексирание или класификация/групиране на изображенията на база визуални характеристики;
- формиране на заявка за търсене на изображение(я) - обикновено при търсене на изображение по зададен критерии не се очаква резултат с точно съвпадение, а по-скоро с определена степен на подобие;
- определяне на критерии за подобие;
- визуализация на резултата;
- усъвършенстване на заявката от страна на потребителя и ново търсене.

Съществуват много изследвания на системите за съхранение и търсене на изображения от гледна точка на самите системи и техните функционални възможности. *Целта на това изследване* е да се разгледа развитието на отделните елементи в този тип системи и тяхното развитие във времето (фигура 2), а именно:

- **данните**, на базата на които се формира характеристичния вектор за отделните изображения;
- евентуалният **потребител** и неговата цел при използване на системата;
- типовете **заявки** и критериите за подобие;
- **визуализация на резултата**.



Фиг. 2. Развитие във времето на отделните съставни елементи на системите за организация и достъп до изображения

ДАНИИ

От една страна това са изображенията, които ще се съхраняват и организират, а от друга това е информацията, извлечена от тези изображения и използвана за организацията, индексирането и формирането на структури за бързо търсене и сравнение със заявките.

По отношение на използваните колекции от изображения и на историческото развитие на системите за работа с изображения те могат да се класифицират по следния начин:

Персонални колекции - до голяма степен това са хомогенни колекции, малки по обем, достъпни предимно на собствениците им и съхранявани на персоналният компютър или друга персонална медия на самия собственик.

Колекции от определени предметни области - хомогенни колекции, достъпни за контролирана група от потребители със строго специфични цели, големи по обем, хоствани в разпределени системи за съхранение. Примери за такива са колекциите от биомедицински или сателитни изображения.

Колекции на отделни организации - разнородни колекции от изображения, достъпни за потребителите в рамките на организационната интранет мрежа. Съхранението и достъпа до тях до голяма степен се определя от политиката на интранет мрежата.

Архиви - обикновено съдържат големи обеми от структурирани или полуструктурирани хомогенни данни. Съхраненето им изисква големи дискови масиви, а достъпът до тях е с определена политика на контрол, макар да е позволен за много широк кръг потребители в интернет.

Web - всички изображения в световната мрежа са практически достъпни за всеки потребител с интернет връзка. Примери за такива колекции са добре известните търсачки на изображения Google и Yahoo!, които регулярно актуализират своите локални бази от данни. Този тип колекции са неструктурирани и нехомогенни, с изключително голям и динамичен обем.

Най-стари исторически са системите за работа с персонални колекции и функционалността им е съсредоточена върху персонализация, гъвкавост при разглеждане и методология на визуализацията. Пример за подобна съвременна система е Google Picasa [11], която позволява сортиране по хронология. При системите за определена предметна област организацията, търсенето и визуализацията се определят от спецификата на предметната област и групата от потребители. При работата с архиви трябва да се предвидят дълги сесии на работа със системата и специфика на търсенето, добра визуализация, възможност за различни типове заявки и доуточняване на заявките в процеса на работа. Последната група системи задължително трябва да поддържат многопотребителски достъп и голямо натоварване, което да се осигури освен софтуерно и със съответни хардуерни ресурси. Тази последна група системи са най-актуални и най-сериозно изследвани в последните години.

ПОТРЕБИТЕЛИ

Като активен елемент от системите за работа с изображения се предполага, че намеренията или яснотата по отношение на това, което потребителят търси като изображение по време на работа варира, но има ключова роля за това дадена система да оправдае или не очакванията на потребителя за естеството на тяхното взаимодействие. Най-общо групите потребители на база тяхната цел при работа със системата могат да бъдат разграничени по следния начин:

Разглеждане - потребителят разглежда колекцията от изображения без ясно определена крайна цел. Сесията на тази група потребители може да се състои от множество несвързани търсения и прехвърляния от тема в тема.

Сърфиране - потребителят започва с някакво търсене, като резултатите от него внасят известна яснота в неговата цел и са начало на последващо търсене. Търсенята на практика доуточняват целта на работа на този тип потребители.

Търсене с ясно определена цел - потребителят е съвсем наясно още в началото на своята работа каква е целта на неговото търсене в системата. Сесиите на работа са кратки и търсенята обикновено са силно свързани с крайния резултат.

Някои от изследванията категоризират потребителите в групи на експерти и начинаещи и изследват взаимодействието им с видео библиотека [6]. В [3] е направен анализ на изискванията на потребителя при работа със системи за достъп до изображения и е предложена схема на категоризация на заявките на потребителите. Обосновка на идеята тези системи да са съобразени с потребителя, като един от основните елементи в тях е направена в [7].

ЗАЯВКИ

Основен параметър за оценка на взаимодействието между потребител и система при работа с изображения е сложността на поддържаните от системата заявки. В историческия план развитието на заявките е:

Ключови думи - най-елементарният и разпространен начин за формулиране на заявка е този, при който потребителят задава една или повече ключови думи, на база на които се формира резултата. На този принцип работят голяма част от познатите ни системи в интернет. Обикновено съвпадение за зададените ключови думи се търси в описанието на изображенията или в заобикалящия ги текст.

Свободен текст - потребителят формулира заявката си като изречение в свободен текст, въпрос или дори пасаж от текст.

Изображение - потребителят търси изображения подобни на избрано от него изображение.

Скица - скицирано изображение от самия потребител се задава като заявка за търсене на подобни изображения.

Съставни заявки - включват един или повече от по-горе изброените типове заявки, както и позволяват доуточняване на заявката на база върнатите резултати.

От гледна точка на **системата** заявките и механизмите на тяхната обработка могат да се разделят на:

Текстово базирани заявки - включва ключови думи и свободен текст, някои форми на ограничен естествен език също.

Базирани на съдържанието на изображенията - заявките са изображения, скици или други графични елементи. Обработката на такъв тип заявки предполага първо формиране на съответно представяне на заявката, така че да бъдат съпоставими извлечените характеристики с характеристиките на отделните изображения в системата, прилагане на критерии за подобие и оценка на подобие. Този тип системи изискват съответно представяне на съдържанието на изображенията, кластеризация или категоризация и изпълнение на операции, различни от директното сравнение за точно съвпадение на текстови съчетания.

Съставни - включва и двата типа по-горе в различни пропорции. Пример за подобна система е [8].

Интерактивни - потребителят въздейства на системата - например системите допускат доуточняване на заявките в процеса на работа.

За да поддържат последните типове заявки е необходимо тези системи да поддържат автоматично извличане на информация за съдържанието на изображенията - обикновено базирана на текстури, форма [16], цвят [18], глобално за изображението или касаеща отделни обекти от него (области на интерес).

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА РЕЗУЛТАТА

Представянето на резултатите от търсенето е един от важните фактори за възприемането и популярността на дадена система за работа с изображения. Начините на представяне на резултатите могат да се класифицират както следва:

Според степента на подобие със заявката - най-често използваният метод, възприет от известните търсачки Google и Yahoo!.

според времеви етикет - показват се изображенията в хронологичен ред. Системата за персонални колекции Picasa на Google [11] позволява опции за визуализиране на изображенията в хронологичен ред.

В групи на база определен критерий - кластеризацията на изображенията на база на тяхното визуално съдържание или метаданните за тях е много активна област за научни изследвания. Кластеризацията на резултата също е добър вариант и спомага за подобряване производителността на търсене [5].

Йерархична - ако метаданните позволяват подобно структуриране на данните то би било изключително полезно при визуализиране на резултатите от търсене, особено при работа с архиви и за целите на обучението.

Комбинирана - съчетава няколко различни подхода на визуализация.

Организацията и изучаването на взаимодействието между потребителя и софтуерното приложение е изключително важен момент за всяка успешна реализация, а в частност и за системите за работа с изображения. Съществуват множество реално работещи подобни системи, но все още не може да се говори за наложени стандарти или утвърдени методологии за разработване и организация на интерфейса им с потребителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ИЗВОДИ

Ключови проблеми пред системите за работа с изображения все още продължават да бъдат:

- Семантика на изображението - как да се преодолее разликата в семантиката на едно и също изображение за различните потребители. Визуалното съдържание е едно и също, но погледнато с очите на различни потребители има различен смисъл и всеки от потребителите вижда, запомня и оценява като съществени различни неща от едно и също изображение;
- Какво приложение биха могли да намерят този тип системи и на какви ключови моменти да се заложи при тяхното проектиране и реализация;
- Как да се систематизират, сравнят и оценят известните подходи така че да се създаде стандарт за подобен род приложения;
- Кои ще са новите идеи, насоки на изследване и развитие в тази предметна област.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Aigrain, P., Zhang, H., and Petkovic, D. Content-based representation and retrieval of visual media: A review of the state-of-the-art. *Multimedia Tools and Applications* 3, 3, 179-202.

[2] Alexandrov, A.D., W.Y. Ma, A.El Abbadi, B.S. Manjunath. Adaptive Filtering and Indexing for Image Databases. *SPIE*, Vol. 2420, pp.12–22.

[3] Armitage, L. H. and Enser, P. G. B. Analysis of user need in image archives. *J. Information Science* 23, 4, 287-299.

[4] Bohm, C., Berchtold, S., and Keim, D. A. Searching in high-dimensional space index structures for improving the performance of multimedia databases. *ACM Computing Surveys* 33, 3, 322-373.

[5] Chen, C., Wactlar, H., Wang, J. Z., and Kiernan, K. Digital imagery for significant cultural and historical materials - an emerging research field bridging people, culture, and technologies. *Int. J. on Digital Libraries* 5, 4, 275-286.

[6] Christel, M. G. and Conescu, R. M. Addressing the challenge of visual information access from digital image and video libraries. In *Proc. ACM/IEEE-CS JCDL*.

[7] Jaimes, A., Sebe, N., and Gatica-Perez, D. Human-centered computing: A multimedia perspective. In *Proc. ACM Multimedia (special session on Human-Centered Multimedia)*.

[8] Joshi, D., Datta, R., Zhuang, Z., Weiss, W., Friedenber, M., Wang, J., and Li, J. Paragrab: A comprehensive architecture for web image management and multimodal querying.

[9] Lew, M., Sebe, N., Djeraba, C., and Jain, R. Content-based multimedia information retrieval: State-of-the-art and challenges. *ACM Trans. Multimedia Computing, Communication, and Applications* 2, 1, 1-19

[10] Muller, H., Michoux, N., Bandon, D., and Geissbuhler, A. A review of content-based image retrieval systems in medical applications - clinical benefits and future directions. *Intl. J. Medical Informatics* 73, 1, 1-23.

- [11] Picasa. 2004. <http://picasa.google.com/>
- [12] Rui, Y., Huang, T., and Chang, S.-F. Image retrieval: Current techniques, promising directions and open issues. *J. Visual Communication and Image Representation* 10, 1, 39-62.
- [13] Sebe, N., Lew, M. S., Zhou, X., Huang, T. S., and Bakker, E. The state of the art in image and video retrieval. In *Proc. CIVR*.
- [14] Smeulders, A. W., Worring, M., Santini, S., Gupta, A., Jain, R. Content-based image retrieval at the end of the early years. *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence* 22, 12, 1349-1380.
- [15] Snoek, C. G. M. and Worring, M. Multimodal video the-art. *Multimedia Tools and Applications* 25, 1, 5-35.
- [16] Stoeva, M., V. Bozhikova, A Shape Based Approach for Biometrical Analysis, International conference on computer systems and technologies (CompSysTech'09), University of Ruse, Bulgaria, Conference Proceedings - V.1.1 - V.1.6, 18-19 June 2009
- [17] Sunderland, J. Image Collections: Librarians, Users and Their Needs. *Art Libraries Journal*, 7(2), 1982, pp. 41-49.
- [18] Valova, I., B. Rachev. A Content Based Image Retrieval System Based on Color Features. - CODATA. Berlin, Germany, 2004
- [19] Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., and Rosenfeld, A. Face recognition: A literature survey. *ACM Computing Surveys* 35, 4, 399-458.
- [20] Zhou, X. S. and Huang, T. S. Relevance feedback in image retrieval: A comprehensive review. *Multimedia Systems* 8, 536-544

За контакти:

гл. ас. д-р Ирена Вълова, катедра „Компютърни Системи и Технологии“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел: 082/888-685, e-mail: irena@ecs.uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.