



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Seminararbeit Anwendungen II

Raoul Pascal Pein

Information Retrieval Systeme

Thema der Seminararbeit Anwendungen II

Information Retrieval Systeme

Stichworte

Retrieval, Content Based Image Retrieval, Bildsuche, Indexierung

Kurzzusammenfassung

Der Trend, immer mehr Daten kostengünstig digital speichern zu können, führt zu einer ständig anwachsenden Flut von Dateien aller Art. Herkömmliche hierarchische Dateisysteme sind längst nicht mehr ausreichend, diese Daten geordnet abzuspeichern. Es wird immer schwieriger, die bestehenden Dateien derart übersichtlich zu ordnen, dass man die benötigten Informationen schnell wiederfinden kann. Insbesondere der Zugriff mehrerer Nutzer auf die selben Daten erfordert zusätzliche Werkzeuge.

In dieser Arbeit werden einige derzeit verfügbare Retrievalprogramme, sowie aktuelle Forschungsergebnisse präsentiert. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf dem Image Retrieval, das Technologien benötigt, die über die einer einfachen Textsuche hinausgehen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Current Work	5
2.1	Anwendungen	5
2.1.1	Webweite Dateisuche	5
2.1.2	Lokale Dateisuche	6
2.1.3	Webweite Bildersuche	7
2.1.4	Fotoalben	7
2.2	Forschung	8
2.2.1	Semantically Relevant Image Retrieval by Combining Image and Linguistic Analysis	8
2.2.2	Hierarchical Clustering of WWW Image Search Results Using Visual, Textual and Link Information	8
2.2.3	A Bayesian Network Approach to Multi-feature Based Image Retrieval	9
2.2.4	SIMBA - Search IMages By Appearance	9
2.2.5	PictureFinder	9
2.2.6	MARVEL: Multimedia Analysis and Retrieval System	9
2.2.7	I-Search	11
3	Bewertung	12
3.1	Schwerpunkte	12
3.2	Nutzbarkeit von Image Retrieval Diensten	12
4	Zusammenfassung	13

1 Einleitung

Die Menge an digital gespeicherten Informationen wächst weltweit ständig an. Technologien wie das Internet und der rapide Preisverfall bei Massenspeichern treiben diesen Trend weiterhin an. Dokumente verschiedenster Art können inzwischen mit unzähligen Programmen erstellt werden. Die Anzahl der von Hand erstellten Dateien wie Texte, Tabellen, Zeichnungen, CAD-Modelle oder ähnlichem ist für eine einzelne Person meist noch überschaubar. Sollen diese Dokumente allerdings einer großen Anzahl anderer Personen zugänglich gemacht werden, fehlt diesen der Überblick, um gezielt auf die gewünschte Information zuzugreifen zu können. Der schnellste Weg für einen Außenstehenden wäre, den Besitzer der Dokumente direkt nach dem Ort des gesuchten Dokumentes zu fragen, was natürlich nur im kleinen Rahmen funktionieren kann.

Dieses Problem verschärft sich, sobald über eine automatische Datenerfassung Logs, Meßwerte und andere Daten in großen Mengen gespeichert werden. Spätestens an dieser Stelle ist kein Ansprechpartner mehr vorhanden, der den genauen Inhalt kennen kann. Weiterhin werden ständig neue multimediale Inhalte wie Bilder, Audio- und Videodateien generiert.

Die Speicherung von Daten geschieht üblicherweise in hierarchischen Dateisystemen oder Datenbanken. In Dateisystemen wird ein Dokument über einen Pfadnamen und einen Dateinamen identifiziert. Dadurch sind die Möglichkeiten der Sortierung und Navigation sehr eingeschränkt. Um eine Datei nach mehreren Kriterien gleichzeitig einzusortieren, stehen lediglich einfache Hilfsmittel wie Aliase zur Verfügung. Komplexe Strukturen, die wahlweise nach Autor, Besitzer, Dateityp oder ähnlichem sortieren, sind derzeit in keinem verbreiteten Dateisystem realisiert. Abhilfe schaffen hier zum Teil Datenbanken. Insbesondere die derzeit aktuellen (objekt)relationalen Datenbanksysteme erlauben eine gezielte und performante Suche nach bestimmten Inhalten. Der Nachteil ist, dass dazu sämtliche Information in ein starres Datenbankschema eingepasst werden muss.

Information Retrieval Ein wichtiger Ansatz zum gezielten Auffinden von Dokumenten ist die automatische Suche. Ein Anwender teilt dem System die bekannten/gewünschten Kriterien mit, die die gesuchte Information beschreiben. Das System generiert auf Grundlage dieser Kriterien eine Ergebnismenge, die im Optimalfall alle relevanten Dokumente enthält und diese nach Relevanz sortiert.

Der Anwendungsbereich dieser Systeme reicht von der lokalen Suche innerhalb einer einzelnen Datei bis hin zur globalen Suche im Internet.

Diese Ausarbeitung stellt verschiedene Information Retrieval Systeme vor. Den Schwerpunkt bildet hierbei das bisher nur selten genutzte Image Retrieval.

Image Retrieval Mit dem Fortschreiten der Technologien im Bereich der Fotografie wächst der weltweite Bestand an digitalen Bildern immer stärker an. Mittlerweile sind digitale Kameras sogar in handelsüblichen Mobiltelefonen integriert. Das Archivieren der erzeugten Bilder wird durch billige Massenspeicher ebenfalls erleichtert. Dadurch gewinnt das *Content based Image Retrieval* (CBIR) zunehmend an Bedeutung. Diese Entwicklung wurde bereits 1999 von John P. Eakins und Margaret E. Graham beschrieben (6) und hält weiterhin an. Weitere Grundlagen werden beispielsweise in (19) und (18) diskutiert.

Viele der derzeit verfügbaren Programme, die eine Bildsuche ermöglichen, bieten sowohl Nutzer als auch Anbieter nur wenige Möglichkeiten, das System den Bedürfnissen optimal anzupassen. Sie konzentrieren sich entweder auf konventionelle, textbasierte Suche oder realisieren das CBIR mit nur wenigen fest implementierten Aspekten. Mit *Aspekten* sind hier alle Daten gemeint, die ein Bild beschreiben und für eine Suche verwendbar sind. Beispiele hierfür sind Histogramme, Formen, Texturen oder auch Schlagworte. Lam und Singh bringen das grundsätzliche Problem beim CBIR auf den Punkt: „As newer and better image analyzing methods are developed, the best image-based recognition algorithm have been found to provide only partial solution to the image retrieval problem.“ (13)

Weit verbreitete Web-Suchmaschinen bieten meist nur Schlagwortsuche oder Kategorien an. Ernstzunehmendes CBIR findet sich meist nur in der Forschung wieder.

2 Current Work

2.1 Anwendungen

Dieser Abschnitt stellt verschiedene Programme vor, die derzeit erhältlich sind. Es werden Beispiele für kommerzielle als auch freie Software gegeben.

2.1.1 Webweite Dateisuche

Mittlerweile haben sich Internet-Suchmaschinen im täglichen Leben als Werkzeug etabliert. Wer im Internet nach Informationen sucht, kommt an Suchmaschinen praktisch nicht vorbei. Welche Bedeutung die Websuche bereits im Alltag hat, kann beispielsweise bei der American Dialect Society (2) nachvollzogen werden. Das nach Meinung der Organisation nützlichste Wort des Jahres 2002 „*to google*“ („search the Web using the search engine Google for information on a person or thing“) ist intern einstimmig gewählt worden.

Beispiele für Internetsuchmaschinen lassen sich viele finden. Die angebotenen Dienste sind in aller Regel vergleichbar.

Praktisch jede Suchmaschine bietet die Dokumentensuche auf der Basis eines Strings. Textdokumente können auf dieser Grundlage bereits sehr gut gefunden werden. Des weite-

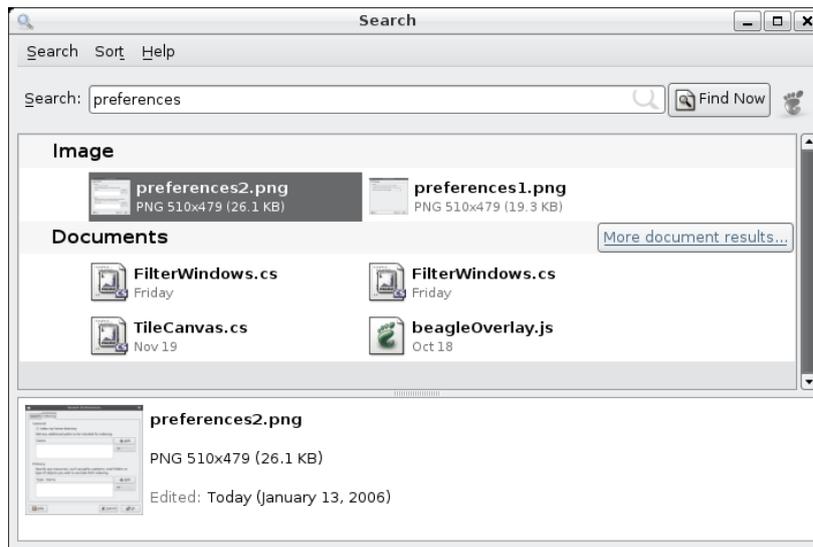


Abbildung 1: Beagle Desktop Suche

ren gibt es Angebote, die den Suchraum in Kategorien unterteilen oder beispielsweise auf wissenschaftliche Dokumente spezialisiert sind.

2.1.2 Lokale Dateisuche

Da auch auf Einzelplatzrechnern oder im LAN die Anzahl an Dokumenten immer weiter steigt, werden schnelle und komfortable Suchfunktionen auch hier immer wichtiger. Waren bis vor wenigen Jahren noch einfache Programme üblich, die vom Betriebssystem mitgeliefert wurden, finden seit einiger Zeit immer mehr spezialisierte Programme Anwendung, die im Hintergrund einen separaten Index pflegen.

Das bisher wahrscheinlich bekannteste Programm in diesem Bereich ist wahrscheinlich „Google Desktop Search“ (9), welches Textdokumente, Bilder, Multimediadateien sowie E-Mails indiziert. Die Suchergebnisse werden dabei wie gewohnt im Browser als HTML-Dokument aufbereitet. Die API bietet für Entwickler die Möglichkeit, eigene Module zu erstellen, die weitere Dateitypen unterstützen. Als zusätzliches Feature werden diverse *Gadgets* angeboten, die mit der eigentlichen Suche nichts zu tun haben.

Von Apple wurde das Programm *Spotlight* (23) entwickelt, das direkt in Mac OS X integriert wird. Als Besonderheit dieser Suchmaschine kann das Konzept der „intelligenten Ordner“ angesehen werden. Diese Ordner enthalten Referenzen zu Dateien die von Spotlight auf Grund einer vorher definierten Suchanfrage zusammengestellt werden. Der Inhalt passt sich dabei zur Laufzeit an Änderungen im normalen Dateisystem an, so dass der Ordnerinhalt immer konsistent bleibt. Die eigentlichen Dateien bleiben an ihrem normalen Ursprungsort.

Für Linux ist das Open Source Projekt *Beagle* (20) erhältlich. Dieses Programm besitzt eine Oberfläche für Gnome (Abb. 1) und ist bereits in bestimmten Linux-Distributionen integriert. Vergleichbar zu den intelligenten Ordnern von Spotlight existiert das Unterprojekt *BeagleFS*, das die Suchanfragen auf Dateisystemebene herunterbricht. Bisher existiert dafür noch keine fertige Programmversion.

2.1.3 Webweite Bildersuche

Analog zu der bewährten Textsuche werden immer mehr Dienste angeboten, die sich auf die Suche nach Bildern spezialisiert haben. Wie in der Einleitung dargestellt, werden hierzu eigentlich andere Mechanismen als bei der reinen Textsuche benötigt. Dennoch basieren die gängigen Systeme meist auf einer speziellen Art der textbasierten Suche.

Ein Beispiel ist die Suchmaschine Yotophoto (25), die Zugriff auf eine Sammlung freier nutzbarer Bilder bietet. Ziel dieses Angebotes ist, die Bilder möglichst vielen Leuten zur Verfügung zu stellen. Da die eigene Nutzung der Bilder explizit erlaubt ist, können sie bedenkenlos weiterveröffentlicht werden. Dieser Dienst ging aus einem Experiment hervor, das die Bildersuche innerhalb der Wikipedia (24) erleichtern sollte. In der erweiterten Suche kann nach Schlagworten, Lizenzarten, Bildgröße, Seitenverhältnis und einer Farbe (RGB) gesucht werden.

Ein kommerzielles Image Retrieval Angebot ist Picsearch (17). Ziele des Angebotes sind eine einfache Bedienung, hohe Geschwindigkeit, Genauigkeit und Familientauglichkeit. Ein eingebauter Filter soll Kinder vor schädlichen Inhalten schützen. Die erweiterte Suche lässt die Auswahl Bilder/Animationen, Farbe/Schwarz-Weiss und die ungefähre Bildgröße als Kriterien zu. Zusätzlich existiert ein Verzeichnis mit Bilderkategorien.

2.1.4 Fotoalben

Weiterhin existieren diverse digitale Fotoalben, die entweder lokal oder im Internet arbeiten. Anwender können hier ihre eigenen Fotos ablegen und meist von Hand annotieren.

Ein derzeit sehr populärer Dienst ist Flickr (8). Hier können registrierte Nutzer ihre eigenen Bilder veröffentlichen und auf unterschiedliche Weise annotieren. Man kann seine Bilder mit Texten versehen, sie in Kategorien einordnen oder „geotags“ mit Ortsinformation anbringen. Außerdem kann man die Zugriffsrechte einzelner Bilder auf bestimmte andere Nutzer einschränken.

Fotoalben für die lokale Nutzung sind beispielsweise iPhoto (12), F-Spot (7) und Picasa (16). Bei diesen Programmen kann man seine Bilder ebenfalls annotieren, ihnen Tags zuweisen und Fotoalben anlegen. Anders als bei den webbasierten Angeboten stehen zusätzliche Funktionen wie einfache Bildbearbeitung, Grußkartenerstellung, Diashows und ähnliches zur Verfügung. Diese Dienste bieten weiterhin eine Option für die Veröffentlichung der Bilder im Internet.

2.2 Forschung

Im Bereich der Forschung sind in den letzten Jahren diverse Projekte entstanden, die direkt CBIR-Konzepte umsetzen oder erweitern. Es sind Fachartikel auf allen denkbaren Ebenen zu finden. Einerseits werden mathematische Grundlagen (z.B. Histogramme (1)) und Datenstrukturen (z.B. R-Trees (10; 11)) geschaffen, die in der Lage sind, die digitale Datenflut zu bewältigen. Andererseits existieren auch komplexe Prototypen (21; 14), die eine ergonomische Oberfläche für die tägliche Benutzung bieten sollen.

In dieser Arbeit werden Projekte vorgestellt, die mehrere Retrievalverfahren kombinieren oder auf der Ebene der Benutzung liegen. Die Verfahren, mit denen Vergleiche zwischen mehreren Bildern angestellt werden, stehen hier im Hintergrund, da sie bis zu einem gewissen Grade austauschbar und von der jeweiligen Zielsetzung abhängig sind.

2.2.1 Semantically Relevant Image Retrieval by Combining Image and Linguistic Analysis

Im theoretischen Bereich ist insbesondere eine Arbeit von Lam und Singh (13) zu erwähnen. Sie gehen von der Annahme aus, dass die Suche über CBIR oder Annotation für sich genommen bereits sehr weit entwickelt ist, aber vermutlich niemals perfekt sein kann. Da beide Verfahren nur einen Teilbereich des Retrievals abdecken, liegt es nahe, diese miteinander zu verbinden.

Auf der semantischen Ebene wurde das Projekt WordNet (15) der Princeton University eingebunden. Der semantische Detailgrad und die persönliche Perspektive bei der Annotierung eines Bildes spielen nach Lam und Singh eine große Rolle. Je nach Kontext können bestimmte Annotationen beim eigentlichen Retrieval wichtig oder überflüssig sein. Daher sollten alle verfügbaren Detailebenen ernst genommen werden.

Nach Aussage der Autoren werden durch die Kombination beider Welten spürbar bessere Ergebnisse erreicht als durch die getrennte Anwendung.

2.2.2 Hierarchical Clustering of WWW Image Search Results Using Visual, Textual and Link Information

Der in (5) beschriebene Ansatz basiert auf einem Clustering unter Ausnutzung der umgebenden Internetseiten. Hier werden gezielt Informationen aus dem Kontext der Seite gewonnen. Der umgebende Text sowie Links werden als Quelle semantischer Informationen genutzt.

Auf der visuellen Ebene wird das Color Texture Moments (CTM) Verfahren (26) verwendet, welches Farb- und Texturinformationen gleichzeitig in 48 Dimensionen zusammenfasst.

Für die textuelle Suche wird der Vision-based Page Segmentation (VIPS) (3) Algorithmus eingesetzt. Dieser versucht die Webseite hierarchisch aufzuteilen, indem die sichtbare 2D-Repräsentation als Grundlage dient. Im Vergleich zu der DOM basierten Variante soll hier der semantische Zusammenhang innerhalb der Segmente stärker ausgeprägt sein.

Der dritte Teil des Systems bildet aus den verfügbaren Hyperlinks auf der Seite einen Linkgraph (4).

Alle zuvor gesammelten Informationen werden nun zusammengefasst, um die Bilder in möglichst eng zusammenhängende Cluster einzuteilen. Die optimale Anzahl der Cluster zu bestimmen, ist an dieser Stelle das Hauptproblem.

2.2.3 A Bayesian Network Approach to Multi-feature Based Image Retrieval

Der Ansatz von Zhang und Izquierdo (27) nutzt ein Bayes-Netzwerk. Bilder werden hier als komplexes Szenario behandelt und viele verschiedene semantische Konzepte mit den entsprechenden low-level Inhalten verknüpft.

Der Aufbau einer Bilddatenbank beginnt damit, dass mit einem Teil der Bilder ein Trainingssatz erstellt wird. Die Bilder werden in eine Anzahl von Blöcken unterteilt, denen jeweils Konzepte zugeordnet werden. Anhand der automatisch extrahierten Daten soll das System Zusammenhänge zwischen verschiedenen low-level Bildinhalten und der dazugehörigen Semantik lernen.

2.2.4 SIMBA - Search Images By Appearance

Ein klassisches CBIR System ist beispielsweise „SIMBA - Search Images By Appearance“ (21) der Universität Freiburg. Es ist möglich, Bilder nach Farbe oder auch einer Kombination aus Farbe und Textur zu suchen. Dazu gibt man ein Beispielbild an, zu dem die Ähnlichkeit nach den beiden Aspekten ermittelt wird.

2.2.5 PictureFinder

Einen Schritt weiter geht das Projekt „PictureFinder“ (14) der Universität Bremen. Hier kann der Nutzer mehrere Regionen auf einer Leinwand definieren (Abb. 2). Diese Regionen haben eine bestimmte Form, Farbe, Position und Textur. Mit Hilfe dieser Daten kann das Wunschbild weitaus besser beschrieben werden und es ist kein eigenes Suchbild notwendig.

2.2.6 MARVEL: Multimedia Analysis and Retrieval System

Ein weitaus umfangreicheres Projekt als die zuvor erwähnten, ist „MARVEL: Multimedia Analysis and Retrieval System“ von IBM (22). Dieses System verwendet ähnlich wie (27) Technologien aus der KI, um den Aufwand der manuellen Annotation zu minimieren. Ein kleiner Satz manuell vorbereiteter Beispieldaten (ca. 5%) reicht aus, um den Rest der Daten automatisch korrekt zu annotieren (zu ca. 75% korrekt). Zudem werden diverse Aspekte für die Suche von Bildern oder Videos angeboten.

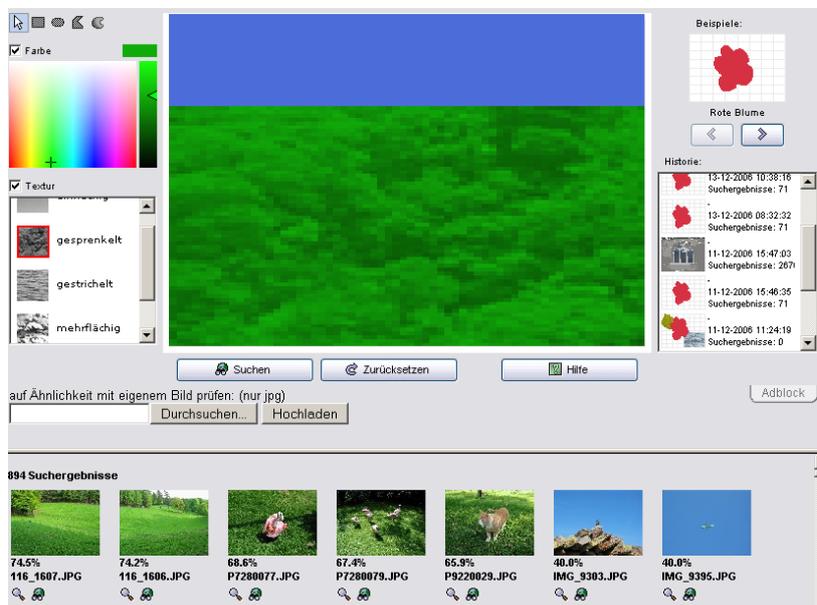


Abbildung 2: PictureFinder

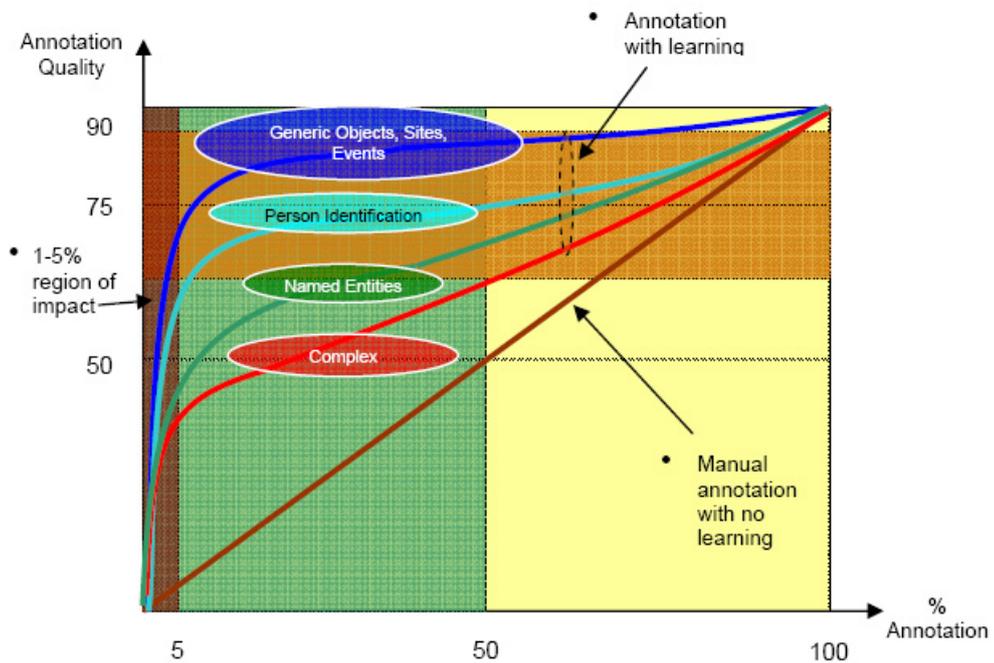


Abbildung 3: Verhältnis manueller Annotation zu Gesamtqualität bei Marvel

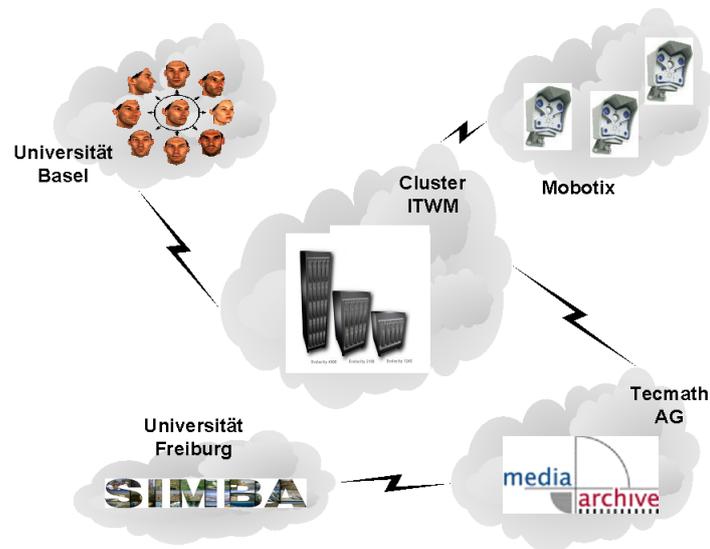


Abbildung 4: I-Search

Die Qualität der Automation hängt hierbei mit dem erforderlichen semantischen Detailgrad zusammen (Abb. 3). Allgemeine Dinge werden gut klassifiziert, aber gerade bei komplexen Zusammenhängen sinkt die Qualität merklich.

2.2.7 I-Search

Das Projekt I-Search wurde vom Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik in Zusammenarbeit mit verschiedenen Universitäten und Firmen realisiert. Das Ziel war die „Entwicklung einer inhaltsbasierten Bildsuchmaschine auf verteilten Systemen“.

Den Kern des Systems (Abb. 4) bildet das „THING“-Cluster des Fraunhofer ITWM. Auf dieser Plattform wurden die Systeme mehrerer Partner miteinander verknüpft. Als Quelle für Bilder dienen modifizierte Web-Kameras der Mobotix AG, für die eine Software für Stereobildanalyse und Objekterkennung entwickelt wurde. Weiterhin hat die Tecmath AG ein umfangreiches Medienarchiv mit Metadaten zur Verfügung gestellt. Auf diesen Daten wird die Bilddatenbank SIMBA der Universität Freiburg mit ihrer Oberfläche betrieben, die eine Ähnlichkeitssuche anbietet. Die verfügbaren Bilder können von einem Programm der Universität Basel analysiert werden, das eine Gesichtererkennung/-findung auch aus verschiedenen Perspektiven ermöglicht.

3 Bewertung

In diesem Abschnitt werden die in Abschnitt 2 vorgestellten Systeme miteinander verglichen und bewertet.

3.1 Schwerpunkte

Die Schwerpunkte und Ziele der verschiedenen Systeme sind bei den kommerziellen Anwendungen und der gegenwärtigen Forschung unterschiedlich.

Kommerzielle/Open Source Systeme basieren meistens auf der reinen textbasierten Suche. In größeren Beständen werden häufig Kategorien angelegt, denen der Anwender selbst die einzelnen Bilder zuweisen muss. Zusätzlich können Annotationen verschiedener Art angebracht werden. Die Benutzerführung ist hier in der Regel sehr einfach gehalten und es gibt nur wenige Parameter zur Optimierung der Suche.

CBIR-Ansätze sind vereinzelt anzutreffen, wobei diese meist auf einem recht einfachen Level implementiert sind und der Benutzer selbst wenig Einfluss nehmen kann.

In aktuellen Forschungsprojekten zeichnen sich die mathematischen Grundlagen des CBIR meist sehr deutlich ab. Hier wird primär Wert auf die Verbesserung oder Neuentwicklung von Algorithmen gelegt, die die Indexerstellung so weit wie möglich automatisieren.

Einige Projekte arbeiten mit reinem CBIR und andere versuchen, das low-level CBIR mit semantischen Informationen zu verknüpfen. Das dabei auftretende Hauptproblem ist die noch immer nicht allgemein zu bewältigende Aufgabe der Bilderkennung. Somit muss sämtliche Semantik aus anderen Quellen als den Pixeln des Bildes selbst gewonnen werden. Je nach Ansatz sind es der Dateiname, der Kontext der umgebenden Webseite oder manuell vorgefertigte Trainingsdatensätze, nach denen die Bilder automatisch in bestimmte Kategorien eingeordnet werden können.

3.2 Nutzbarkeit von Image Retrieval Diensten

Generell scheint die Nachfrage nach Image Retrieval Diensten hoch zu sein. Die Qualität der bisher verfügbaren Dienste lässt derzeit allerdings noch zu Wünschen übrig. Meist verlassen sich die Dienste noch auf eine rein manuelle Annotation oder weichen auf die Analyse des umgebenden Textes aus.

Flüssiges Arbeiten mit CBIR erscheint möglich, wenn geeignete Indexstrukturen verwendet werden. Das Problem der multidimensionalen Indexeinträge lässt sich beispielsweise durch Clustering oder mehrdimensionale Suchbäume abmildern.

Die Eingabe von CBIR Suchanfragen stellt die Programme vor eine weitere Schwierigkeit. Diese müssen für jeden unterstützten Bildaspekt eine angepasste Eingabemaske anbieten, oder zumindest die Nutzung eines Beispielbildes zulassen. Über entsprechende Schnittstellen kann ein Programm durchaus diese Flexibilität bieten.

Von der verwendeten Indexierungstechniken hängt ab, ob die Ergebnisse präzise sind und falsche Treffer vermieden werden können. Eine Kombination mehrerer Techniken kann an dieser Stelle helfen. Dabei erscheint es notwendig, dass die Bedienbarkeit nicht darunter leidet.

Die Verlässlichkeit von CBIR-Programmen kann unter Umständen kritisch sein. Da die Suche über den Bildinhalt mit Informationsverlusten und Unsicherheiten verbunden ist, kann nicht garantiert werden, dass alle relevanten Bilder tatsächlich auch im Ergebnis auftauchen.

Die hohe Komplexität des CBIR erfordert zwangsläufig den Einsatz vieler Ressourcen. Dies kann ein hoher Rechenaufwand bei der Indexerstellung, die Notwendigkeit eines großen Arbeitsspeichers oder auch die aufwändige manuelle Annotation sein.

4 Zusammenfassung

Die Untersuchung aktueller Systeme und der Forschung zeigt, dass ein benutzerfreundliches Image Retrieval generell möglich ist.

Für eine Analyse auf Pixelebene existieren diverse hochwertige Algorithmen für unterschiedliche Betrachtungswinkel. Deutlich weiter vorangeschritten ist die textbasierte Suche.

Die größte zu nehmende Hürde ist die Erfassung der eigentlichen Bildsemantik. Hier ist in absehbarer Zukunft kein Durchbruch zu erwarten, der diese Arbeit vollständig und zufriedenstellend automatisieren kann. Als Übergangslösung erscheint ein gewisser Anteil an Handarbeit unumgänglich. Es existiert eine erkennbare Bereitschaft der Nutzer, eigene Annotationen an vorhandene Bilder anzubringen. Projekte wie Wikipedia (24) zeigen das generelle Potenzial, das in der verteilten Arbeit steckt.

Bei kleineren Bildsammlungen ist der heutige Stand der Technik durchaus ausreichend. Bei einem großen Datenbestand wird die Suchqualität allerdings immer wichtiger, da der „Verschmutzungsgrad“ durch falsche Treffer ansteigt. Hier ist es wichtig, durch harte Filterkriterien die Ergebnismenge auf einem akzeptablen Niveau zu halten.

Die wichtigsten Erfolgskriterien einer Suchmaschine scheinen einfache Bedienung, die Qualität der Ergebnisse und eine hohe Geschwindigkeit zu sein. Sobald eines dieser Kriterien nicht erfüllt ist, wird das Angebot nur in Ausnahmefällen genutzt.

Literatur

- [1] Faruq A. Al-Omari and Mohammad A. Al-Jarrah. Query by image and video content: a colored-based stochastic model approach. *Data Knowl. Eng.*, 52(3):313–332, 2005.
- [2] 2002 words of the year, 2007. American Dialect Society. Available from: http://www.americandialect.org/index.php/amerdial/2002_words_of_the_y/.
- [3] D. Cai, S. Yu, J.-R. Wen, , and W.-Y. Ma. Vips: a visionbased page segmentation algorithm. Technical Report MSR-TR-2003-79, Microsoft, 2003.
- [4] D. Cai, S. Yu, J.-R. Wen, , and W.-Y. Ma. Block-level link analysis. In *The 27th Annual International ACM SIGIR Conference on Information Retrieval*, 2004.
- [5] C. Deng, X. He, Z. Li, W. Ma, and J. Wen. Hierarchical clustering of www image search results using visual, textual and link information. In *12th annual ACM international conference on Multimedia*, pages 952–959, 2004.
- [6] J.P. Eakins and M.E. Graham. Content-based Image Retrieval. A Report to the JISC Technology Applications Programme. Technical report, University of Northumbria at Newcastle, January 1999. Available from: <http://www.unn.ac.uk/iidr/VISOR>.
- [7] Larry Ewing. F-spot - personal photo management, 2006. Available from: <http://f-spot.org>.
- [8] Flickr - Photo Sharing, 2006. Available from: <http://www.flickr.com/>.
- [9] Google desktop search, 2006. Available from: <http://desktop.google.com>.
- [10] A. Guttman. R-trees: a dynamic index structure for spatial searching. In *ACM SIGMOD Conf. on the Management of Data*, pages 47–57, 1984.
- [11] P.W. Huang, P.L. Lin, and H.Y. Lin. Optimizing storage utilization in r-tree dynamic index structure for spatial databases. *The Journal of Systems and Software*, 55:291–299, 2001.
- [12] iphoto 6, 2007. Available from: <http://www.apple.com/ilife/iphoto/>.
- [13] Tony Lam and Rahul Singh. *Advances in Visual Computing*, volume 4292/2006 of *Lecture Notes in Computer Science*, chapter Semantically Relevant Image Retrieval by Combining Image and Linguistic Analysis, pages 770–779. Springer Berlin / Heidelberg, 2006.

- [14] A. Miene, Th. Hermes, and G.T. Ioannidis. Graphical Image Retrieval with PictureFinder. In *DELOS Workshop on Multimedia Contents in Digital Libraries*, 2003.
- [15] G. Miller, R. Beckwith, C. Fellbaum, D. Gross, and K. Miller. Introduction to wordnet: An on-line lexical database. *International Journal of Lexicography*, 3(4):235–312, 1990.
- [16] Picasa. Available from: <http://picasa.google.com/>.
- [17] Picsearch, 2007. Available from: <http://www.picsearch.com/>.
- [18] Monika Renz and Wolfgang Renz. Neue Verfahren im Bildretrieval. Perspektiven für die Anwendung. In R. Schmidt, editor, *Proceedings der 22. Online-Tagung der DGI*, pages 102–128, May 2000.
- [19] S. Shatford. Analyzing the Subject of a Picture: A Theoretical Approach. *Cataloging and Classification Quarterly*, 6:39–62, 1986.
- [20] Joe Shaw. Beagle desktop search, 2006. Available from: http://beagle-project.org/Main_Page.
- [21] Sven Siggelkow, Marc Schael, and Hans Burkhardt. SIMBA - Search IMages By Appearance. In *Pattern Recognition: 23rd DAGM Symposium, Munich, Germany, September 12-14, 2001. Proceedings*, volume 2191/2001, page 9, 2001.
- [22] John R. Smith. MARVEL: Multimedia Analysis and Retrieval System. Technical report, Intelligent Information Management Dept., IBM T. J. Watson Research Center, 19 Skyline Drive, Hawthorne, NY 10532 USA, 2004.
- [23] Spotlight - find anything on your mac instantly, 2007. Available from: http://images.apple.com/macosx/pdf/MacOSX_Spotlight_TB.pdf.
- [24] Wikipedia, 2007. Available from: <http://www.wikipedia.org/>.
- [25] Yotophoto, 2007. Available from: <http://yotophoto.com/>.
- [26] H. Yu, M. Li, H.-J. Zhang, and J. Feng. Color texture moments for content-based image retrieval. In *International Conference on Image Processing*, pages 24–28, 2002.
- [27] Qianni Zhang and Ebroul Izquierdo. *Semantic Multimedia*, volume 4306/2006 of *Lecture Notes in Computer Science*, chapter A Bayesian Network Approach to Multi-feature Based Image Retrieval, pages 138–147. Springer Berlin / Heidelberg, 2006.