

Konzeption und Implementierung einer Datenbank zur Speicherung, Verwaltung und Retrieval von Bilddaten

Sadet Alčić

`Sadet.Alcic@uni-duesseldorf.de`

Lehrstuhl für Datenbanken und Informationssysteme

Institut für Informatik, Heinrich-Heine-Universität

D-40225 Düsseldorf, Germany

Betreuer: Prof. Dr. Stefan Conrad

Multimediale Daten bilden heutzutage einen wesentlichen Bestandteil der heutigen Informationsquellen und gewinnen in der Kommunikationswelt stetig an Bedeutung. Die rasante Entwicklung des Internets und dessen Verfügbarkeit für jedermann, und die kostengünstige Hardware fordern diesen Prozess enorm. Um weiterhin effizient in Datenbeständen suchen zu können, sind Verwaltungsmechanismen notwendig, welche auf die Besonderheiten dieser neuen Medien ausgerichtet sind. Relationale Datenbanksysteme sind prinzipiell in der Lage Objekte wie Bilder als Binary Large OBjects (BLOBs) zu speichern und zu verwalten. Somit wäre eine exakte Suche basierend auf der Byterepräsentation der Bilder umsetzbar. Beispielsweise bei Bildern kann jedoch in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern die Byterepräsentation zweier, für den Menschen sehr ähnlicher Bilder, sich komplett unterscheiden, so dass eine exakte Suche für viele Anwendungen ein zu scharfes Kriterium darstellen würde. Im Rahmen der Bachelorarbeit [Alc05] werden unterschiedliche Ansatzweisen aus der Forschung zur Suche in Bildbeständen präsentiert und diskutiert. Die *Picture Storing Multimedia Database (PSMMDB)* stellt das in dieser Arbeit entstandene Bildverwaltungssystem dar.

1 Suchparadigmen in Bilddatenbanken

Es gibt zahlreiche Strategien, um nach Bildern in Bilddatenbanken zu suchen. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in der Aufbereitung der Bilder zur Suche. Auf drei meist verwendete Mechanismen wollen wir hier kurz eingehen.

Ein sehr primitiver Ansatz ist die Suche über die Struktur- oder Metadaten des Bildes, auch als **Metasuche** [RHC97] bekannt. Dabei werden zu einem Bild auch dessen Metadaten, wie Dateiname, Format, Höhe und Breite ermittelt und in der Datenbank abgelegt und stehen für die Spezifikation der Suchanfrage zur Verfügung. Klarer Vorteil dieses Verfahrens ist die Einfachheit in der Implementierung und seine effiziente Suche, denn die Strukturdaten von Bildern lassen sich ohne großen Aufwand ermitteln und die Anfragebearbeitung erfolgt wie bisher basierend auf dem exakten Retrieval-Modell. Da Metadaten jedoch im Wesentlichen die Struktur von Bildern beschreiben und somit eher inhaltsunabhängig sind, ist ein auf diesen Ansatz basierendes System für die inhaltsbasierende Suche ungeeignet.

Als nächstes bietet sich ein Verfahren an, welches unter dem Begriff **Stichwortsuche** [HSWW03, RHC97] bekannt ist. Hierbei wird jedes einzelne Bild in dem Datenbankbestand von einem Menschen analysiert und durch Stichworte beschrieben (annotiert). Diese Annotationen liefern konzeptuelle Beschreibungen und ordnen die Bilddaten somit zu high-level Konzepten zu, die wiederum für die Suche auf semantischer Ebene verwendet werden. Diese Vorgehensweise liefert uns Verfahren, mit dem auch inhaltsbezogene Anfragen gestellt werden können, allerdings steht dem leider der hohe personelle Aufwand gegenüber, welcher für größere Datenbankbestände kaum vorstellbar ist. Ein weiterer Nachteil ist die Subjektivität des Menschen bei der Interpretation und die verschiedenen Abstraktionsebenen, in denen die abgebildeten Objekte beschrieben werden können.

Als Konsequenz ist ein Verfahren notwendig, das inhaltsbezogene Informationen automatisch aus dem Bild extrahiert und für die Suche bereitstellt. Damit leiten wir auch zum nächsten Ansatz über, dem **Content Based Image Retrieval (CBIR)** [FBF⁺94, RHC97, Hua99], welches mit Hilfe von statistischen Methoden der Bildverarbeitung versucht, aus den Rohdaten des Bildes repräsentative Eigenschaften (Features), wie z.B. Farb-, Textur- oder Formeigenschaften, zu extrahieren und für die Suche

bereitzustellen. Ein großer Vorteil von CBIR ist die automatische Erschließung von inhaltsbezogenen Informationen. Wir haben uns in der Arbeit für diesen Ansatz entschieden, da er völlig ohne redaktionellen Aufwand auskommt und dennoch den tatsächlichen Inhalt der Bilder in Betracht zieht.

2 Das implementierte System PSMMDB

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit ist ein in Java implementiertes Image Retrieval System, das *PSMMDB* (*Picture Storing Multimedia Database*) entstanden, welches den CBIR Ansatz verwendet und auf dem Vektorraummodell (VRM) basiert. Das VRM zeichnet sich dadurch aus, dass die aus einem Bild extrahierten skalaren Merkmale zu einem Vektor eines endlich dimensionalen Vektorraums aufgefasst werden und somit dieses Bild in ein wohldefiniertes System überführen. Die Ähnlichkeit bzw. die Unähnlichkeit zwischen zwei Bildern entspricht dann dem durch eine in diesem Vektorraum definierten Distanzfunktion ermittelten Abstand zwischen den Merkmalsvektoren dieser Bilder. Definitionsgemäß sind dann bei kleinem Abstand die Bilder sehr ähnlich und bei großem eher unähnlich, wobei die Qualität dieser Aussage von den extrahierten Merkmalen abhängt. Vom System werden die Durchschnittswerte von Rot-, Grün- und Blauanteil des Bildes und auch die Durchschnittswerte der Farbkomponenten des YUV Farbraums extrahiert. Zusätzlich ermitteln wir die Histogramme von Bildern in den Farbkomponenten Rot, Grün und Blau. Die Distanzfunktion kann zwischen den wichtigsten L_n -Normen variiert werden und auch Merkmalsgewichtungen können explizit angegeben werden, wodurch die Relevanz einzelner Merkmale zusätzlich spezifiziert wird. Abbildung 1 enthält eine schematische Darstellung der Komponenten von *PSMMDB*.

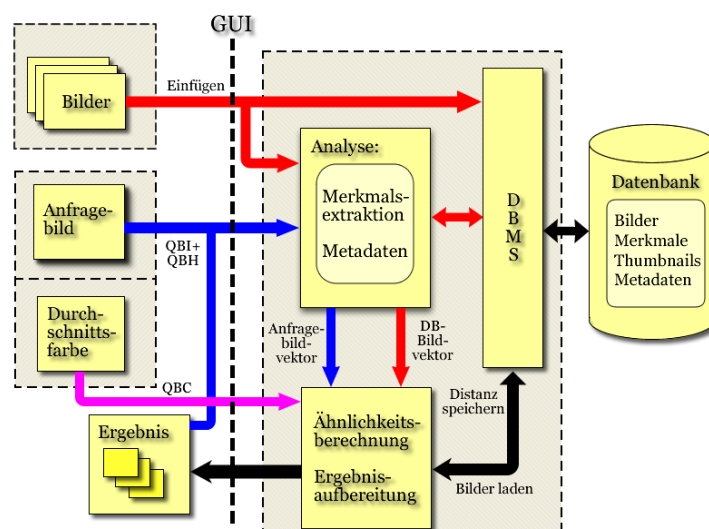


Abbildung 1: PSMMDB Architektur

Den ersten Schritt stellt die Speicherung der Bilddaten in der Datenbank dar. Dazu werden die Merkmale der Bilder mittels des Java Advanced Imaging API [JAI] aus den Rohdaten des Bildes extrahiert und in einem Vektor dargestellt, der zu der Byterepräsentation des Bildes in der Datenbank abgelegt wird. Bei dem *Query-by-Image*-Ansatz (QBI) gibt der Benutzer dem System ein Anfragebild vor, welches ebenfalls zunächst durch die Merkmalsextraktion in einen Vektor überführt wird. Anschließend kann die Distanz zwischen diesem Vektor und allen in der Datenbank gespeicherten Vektoren mit Hilfe der gewählten Distanzfunktion ermittelt werden. Dem Benutzer werden die Retrievalergebnisse in aufsteigender Reihenfolge bezüglich des Abstandes zum Anfragebild (oder Relevanz) vorgestellt. In Abbildung 2 ist der Retrieval-Bereich des Systems dargestellt, der für die Anfragespezifizierung und die Ausgabe der Ergebnisse zuständig ist. Eine weitere Möglichkeit Anfragen mit einem Bild zu stellen liefert uns die *Query-by-Histogramm*-Methode. Hierbei kann der Benutzer eines der extrahierten Farbhistogramme des Bildes wählen und damit die Anfrage starten. Dieses wird dann mit den entsprechenden Farbhistogrammen der Datenbankbilder verglichen und liefert ebenfalls eine nach Ähnlichkeit sortierte Liste von Bildern. Die Kommunikation mit der Datenbank aus der Java Applikation erfolgt mittels des Java Database Connectivity API [JDB].

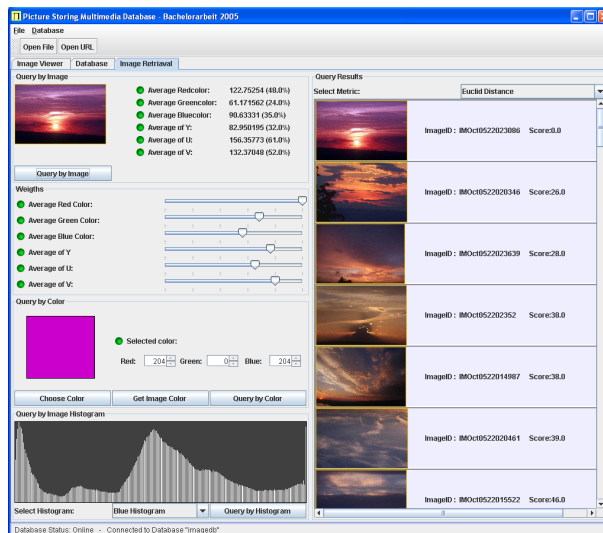


Abbildung 2: Retrievaloberfläche von PSMMDB

3 Ausblick

Die PSMMDB liefert für ausgewählte Anwendungsbereiche bereits sehr gute Ergebnisse [Alc05]. Für Benutzer, die kein passendes Anfragebild haben, empfiehlt sich die Anfrage mittels ausgesuchter Farbe (*Query-by-Color* oder *QBC*). Möglich wäre zusätzlich die Verwendung von *Relevance Feedback*-Mechanismen [Roc71], bei denen das System dem Benutzer vorläufige Ergebnisse präsentiert und dieser bewertet dann die Bilder einzeln. Diese Bewertung fließt dann in der erneuten Berechnung mit ein. Dadurch kann das System sich schrittweise den Präferenzen des Benutzers anpassen. Eine Erweiterung der low-level-Eigenschaften um weitere Textur- und Formmerkmale kann die Qualität der Ergebnisse noch wesentlich steigern. Die Ähnlichkeitssuche erfolgt durch einen iterativen Durchlauf aller in der Datenbank enthaltenen Objekte. Mittels geeigneter Indexstrukturen kann die Suche noch effizienter implementiert werden.

Literatur

- [Alc05] ALCIC, Sadet: *Konzeption und Implementierung einer Datenbank zur Speicherung, Verwaltung und Retrieval von multimedialen Daten*, Institut für Informatik, Universität Düsseldorf, Bachelorarbeit, 2005
- [FBF⁺94] FALOUTSOS, Christos ; BARBER, Ron ; FLICKNER, Myron ; HAFNER, Jim ; NIBLACK, Wayne ; PETKOVIC, Dragutin ; EQUITZ, William: Efficient and Effective Querying by Image Content. In: *Journal of Intelligent Information Systems* 3 (1994), Nr. 3/4, S. 231–262
- [HSWW03] HOLLINK, L. ; SCHREIBER, G. ; WIELEMAKER, J. ; WIELINGA, B.: Semantic Annotation of Image Collections. In: *Workshop on Knowledge Markup and Semantic Annotation, KCAP'03*, 2003
- [Hua99] HUANG, J.: Image Indexing using Color Correlogramm. In: *IEEE Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1999, S. 762–768
- [JAI] *Java Advanced Imaging (JAI) API*. – <http://java.sun.com/products/java-media/jai>
- [JDB] *Java Database Connectivity (JDBC) API*. – <http://java.sun.com/javase/technologies/database/index.jsp>
- [RHC97] RUI, Yong ; HUANG, Thomas S. ; CHANG, Shih-Fu: Image Retrieval: Past, Present, and Future. In: *International Symposium on Multimedia Information Processing*, 1997
- [Roc71] ROCHHIO, J. J. J.: *Relevance Feedback in Information Retrieval*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1971