بازیابی تصاویر: کاربرد در پزشکی

مریم اخوتی[۱]، رضا اکبرنژاد[۲]، کامبیز بهاالدین بیگی[۳]

مقاله مروری

چکیده

هدف هر نظام بازیابی اطلاعات پزشکی، ارایه‌ی به‌موقع اطلاعات مرتبط در زمان مناسب به کاربر مناسب است. تصاویر به‌عنوان شکلی از مدارک که می‌توانند حجم قابل توجهی از اطلاعات را منتقل کنند از اهمیت خاصی برخوردارند. در پزشکی مهمترین استفاده از تصاویر در آموزش، پژوهش و تشخیص طبی است. این استفاده‌ی گسترده نشان دهنده‌ی اهمیت روزافزون تصویربرداری در حیطه‌های مختلف پزشکی است. بنابراین پیشرفت‌های جدید در فنون تصویربرداری پزشکی و استفاده‌ی گسترده از آنها، برای نمونه در سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری و پزشکی مبتنی بر شواهد، اهمیت بالای بازیابی تصاویر پزشکی را نشان می‌دهد. این تصاویر برای اینکه مورد استفاده قرار گیرند باید به نحو مناسب ذخیره شوند تا در موقع نیاز بازیابی گردند. در این مقاله دو روش عمده یعنی شیوه‌ی مبتنی بر متن و شیوه‌ی مبتنی بر محتوا توصیف گردید. همچنین کاربرد سیستم‌های بازیابی تصاویر در پزشکی شرح داده شد و نمونه‌هایی از سیستم‌های موجود توصیف شدند. در نهایت اگر چه تصاویر بعضی از ویژگی‌های متفاوت از متن دارند، اما به برخی تکنیک‌ها در بازیابی متن، از جمله هوش مصنوعی و بازخورد ربط که می‌توانند جهت ارتقای سیستم‌های بازیابی تصاویر استفاده شوند، اشاره شد.

واژه‌های کلیدی: ذخیره و بازیابی اطلاعات پزشکی؛ تصاویر پزشکی؛ نظام‌های بازیابی اطلاعات

دریافت مقاله: ۹۱/۴/۱ اصلاح نهایی: ۹۲/۱/۲۰ پذیرش مقاله: ۹۲/۲/۱۱

ارجاع: اخوتی مریم، اکبرنژاد رضا، بهاالدین بیگی کامبیز. **بازیابی تصاویر: کاربرد در پزشکی.** مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۹۲؛ ۱۰(۴): ۶۴۴-۶۲۷.

مقدمه

تصویر از نخستین وسایل ارتباطی میان انسان‌ها بوده است. انسان از هزاران سال پیش می‌دانسته که می‌تواند به کمک تصویر، بسیاری از مفاهیم را به نحو بهتری منتقل کند، مفاهیمی که واژه‌هایی برای آنها وجود نداشته و اگر داشته به اندازه‌ی کافی رسا نبوده‌اند. قدیمی‌ترین خطها تصویرهایی بوده است که انسان‌ها برای ارسال پیام و بیان مقاصد و اهداف و نظرات یا بیان عواطف و احساسات خود بر دیواره‌های غارها، تنه‌ی درختان، یا بر سنگ‌ها و سنگسان‌ها حک نموده‌اند.

ضرب‌المثل «یک تصویر با ارزش‌تر از هزار کلمه است.» (۱) اشاره به این مفهوم است که ایده‌های پیچیده را می‌توان تنها با یک تصویر واحد انتقال داد، یعنی می‌توان مقدار زیادی از داده‌ها را به سرعت در آن واحد دریافت کرد. نویسنده‌ی روسی Ivan Turgenev نیز معتقد است که «یک تصویر در یک نگاه به من نشان می‌دهد آنچه که در ده‌ها صفحه از یک کتاب به تفصیل شرح داده شده است» (۲). Kherfi و همکاران در مقاله‌ی خود کاربردهای تصویر را بررسی کرده‌اند. به نظر آنها متن نمی‌تواند در شرح یک رویداد، تصاویر پزشکی، توصیف یک مکان و غیره، به خوبی اطلاعات را منتقل نماید. تصاویر در زمینه‌ی پزشکی برای تشخیص، آموزش و پژوهش کاربرد

۱- استادیار، کتابداری و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشکده‌ی مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

۲- کارشناس ارشد، کتابداری و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشکده‌ی مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران (نویسنده‌ی مسؤول)
Email:akbarnejad.reza@gmail.com

۳- استادیار، مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی، پژوهشکده‌ی آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

زیادی دارند. در صنعت جهانگردی استفاده از تصاویر در مورد آثار تاریخی و دیدنی یک شهر یا منطقه‌ی جغرافیایی و یا نقشه‌ی یک مکان می‌تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار افرادی که قصد سفر به این مناطق را دارند قرار دهد. در روزنامه‌نگاری برای شرح کلی رویداد و یا توضیح کلی متن و برای جلب خواننده استفاده از تصویر رایج است. تبلیغات روی مجلات، روزنامه‌ها، تلویزیون و اخیراً در بنرهای تبلیغاتی اینترنت با تصویر همراه است و استفاده از تصویر مناسب برای نمایش هر چه بهتر محصول بسیار مهم است. در تحقیقات تاریخی و هنری عکس‌ها و تصاویر به عنوان شاهد مورد استفاده قرار می‌گیرند و در نهایت در مهندسی معماری برای شبیه‌سازی و ثبت مراحل مختلف یک پروژه از نمای بیرونی و درونی استفاده از عکس و تصویر رایج است (۳).

بنابراین تصاویر در حوزه‌ها و حیطه‌های مختلف کاربرد دارند از جمله:

- گالری‌های هنری و مدیریت موزه‌ها (برای صاحبان هنر و موزه‌داران)
- کاتالوگ‌های محصولات
- طراحی‌های مهندسی و معماری
- سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (پردازش‌های از راه دور و مدیریت منابع زمین، اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌ها و ...)
- حوزه‌ی پزشکی (آموزش، تحقیق، تشخیص و ...)
- آرشیوهای تصاویر (مجموعه‌های تصاویر شخصی، پایگاه داده‌های آنلاین (مثل Google و Creative Commons) و ...)
- اجرای قانون و تحقیقات جنایی (جستجو در چهره، اثر انگشت، عکس، صحنه‌ی جرم و ...)
- پایگاه داده‌های حقوق انحصاری و علایم تجاری
- سیستم‌های ارتباطی، آموزش و سرگرمی و ... (۵، ۴).

Kherfi و همکاران ضمن اشاره به استفاده‌ی روزافزون از تصاویر در مقالات، روزنامه‌ها، تبلیغات، معماری و پزشکی و غیره نیاز به سازماندهی این اطلاعات را ضروری می‌دانند (۳). Enser به توصیف آرشیوهای تصاویر و روش‌های مختلف نمایه‌سازی آنها و جستجوی تصاویر، عمدتاً در سیستم‌های مبتنی بر متن پرداخت (۶). مطالعه‌ی دیگری که توسط Tang و همکاران (۷) در سال ۱۹۹۹ میلادی انجام شد، مقاله‌ای مروری درخصوص سیستم‌های بازیابی پزشکی بود. در سال ۲۰۰۴ میلادی نیز Muller و همکاران (۸) در مقاله‌ای مروری درخصوص بازیابی تصاویر در پزشکی، تکنیک‌ها، ویژگی‌های سیستم‌های مبتنی بر محتوا و روش‌های ارزیابی و کاربردهای آن را مورد بحث قرار دادند. در مجلات داخلی مقاله‌ای به توصیف سیستم‌های بازیابی تصاویر نپرداخته است، از این رو با توجه به اهمیت سازماندهی و بازیابی تصاویر، این مقاله به روش مرور غیر سیستماتیک با استفاده از جستجوی منطقی بر اساس تجربه و دانش پایه‌ی تیم نویسندگان که مرحله به مرحله تا انتخاب مقالات مناسب طی شد، به بازیابی تصاویر، روش‌ها و سیستم‌های مربوط به آن پرداخته، همچنین شیوه‌ی بازیابی مبتنی بر محتوا به‌دلیل کارآمدی بیشتر، بطور ویژه شرح داده شده است و در ادامه نمونه‌هایی از نظام‌های بازیابی تصاویر معرفی گردید، سپس به کاربرد سیستم‌های بازیابی تصاویر در پزشکی اشاره شد.

روش بررسی

مطالعه‌ی حاضر از دسته‌ی مطالعات نقلی مروری است که در چهار بانک اطلاعاتی داخلی شامل بانک اطلاعاتی نشریات کشور (www.magiran.com)، پژوهشکده‌ی اطلاعات و مدارک علمی ایران (www.irandoc.ac.ir)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (www.sid.ir)، و بانک اطلاعاتی ایران‌مدکس (www.iranmedex.com) با کلمات کلیدی سیستم‌های بازیابی تصاویر پزشکی، بازیابی تصاویر مبتنی بر متن، بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا و همچنین در پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی Scopus، MEDLINE (از طریق PubMed)، ISI Web of Knowledge و Google Scholar تا ماه دسامبر ۲۰۱۲ میلادی مورد بررسی قرار گرفت. در حدود ۱۲۱ مقاله‌ی مرتبط به‌دست آمد که از بین آنها ۸۶ مورد مرتبط با این مقاله انتخاب شد.

شرح مقاله

بازیابی تصاویر: بازیابی مبتنی بر متن و محتوا

پیشرفت فن‌آوری و گسترش حیرت‌آور اینترنت در خلال سال‌های اخیر، مقوله‌ی ذخیره‌سازی و بازیابی اطلاعات و به‌ویژه تصاویر را به یکی از فعال‌ترین حیطه‌ها در توسعه‌ی نظام‌های چندرسانه‌ای مبدل کرده است (۹). در نتیجه‌ی رشد فن‌آوری‌های ارتباطی، نقش چندرسانه‌ای‌ها در تعاملات بشری، وجود آرشیوهای بزرگ دیجیتال و رشد بسیار سریع شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی در سال‌های اخیر، محققان بسیاری تلاش کرده‌اند تا ابزارهای مناسبی برای بازیابی تصاویر ایجاد کنند. یک سیستم بازیابی تصویر، سیستمی کامپیوتری برای مرور، جستجو و بازیابی تصاویر از پایگاه داده‌ی بزرگی از تصاویر دیجیتالی است (۹). موضوع بازیابی تصویر از اوایل دهه‌ی ۷۰ میلادی مطرح شده است. Liu چهار روش اصلی برای جستجو و بازیابی تصاویر معرفی کرده است:

- یک روش جستجوی تصاویر براساس صفاتی نظیر نام فایل، تاریخ ایجاد و دسته‌بندی‌های دیگر نظیر موضوع فایل و سازنده‌ی فایل می‌باشد. مشکل اصلی این روش این است که اطلاعات اتوماتیکی که برای تصاویر تولید می‌شود، برای توصیف محتوای آنها کافی نیست و اضافه کردن اطلاعات به‌صورت دستی وقت زیادی می‌برد.
- شیوه‌ی دوم استفاده از تشخیص اشیا (Object recognition) به‌طور اتوماتیک است که اغلب در حوزه‌های خاصی مانند تصاویر پزشکی به‌کار می‌رود. این روش نیز زمان‌بر است و برای انجام دادن در سیستم‌های کلی بسیار سخت است.
- شیوه‌ی سوم استفاده از متن برای تفسیر تصاویر و به دنبال آن استفاده از تکنیک‌های متنی بازیابی اطلاعات است. این شیوه می‌تواند به دو صورت انجام شود: ۱- تفسیر دستی ۲- تفسیر اتوماتیک.

در روش اول متخصصان باید هر تصویر را تفسیر کنند. مشکل این روش زمانی است که حجم تصاویر زیاد است، علاوه بر آن تفسیر، تفسیری موضوعی و ناقص است. تفسیر تصاویر به‌طور اتوماتیک نیز قابل دسته‌بندی در دو گروه است: الف)جزءبندی شده (Partitioned) ب)سلسله مراتبی (Hierarchical). در واقع تفسیر اتوماتیک به دو زیر دسته‌ی فوق تقسیم می‌شود، به‌طوریکه در ساختار سلسله مراتبی، تصویر مجدداً قابل تقسیم به دسته‌های دیگر می‌شود و در نهایت هر تصویر درختی از دسته‌بندی‌هایی را دارد که هنگام جستجو از این درخت استفاده می‌شود. در حالیکه شیوه‌ی اول یعنی جزءبندی شده برای تفسیر تصویر از یک ساختار ساده استفاده می‌کند. اکثر موتورهای جستجو مانند Yahoo و Google از ترکیب شیوه‌ی اول و سوم استفاده می‌کنند. آنها از مواردی مانند نام فایل، تاریخ و اندازه استفاده می‌کنند و در عین حال صفحات HTML که تصاویر در آنها قرار دارند را آنالیز می‌کنند.

- چهارمین شیوه، بازیابی مبتنی بر محتواست (۱۰).

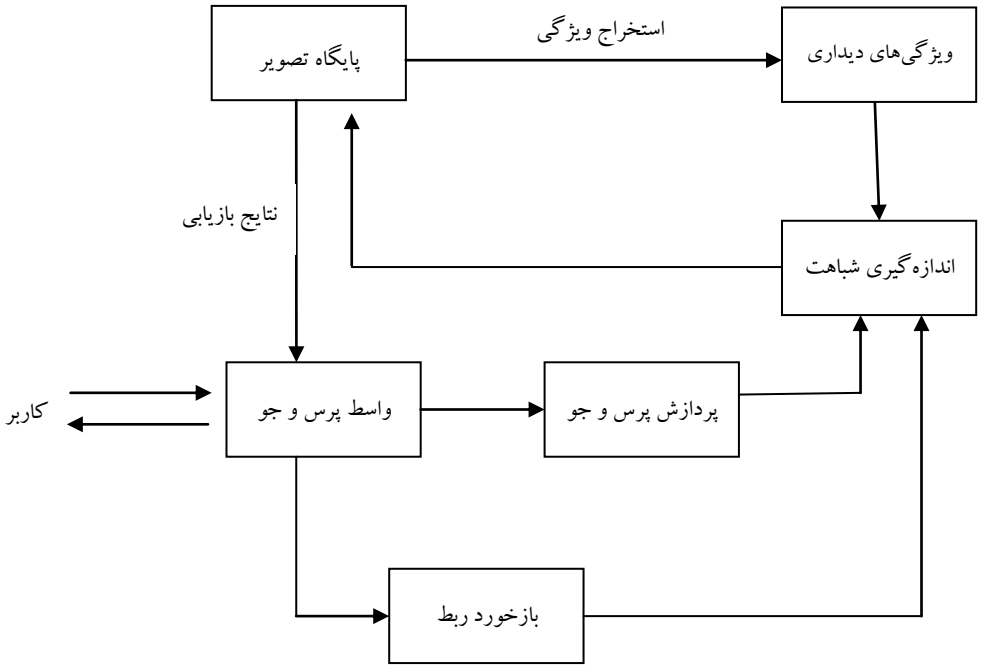
پایگاه‌های داده‌ی تصویری در متون به دو گروه مبتنی بر متن و مبتنی بر محتوا تقسیم می‌شوند. تلاش‌های اولیه در زمینه‌ی مدیریت پایگاه‌های داده‌ی تصویری سعی در به‌کار بردن توصیفگرهای متنی داشتند. به این ترتیب که نمایه‌سازی تصاویر، توسط انسان و با استفاده از کلمات کلیدی که بیانگر ویژگی‌های تصاویر باشد انجام می‌شد. این شیوه مبتنی بر مفهوم (Concept-based) یا توصیفی (Description-based) هم نامیده می‌شود. در این روش محتویات با استفاده از تشریح کننده‌های متنی بیان می‌شود. پرس و جو در این سیستم‌ها براساس متن صورت می‌گیرد. به‌عبارت دیگر در بازیابی مبتنی بر متن فرایند بازیابی با بهره‌گیری از افزودن ابرداده‌ها مانند عنوان، کلمات کلیدی و توصیف و انتساب آنها به تصاویر انجام می‌شود و مطابق با آن، قالب پرس و جوی (Query) دریافتی از کاربر به‌صورت کلمات می‌باشد (۱۲، ۱۱).

با توجه به افزایش حجم پایگاه‌های داده‌ی تصویری، سلیقه‌ای و ذهنی بودن برچسب‌ها و همچنین زمان‌بر و پرهزینه بودن فرایند انتساب متن به تصاویر، نمایه‌سازی متنی به روشی نسبتاً ناکارآمد تبدیل شده است. تلاش برای حل این مشکل منجر به پیدایش سیستم‌های بازیابی تصویر براساس محتوا شد (۱۳). اصطلاح سیستم بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا CBIR (Content Based Image Retrieval) برای اولین بار در سال ۱۹۹۲ میلادی مطرح شده است، زمانی‌که T. Kato آن را در بازیابی خودکار تصاویر از یک پایگاه براساس رنگ و شکل به‌کار برد

(۱۴). از آن زمان به بعد، این اصطلاح برای توصیف فرایند بازیابی تصاویر مورد دلخواه از یک مجموعه‌ی بزرگ براساس خصوصیات تصاویر مورد استفاده قرار گرفت. تکنیک‌ها، ابزارها و الگوریتم‌هایی که استفاده شد از رشته‌هایی مثل آمار و تشخیص الگو نشأت گرفت. در این شیوه از عناصر اصلی که در تصاویر است استفاده می‌شود. وقتی صحبت از محتویات تصویر می‌شود، منظور ویژگی‌های تصویر است، این ویژگی‌ها می‌توانند ویژگی‌های سطح پایین یا بالا باشد. منظور از ویژگی‌های سطح پایین، ویژگی‌هایی نظیر رنگ، شکل و بافت است و منظور از ویژگی‌های سطح بالا، ویژگی‌های معنایی تصویر است. در مقابل روش‌های بازیابی براساس متن، روش‌های بازیابی تصویر براساس محتوا از ویژگی‌های بینایی تصویر همچون رنگ (Color)، بافت (Texture)، لبه (Edge)، شکل (Shape)، موقعیت و ارتباطات مکانی اشیا و یا نواحی داخل تصویر استفاده می‌کنند. بنابراین روش‌های بازیابی تصویر براساس محتوا می‌توانند دورنمایی از بازیابی تصویر براساس تشریح محتویات تصویر آن برای ما ترسیم کنند (۱۰).

از اوایل ۱۹۹۰ میلادی که بازیابی تصویر براساس محتوی، یک زمینه‌ی فعال برای تحقیقات قلمداد می‌شود تا به حال سیستم‌های بازیابی تجاری و تحقیقاتی فراوانی ایجاد و معرفی شده است. در همه‌ی این سیستم‌ها، ویژگی‌های سطح پایین تصاویر به‌طور خودکار استخراج و تصاویر با آنها نمایه‌سازی می‌شوند. به‌طور کلی سامانه‌های بازیابی تصاویر در دو مرحله عمل می‌کنند. در مرحله‌ی اول ویژگی‌های دیداری تصاویر پایگاه، به‌صورت خودکار استخراج شده و تصاویر با آنها نمایه‌سازی می‌شوند و در مرحله دوم، پس از دریافت تصویر پرس و جوی (Query image) کاربر، ویژگی‌های سطح پایین (Low level features) یا ویژگی‌های دیداری آن استخراج شده و پایگاه ویژگی‌های دیداری، برای یافتن نزدیک‌ترین تصاویر به تصویر پرس و جو جستجو می‌شود (۱۴).

چنان‌که تصاویر پایگاه به‌صورت متنی نیز نمایه‌سازی شده باشند، جستجوی پایگاه ویژگی‌های متنی می‌تواند به کاهش فضای جستجوی ویژگی‌های دیداری کمک کند. در یک سیستم بازیابی تصویر برای اجرای مرحله‌ی دوم به یک زیرسیستم برای پردازش تصویر پرس و جو و استخراج ویژگی‌های سطح پایین آن نیاز است. شکل ۱ ساختار یک سامانه‌ی تعاملی بازیابی تصویر براساس محتوا و زیرسامانه‌های آن را نشان می‌دهد (۱۵).



شکل ۱: سامانه تعاملی بازیابی تصویر براساس محتوا (۱۵)

ویژگی‌های بصری مورد استفاده در سیستم بازیابی براساس محتوا

در ادامه تکنیک‌های به‌کار رونده در بازیابی تصاویر محتوا محور براساس مهم‌ترین ویژگی‌های مورد استفاده (رنگ، طرح‌بندی، بافت و شکل) به‌طور مختصر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱ . بازیابی براساس ویژگی رنگ

مهم‌ترین نمایش رنگی مورد استفاده در بازیابی تصاویر، هیستوگرام رنگی می‌باشد. مهم‌ترین تکنیک‌هایی که از این نمایش رنگی استفاده می‌کنند عبارتند از: اشتراک هیستوگرام‌ها (Histogram intersection) (۱۶)، مقایسه‌ی هیستوگرام‌ها (۱۷) و هیستوگرام رنگ تجمیعی (Cumulated color histogram) جهت کاهش اثرات نویز (۱۸). نمایش‌های دیگری نیز برای ویژگی‌های رنگی جهت بازیابی تصاویر مورد استفاده قرار گرفته است. به‌طور مثال می‌توان به گشتاورهای رنگی (Color moments) (۱۸) و مجموعه‌های رنگی (Color sets) (۲۰، ۱۹) اشاره نمود.

۲. بازیابی براساس ویژگی طرح‌بندی رنگ

استفاده‌ی تنها از ویژگی رنگی بر روی پایگاه داده‌های با تعداد تصاویر بالا، باعث می‌شود تا میزان پاسخ‌های برگشتی اشتباه بسیار بالا رود و استفاده از این ویژگی را ناکارآمد کند. به همین دلیل استفاده از ویژگی طرح‌بندی رنگی (Color layout) (ترکیب ویژگی رنگ و رابطه‌ی مکانی پیکسل‌ها) مطرح شد. ایده‌ی کلی این روش استخراج ویژگی‌های رنگی در زیر نواحی مشخصی از تصویر می‌باشد (۲۲، ۲۱) که از آن جمله می‌توان به استفاده از ویژگی رنگ در درختان چهارتایی اشاره نمود (۲۳). قطعه‌بندی تصویر و استفاده از ویژگی رنگ در هر ناحیه می‌تواند نتایج دقیق‌تری را تولید کند، ولی به همان نسبت پیچیدگی کار را نیز بالاتر می‌برد (۱۹). از جمله روش‌های دیگری که با این دید به مسأله پرداخته‌اند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: استفاده از سه گشتاور رنگی اول در نواحی، در چند ناحیه‌ی هم پوشان از قبل تعیین شده (۲۳). روش تمایز قایل شدن بین پیکسل‌های شبیه و غیر شبیه هر ناحیه به میانگین رنگی آن ناحیه (۲۴) و غیره. طرح‌بندی مکانی را می‌توان با سایر ویژگی‌های دیگر نیز (نظیر بافت و ...) به‌کار برد.

۳. بازیابی براساس ویژگی بافت

بافت به الگوهای بصری‌ای گفته می‌شود که توسط نمایش رنگی قابل ارایه نیستند. مدل‌های مختلفی برای نمایش و استفاده‌ی بافت‌ها ارایه شده است. بازیابی براساس بافت به‌تنهایی کاربرد چندانی ندارد، اما استفاده از شباهت بافت بین نقاطی که دارای رنگ همسانی هستند (نظیر آسمان و دریا و یا برگ‌ها و علف) بسیار مفید می‌باشد. تکنیک‌های مختلفی جهت شناخت بافت پیشنهاد شده است. استفاده از ماتریس هم وقوعی (Co-occurrence matrix) (۲۵) جزو اولین تلاش‌ها در این زمینه بوده است که سابقه‌ی آن به خیلی قبل از مبحث بازیابی تصویر برمی‌گردد. از مهم‌ترین روش‌های این زمینه می‌توان به روش Tamura که بر پایه‌ی مطالعات روان‌شناسانه و استخراج ویژگی‌های بافتی دارای مفهوم (۲۵) می‌باشد، اشاره نمود.

مهم‌ترین تکنیک‌های موجود برای بازیابی براساس بافت بر پایه‌ی مقایسه‌ی مقادیر آماره‌های درجه دوم (Second-order statistics) بین مورد پرس و جو و داده‌های بانک اطلاعاتی کار می‌کنند. با استفاده از این آماره‌ها اندازه‌گیری ویژگی‌هایی از بافت تصویر نظیر کنتراست، زبری (Coarseness)، جهت بافت (Directionality)، نظم و باقاعدگی (Regularity) (۲۵) بافت یا حالت تناوبی و تصادفی بودن بافت (۲۶) ممکن می‌شود. رهیافت‌های دیگری برای اندازه‌گیری بافت عبارتند از: نمایش‌های بر پایه‌ی تبدیل موجک (۲۷)، فیلترهای گبور (۲۸) و فراکتال‌ها (۲۹). مقاله‌های مختلفی در جهت کارایی این روش‌ها در کاربردهای پردازش تصویر ارایه شده است (۳۴-۳۰).

۴. بازیابی براساس ویژگی شکل

بازیابی براساس شکل، شهودی‌ترین نوع بازیابی می‌باشد. مهم‌ترین خصیصه‌ای که ویژگی شکل را برای کاربردهای پردازش تصویر مناسب ساخته است، این است که یک شکل می‌تواند در برابر انتقال، دوران و تغییر مقیاس هویت خود را حفظ نماید (۳۵).

در این روش‌ها تعدادی از ویژگی‌های مشخصه‌ی اشیای داخل تصاویر (که مستقل از اندازه و جهت می‌باشند)، برای هر تصویر ذخیره و بازیابی براساس آنها انجام می‌شود. ویژگی‌های شکل براساس اینکه به چه صورت استخراج می‌شوند، به دو دسته تقسیم می‌شوند: ویژگی‌های بر پایه‌ی لبه‌ها و ویژگی‌های بر پایه‌ی نواحی. مهم‌ترین ویژگی‌های مشخصه‌ی اشیا که به‌کار گرفته می‌شوند عبارتند از: ویژگی‌های سراسری نظیر نسبت ابعاد شی (Aspect ratio) ، مدور بودن (Circularity) و ثوابت گشتاور (۳۸-۳۶)، توصیفگرهای فوریه (Fourier Descriptors) (۴۰، ۳۹) (استفاده از لبه‌های تبدیل فوریه یافته) و ویژگی‌های محلی نظیر سگمنت‌های لبه‌های متوالی (Consecutive Boundary Segments) (۴۱). از روش‌های دیگری که برای انطباق اشکال پیشنهاد شده‌اند، می‌توان از روش دگردیسی کشسان قالب‌ها (Elastic Deformation of Templates) (۴۲)، مقایسه‌ی هیستوگرام جهتی (Directional Histogram) لبه‌های تصاویر و نمایش اسکلتی (Skeletal Representation) اشیای تصویر که با تکنیک‌های انطباق گراف با هم مقایسه می‌شوند (۴۴، ۴۳)، روش عناصر محدود (Finite Element Method) (۴۲)، توابع گردشی (Turning Functions) (۴۵) و توصیفگرهای موجک (۴۶) نام برد. از مقالاتی که به بررسی کلی این روش‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها پرداخته‌اند می‌توان به (۴۷، ۲۳) اشاره نمود.

معیارهای ارزیابی سیستم بازیابی تصویر براساس محتوا

دقت (Precision) و بازیابی (Recall) دو معیار مهمی هستند که در ارزیابی عملکرد سیستم‌های بازیابی تصویر براساس محتوا به‌کار می‌رود. دقت و بازیابی به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\text{دقت} = \frac{\text{تعداد تصاویر مرتبط بازیابی شده}}{\text{کل تصاویر بازیابی شده}}$$

$$\text{بازیابی} = \frac{\text{تعداد تصاویر مرتبط بازیابی شده}}{\text{کل تصاویر مرتبط در پایگاه داده}}$$

علاوه بر معیارهای فوق، معیارهایی هستند که از دو معیار دقت و بازیابی نشأت گرفته‌اند و اطلاعات دقیق‌تری از عملکرد بازیابی فراهم می‌کنند. این معیارها عبارتند از $P(R=0.5)$، مقدار دقت هنگامی که بازیافت 0.5 باشد، $P(P=R)$، مقدار دقت هنگامی که با بازیافت برابر باشد و $P(N_R)$، مقدار دقت به ازای بازیافت N_R تصویر می‌باشد (۴۸).

در برخی مقالات به‌ویژه در حوزه‌ی پزشکی، از دقت (specificity) و حساسیت (sensivity) استفاده شده است. در برخی مطالعات نیز معیار صحت (accuracy) برای ارزیابی سیستم به‌کار رفته است (۴۶).

$$\text{صحت} = \frac{\text{کل مدارکی که به‌طور صحیح طبقه بندی شده}}{\text{کل مدارک طبقه بندی شده}}$$

سرعت ((۴۹) به نقل از (۸)) هزینه و زمان از دیگر معیارهای به‌کار رفته در ارزیابی سیستم‌های بازیابی تصاویر است (۱۹).

اکثر سیستم‌های بازیابی تصویر موجود، بر پایه‌ی ویژگی‌های ابتدایی (یا سطح پایین) هستند. اما برخی از پژوهش‌ها برای کوتاه کردن فاصله بین بازیابی سطح پایین و سطح بالا در حال انجام هستند. پژوهش‌هایی که در این راستا انجام می‌گیرند، بیشتر در دو راستا می‌باشد: اول شناسایی و تحلیل صحنه و دوم شناسایی اشیای موجود در صحنه. شناسایی صحنه در تصاویر بسیار مهم می‌باشد، چون هم می‌توان اطلاعاتی راجع به صحنه و هم راجع به اشیای موجود در صحنه استخراج کرد. از سیستم‌هایی که با این دید به مسأله پرداخته‌اند می‌توان به سیستم IRIS (۵۰) اشاره نمود که با استفاده از ویژگی‌های رنگ، بافت، ناحیه و اطلاعات مکانی به تفسیر صحنه پرداخته و توصیف‌هایی متنی در مورد تصویر را تولید می‌نماید. سیستم SIMPLIcity و سیستم‌های بر پایه‌ی پردازش‌های سلسله مراتبی تحلیلی (Analytic Hierarchical Process (AHP تلاش‌های دیگری از این گروه هستند.

اما جستجو از طریق ابزارهای موجود بر روی وب (یعنی موارد اول تا سوم) با چالش‌ها و مشکلاتی همراه است که عمده‌ترین آنها عبارتند از:

۱. مفهوم شباهت
۲. شکاف معنایی
۳. پایگاه داده‌های بزرگ و حوزه‌های وسیع
۴. ترکیب اطلاعات متنی و بصری
۵. کاربران (و البته چگونگی راضی ساختن و خوشحال کردن آنها!)

میزان شباهت در پایین‌ترین سطح تصاویر در ماتریس‌هایی که هر درایه‌ی آنها متناظر با یک پیکسل (Pixel) تصویر است می‌توانند با هم مقایسه شوند. بخش شباهت تصاویر در این سطح، کمتر در سیستم‌های بازیابی تصاویر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در عوض در بازیابی تصویر معمولاً تصاویر در سطح ویژگی (Feature Level) با هم مقایسه می‌شوند، به این معنی که از تصاویر پایگاه داده براساس ویژگی‌های بنیانی آنها بردارهای ویژگی (Feature Vector) استخراج می‌شود که فاصله‌ی این بردارهای ویژگی به‌عنوان معیار شباهت درنظر گرفته می‌شود (۵۱).

شکاف معنایی، عبارت است از عدم انطباق بین اطلاعاتی که فرد می‌تواند از داده‌های تصویری استخراج کند و تفسیری که همان داده برای کاربر در یک وضعیت داده شده دارد. نقطه‌ی محوری در بازیابی مبتنی بر محتوا این است که کاربر به دنبال تشابه معنایی است، اما پایگاه داده تنها قادر به ارایه‌ی شباهت به‌وسیله پردازش داده‌هاست. این همان چیزی است که شکاف معنایی می‌نامیم (۵۲).

مشکل شکاف معنایی درست نشده است (و شاید هرگز درست نخواهد شد ...) اما جایگزین‌هایی وجود دارد که در زیر می‌آیند:

- حل مشکل از طریق شباهت بصری ربط معنایی مجزا (مثال: Aliper، Google (or Bing) similarity search و ...)
- بهبود هر دو روش جستجوی متنی و تصویری به‌طور مستقل
- ترکیب اطلاعات متنی و بصری به روش معنی‌دار
- اعتمادسازی به کاربر

پایگاه داده‌های بزرگ چالش‌های افزوده‌ای را در تمامی جوانب بر سیستم تحمیل می‌کند که به برخی اشاره می‌شود:

- ذخیره‌سازی مورد نیاز: تصاویر، ابرداده و امضاهای بصری
- هزینه‌های محاسباتی نمایه‌سازی، جستجو، بازیابی و نمایش تصاویر
- مسایل مربوط به شبکه و پوشش

چالش‌های نیازهای کاربران نیز مواردی از قبیل نگاه کاملاً متفاوت کاربران و توسعه‌دهندگان سیستم، و اطلاعات فرهنگی و بافتی، و پی بردن به نیت کاربران و مسایل شخصی و ... می‌باشد. شکل ۲ بازیابی تصویر را از دید یک کاربر و سیستم به‌خوبی نشان می‌دهد (۵۳).

چند نمونه از سیستم‌های بازیابی تصویر

بیشتر سیستم‌های بازیابی تصویر از یکی یا بیشتر از گزینه‌های زیر بهره می‌برند:

- مرور تصادفی (Random browsing)
- جستجو توسط مثال (Search by example)
- جستجو توسط طرح(زمینه) (Search by sketch)
- جستجو توسط متن (شامل کلمات کلیدی یا سخنرانی) Search by text (including key word or speech)
- ناوبری با مقوله‌های تصویر سفارشی (Navigation with customized image categories)

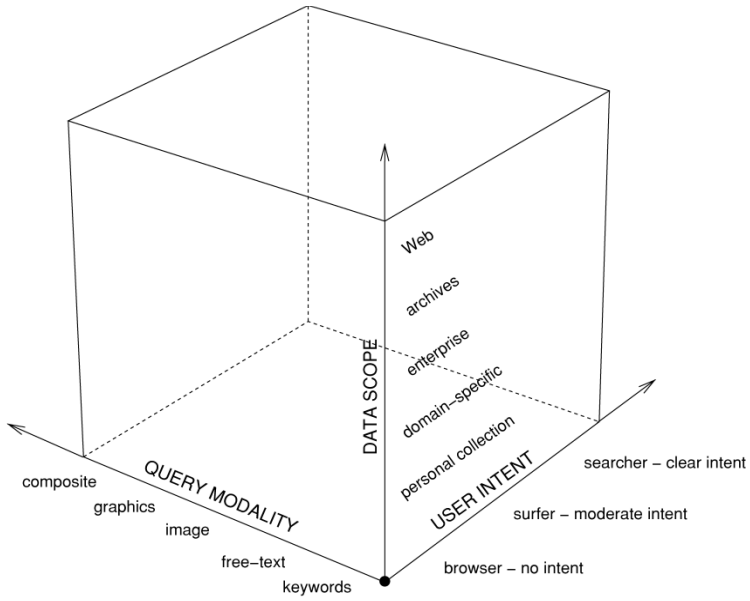
امروزه گزینه‌های جستجوی قدرتمندی ظهور کرده‌اند، اما مطالعات منظمی که نشان دهند کاربران واقعاً در کاربردهای عملی به چه چیزی نیاز دارند، هنوز ضروری به نظر می‌رسد، تا از طریق این مطالعات کشف کرد که از میان گزینه‌های بالا کدامیک به‌خوبی جوابگوی خواسته‌های کاربران می‌باشد. در اینجا، چند نمونه از سیستم‌هایی که نمایندیه روش‌های جستجوی ذکر شده در بالا می‌باشند همراه با ویژگی‌های متمایز آنها معرفی می‌شوند.

۱. سیستم QBIC (Query By Image Content)

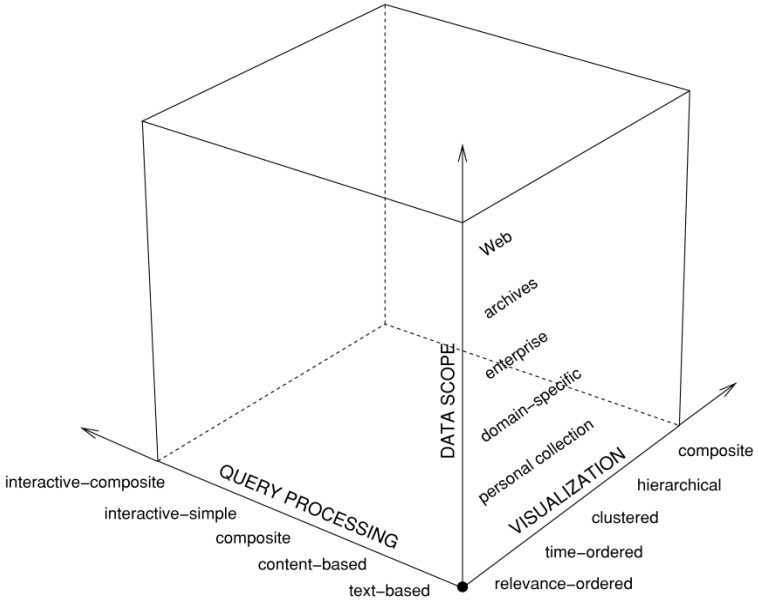
QBIC (۵۶-۵۴، ۲۲)، جستجو براساس محتوای تصویر، از اولین سیستم‌های بازیابی مبتنی بر محتوای تصویر تجاری است. سیستم QBIC یکی از مهم‌ترین سیستم‌های بازیابی به‌شمار می‌رود، چرا که سایر سیستم‌های بازیابی از آن به‌عنوان مدل اولیه‌ی توسعه استفاده کرده‌اند.

QBIC پرس و جوهای براساس تصاویر مثال، طرح‌های کاربر ساخته و طراحی و الگوهای رنگ و بافت انتخاب شده و ... را پشتیبانی می‌کند. این سیستم یکی از معدود سیستم‌هایی است که از ویژگی‌های نمایه‌سازی چند بعدی استفاده می‌کند. در

سیستم جدید آن، جستجوی کلیدواژه مبتنی بر متن می‌تواند با جستجوی شباهت محتوا محور ترکیب شود. نمونه‌ی نمایشی آنلاین آن در آدرس http://www.qbic.almaden.ibm.com قابل مشاهده است.



الف. تجسم بازیابی تصویر از دید یک کاربر



ب. تجسم بازیابی تصویر از دید یک سیستم

شکل ۲: تجسم بازیابی تصویر از دید الف. کاربر و ب. سیستم (۵۳)

۲. سیستم Virage

Virage یک موتور جستجوی مبتنی بر محتوا است که توسط کمپانی Virage بوجود آمده است. مانند QBIC، این سیستم (۵۸، ۵۷) نیز از پرس و جوهای بصری براساس رنگ، ترکیب لایه‌بندی رنگ، بافت و ساختار (اطلاعات مرزبندی شی) بهره می‌گیرد. اما Virage یک قدم فراتر از QBIC برداشته است. این سیستم همچنین از ترکیب‌های خودسرانه‌ی خارج از چهار پرس و جوی گفته شده در بالا حمایت می‌کند. دموی Virage در آدرس http://www.virage.com/cgi-bin/query-e مشاهده می‌شود.

۳. سیستم imagSeek

imagSeek یک سیستم متن باز مدیریت مجموعه عکس‌ها تحت لیسانس GPL می‌باشد. جستجو و بازیابی عکس‌ها نیز از جمله کارهایی هستند که این سیستم می‌تواند انجام دهد. نحوه‌ی پرس و جو در این سیستم، پرس و جو با مثال و پرس و جو با طرح می‌باشد (۵۹).

از ویژگی‌های این سیستم می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: خوشه‌بندی تصاویر براساس میزان شباهت آنها برای کاوش کاراتر تصاویر؛ امکان ویرایش ابرداده‌های تصاویر؛ تهیه‌ی آلبوم‌های HTML از تصاویر یک خوشه، یک پوشه یا کل یک پایگاه داده؛ امکان تبدیلات دسته‌ای تصاویر (تبدیلاتی نظیر تغییر عنوان‌های تصاویر، تغییر روشنایی و کنتراست، نرم کردن تصاویر، چرخش و ...)؛ جستجوی متنی پیشرفته بر روی ابرداده‌های تصاویر، پیدا کردن تصاویر تکراری، واسط مناسب کاربرپسند و غیره.

۴. سیستم Photobook

در این سیستم (۴۲) که توسط آزمایشگاه رسانه‌ی موسسه‌ی فن‌آوری ماساچوست ارایه شده است، ابتدا مشخصه‌های هرکدام از تصاویر، استخراج شده و از آن مشخصه‌ها، بردار ویژگی‌ها ساخته شده و تصویر مدل می‌شود. این سیستم سه رهیافت متفاوت را برای مواجهه با سه دسته خاص از تصاویر مورد استفاده قرار می‌دهد. مدل‌سازی ظاهر تصویر، برای بازیابی تصاویر صورت، مدل‌سازی شکل، برای تصاویر دارای اشکال دو بعدی و مدل‌سازی بافت، برای تصاویر بافتی. برای سایر تصاویر نیز از جستجو براساس متن استفاده می‌شود.

۵. سیستم BlobWorld

سیستم BlobWorld (۶۰) که در دانشگاه برکلی کالیفرنیا توسعه یافته است، قسمتی از پروژه‌ی کتابخانه‌ی برکلی می‌باشد (سیستم‌های Chabot و CalPhotos نیز از نمونه‌های ابتدایی‌تر بازیابی تصاویر هستند که در بطن همین پروژه انجام گرفته‌اند). این سیستم از تطبیق ویژگی‌های رنگ، بافت، شکل (شکل حباب‌های به‌دست آمده و پس زمینه) و موقعیت مکانی، جهت مقایسه‌ی تصاویر با هم بهره می‌برد.

این سیستم برای انجام عمل بازیابی، تصاویر را به‌صورت خودکار به یک سری نواحی، قطعه‌بندی می‌نماید که در آن هر ناحیه تقریباً متناظر با تمام یا قسمتی از یکی از اشیای موجود در تصویر می‌باشد. سیستم، کاربران را قادر می‌سازد تا نتایج حاصل از قطعه‌بندی تصویر مورد پرس وجو و همچنین نتایج برگشتی را مشاهده نمایند و به تجزیه و تحلیل نحوه‌ی تأثیر ویژگی‌های قطعه‌بندی شده بر نتایج برگشتی بپردازند. این سیستم علاوه بر پرس و جو به‌وسیله‌ی تصاویر، اجازه‌ی پرس و جو با استفاده از نواحی حاصل از قطعه‌بندی یک تصویر نمونه را نیز به کاربران می‌دهد.

۶. سیستم GIFT

سیستم GIFT (The GNU Image-Finding Tool) یا ابزار یافتن تصاویر GNU، محصول گروه Vision مرکز علوم کامپیوتر دانشگاه Geneva، یک چهارچوب (Framework) متن باز برای جستجو و بازیابی تصاویر به‌صورت خودکار می‌باشد که پرس و جو با مثال و بازخورد ارتباطی جهت تعامل با کاربر را پشتیبانی می‌کند. قابلیت اضافه کردن شیوه‌های جدید پرس و جو به این چهارچوب امکان‌پذیر است. همچنین شیوه‌های جدید نحوه‌ی ارزیابی شباهت‌ها نیز می‌تواند به چهارچوب اضافه شود (۶۱).

این سیستم برای بازخورد ارتباطی، از بارخورد مثبت و منفی استفاده می‌کند، یعنی برای هر تصویر می‌توان مشخص نمود که آیا این تصویر به تصویر مورد نظر مرتبط هست یا نیست و یا دارای نظر خنثی در این زمینه می‌باشد. در ادامه ویژگی‌های کلی

برخی از سیستم‌های بازیابی تصاویر آمده است. به دلیل تعدد این سیستم‌ها، ویژگی‌های مشخصه‌ی سیستم‌های بازیـابی تصـاویر، جهت مقایسه‌ی کاراتر و راحت‌تر در دو جدول ۱ و ۲ جمع‌بنـدی شده‌اند.

جدول ۱: اطلاعات کلی سیستم‌های جستجوی تصاویر

نام سیستم	زبان برنامه‌نویسی	سیستم عامل	فرمت قابل پشتیبانی
BlobWorld	HTML, C, Matlab, JavaScript	Unix	JPEG
CHABOT	C, TCL/TK	Unix	Gif, JPEG
Photobook	C, TCL	Unix	JPEG, PPM, SGI, Tiff
MUVIS	Java, C, DLLs	Windows	JPEG, Tiff, Gif, BMP, PCT, PCX, PNG, PGM, WMF, EPS, TGA
Calphotos	Python	Unix	Gif, JPEG
GIFT	C/Perl	Unix	PNG, Gif, JPG, JPEG, EPS, PPM
LIRE	Java	Windows, Unix	Gif, JPEG
imgSeek	Python	Linux,Windows, Mac OS	JPG, Gif, bmp, xbm, PNM(support over 87 file format if ImageMagic have been installed

جدول ۲: روش‌های استخراج ویژگی‌ها در سیستم‌های جستجوی تصاویر

نام سیستم	رنگ	بافت	شکل	لبه	اطلاعات مکانی	متن	سایر ویژگی‌ها	رتبه‌بندی خروجی‌ها	بازخورد ارتباطی	پرس و جو با
BlobWorld	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	--	Yes	Yes	EF
CHABOT	Yes	No	No	No	No	Yes	--	No	No	F
Photobook	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	۱	Yes	Yes	RF
MUVIS	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	۲	Yes	No	E
Calphotos	No	No	No	No	No	Yes	--	No	No	F
GIFT	Yes	Yes	No	No	No	No	--	Yes	Yes	E
LIRE	Yes	No	No	Yes	Yes		--	Yes	No	E
imgSeek	**	No	**	No	**	Yes	--	Yes	Yes	ES

* نحوه‌ی پرس و جو: E: پرس و جو با مثال، F: پرس و جو با ویژگی‌های اشیای تصویر، S: پرس و جو با طرح و RF: پرس و جو با بازخورد ارتباطی.

** اطلاعات رنگ و شکل و مکان به‌صورت ضمنی استفاده می‌شوند (چون از تجزیه موجک چندتفکیکی استفاده می‌شود.)

۱. توصیف خواص ظاهری (نظیر استفاده از صورت‌های ویژه)

۲. MUVIS یک Framework بوده که فایل‌های ویدیویی را هم پشتیبانی می‌کنند.

بازیابی تصاویر پزشکی

یکی از مهم‌ترین کاربردهای تصاویر در حوزه‌ی پزشکی است که با توجه به افزایش روزافزون تصاویر پزشکی در نتیجه‌ی تصویربرداری اهمیت خاصی پیدا کرده است. Muller و همکاران تعداد تصاویر رادیولوژی که روزانه در بیمارستان Geneva تولید می‌شود را بالغ بر ۱۲۰۰۰ تصویر گزارش کرده است (۸). بنابراین ذخیره و بازیابی تصاویر پزشکی از اهمیت خاصی برخوردار است، به‌طوریکه بسیاری از پایگاه‌های معتبر از جمله ساینس دایرکت (ScienceDirect)، امکان جستجوی تصاویر علمی را میسر ساخته‌اند. اگرچه در سال‌های اخیر، سیستم‌های بازیابی تصویر براساس محتوا به‌صورت گسترده در کاربردهایی همچون کتابخانه‌ی دیجیتالی، شناسایی چهره و اثر انگشت، خرید اینترنتی، جستجوی علامت تجاری، جستجوی و انتشار اینترنتی، مورد استفاده قرار گرفته است، ولی تعداد کمی از این سیستم‌ها همچون ASSERT (۶۲)، IRMA (۶۳) و NHANES (۶۴) در کاربردهای خاص پزشکی طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند. بسیاری از سیستم‌های پزشکی بازیابی تصویر همچون تصاویر با وضوح بالای مربوط به سی.تی (CT) شش (۶۵)، تصاویر ماموگرافی (۶۶)، تصاویر CT قفسه‌ی سینه (۶۷)، تصاویر اشعه X قفسه‌ی سینه (۶۸)، تصاویر اشعه X نخاع (۶۹، ۶۴) و تصاویر اشعه X دندان (۷۰) اغلب برای تصاویر اعضای خاصی از بدن و سیستم‌های تصویربرداری خاص به‌کار گرفته می‌شوند و برای کاربردهای دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند (۷۴-۷۱). در مقابل تعداد کمی از این سیستم‌ها مانند KMeD (۵۲) و IRMA (۶۳)، برای کاربردهای عام پزشکی گسترش پیدا کرده‌اند (۶۴).

سیستم‌های بازیابی محتوا محور تصاویر پزشکی در برابر سیستم‌های بازیابی مبتنی بر متن تصاویر پزشکی

بیشتر سیستم‌های بازیابی تصاویر بالینی کنونی مورد استفاده، تکیه بر کلیدواژه‌های متن دارند، مثل بهره‌گیری از DICOM header information برای انجام بازیابی. CBIR به‌طور گسترده در انواع مختلف حوزه‌ها مورد تحقیق قرار گرفته است و به ارایه‌ی یک روش پرس و جوی بازیابی براساس اطلاعات تصویری با استفاده از خصوصیاتی مثل رنگ، شکل و بافت پرداخته است. با همه‌ی این تلاش‌ها سیستم‌های CBIR موجود هنوز نتوانسته‌اند به‌طور کامل با محیط بهداشت و درمان منطبق شوند و همچنین برای پایگاه داده‌های بزرگ به‌طور وسیع مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند و مثل دیگر حوزه‌ها توانایی اندکی برای انجام بازخورد به‌منظور بهبود نتایج بازیابی دارند. در اینجا به چند نمونه از سیستم‌های بازیابی تصاویر مورد استفاده در حوزه‌ی پزشکی می‌پردازیم و توضیحات تفصیلی در بخش یافته‌ها آمده است.

نمونه‌هایی از سیستم‌های بازیابی تصاویر پزشکی

IRMA (Image Retrieval in Medical Applications)

پروژه‌ی مشترکی از مرکز تشخیص رادیولوژی، مرکز انفورماتیک پزشکی، قسمت پردازش تصاویر پزشکی و مقر علوم کامپیوتر در دانشگاه فن‌آوری آچن (Aachen University of Technology) می‌باشد. هدف از این پروژه، توسعه و ساخت روش‌های سطح بالا برای بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا با کاربرد در کارهای تشخیصی پزشکی در پایگاه‌های تصاویر رادیولوژی می‌باشد.

IRMA دارای ۳ دموی آنلاین می‌باشد که عبارتند از:

- IRMA Query demo: این قسمت اجازه‌ی ارزیابی CBIR را در چندین پایگاه داده فراهم می‌کند.
- IRMA Extended Query Refinement demo: این قسمت بخشی از پایگاه IRMA و دارای حدود ۱۰۰۰۰ تصویر از CBIR است.
- Spine Pathology and Image Retrieval Systems (SPIRS): توسط NLM/NIH (USA) طراحی شده است و حدود ۱۷۰۰۰ تصویر رادیولوژی ستون مهره‌ها و قفسه سینه را در بر دارد.

MedGIFT (GNU Image Finding Tool)

پروژه‌ی MedGIFT از سال ۲۰۰۲ میلادی در دانشکده‌ی پزشکی دانشگاه جنوا سوئیس آغاز شد و از سال ۲۰۰۷ میلادی در موسسه‌ی سیستم‌های اطلاعات تجاری در دانشگاه علوم کمکی سوئیس (HES-SO) قرار گرفت. نام این سیستم منشا گرفته از استفاده از ابزار یافتن تصویر GNU (GIFT) برای کاربردهای پزشکی است. در طول این سال‌ها، GIFT کمتر

به‌طور مکرر مورد استفاده قرار گرفته است و مجموعه‌ی بزرگی از ابزارها و کاربردها به‌منظور پیشبرد زمینه‌ی بازیابی اطلاعات تصویری پزشکی توسعه یافته‌اند.

این پروژه تلاش‌های زیادی انجام داده است که به برخی از آنها در زیر اشاره می‌شود:

- Talisma (سیستم بازیابی تصاویر ریه)
- سیستم بازیابی تصویر مبتنی بر مورد (case-based)
- Onco-Media (سیستم بازیابی تصویر پزشکی با استفاده از محاسبات شبکه‌ای (grid computing)
- بهره بردن از ImageCLEF به‌منظور اعتبارسازی و ارزیابی
- استفاده از رابط کاربر medSearch

WebMIRS

سیستم بازیابی اطلاعات پزشکی بر روی وب است، که از یک برنامه‌ی گرافیکی جاوا برای فراهم کردن امکان دسترسی به پایگاه داده‌های پزشکی (National Health and Nutrition Examination Survey) NHANES II & III و تصاویر رادیولوژی (x-ray) استفاده می‌کند. WebMIRS می‌تواند یا با استفاده از یک مرورگر استاندارد وب یا از طریق کامپیوتر کاربران به‌طور مستقیم اجرا شود. این سیستم به‌وسیله‌ی متن (Query by text) و مرور بر طبقه‌بندی صورت گرفته، قابل بازیابی است.

SPIRS (Spine Pathology & Image Retrieval System)

SPIRS توسط کتابخانه‌ی ملی پزشکی (NLM: National Library of Medicine) و موسسه‌ی ملی بهداشت (NIH: National Institutes of Health) و سازمان اطلاعات ایالات متحده‌ی آمریکا برای حدود ۱۷۰۰۰ عکس رادیولوژی ستون فقرات طراحی شده است. ترکیب این اطلاعات با چارچوب IRMA اجازه‌ی بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا براساس شکل منطقه‌ای از استخوان‌ها را فراهم می‌سازد. این سیستم مبتنی بر وب، بازیابی تصاویری از پایگاه‌های بزرگ زیست پزشکی را در بر می‌گیرد. SPIRS نماینده‌ی خوبی از مورد مطالعه‌ی سیستم‌های CBMIR تخصصی است.

NBIA(National Biomedical Imaging Archive)

NBIA مخزنی جستجوپذیر از تصاویری است که جوامع تحقیقاتی زیست پزشکی، صنایع و دانشگاه‌ها برای دسترسی به آرشیو تصاویر و توسعه دادن و اعتبارسازی پایگاه داده فراهم می‌آورند. جستجو از این سیستم براساس فراداده‌های استاندارد DICOM fields می‌باشد که در تشخیص و طبقه‌بندی ضایعات و تسریع در تصمیمات تشخیصی تصویربرداری کمک کننده هستند، همچنین دارای سه گزینه‌ی جستجوی ساده، پیشرفته و پویا است.

ARSS Goldminer

ARRS (The American Roentgen Ray Society)، انجمن اشعه‌ی رونتگن آمریکا، توسط شورای اعتباربخشی آموزش پزشکی مداوم (ACCME) به‌منظور فراهم کردن آموزش پزشکی مداوم برای پزشکان معتبر شناخته شده است. این فعالیت برای رادیولوژیست‌ها، متخصصان پزشکی هسته‌ای و پزشکان غیر رادیولوژی درنظر گرفته شده است. جستجو براساس متن (Query by text) می‌باشد و علاوه بر آن نتایج جستجو می‌تواند براساس کارکرد، سن و جنس فیلتر شود.

Yottalook Images

Yottalook موتور جستجوی پایگاه تصاویر پزشکی است که به حمایت از تصمیم‌گیری‌ها در نقطه‌ی مراقبت، با استفاده از ارتباط تخصصی و الگوریتم‌های طبقه‌بندی شده توسط iVirtuoso می‌پردازد. این سیستم مهم‌ترین و مرتبط‌ترین اطلاعات عملی که رادیولوژیست‌ها در زمان مراقبت از بیمار نیاز دارند را فراهم می‌کند. این سیستم توسط چهار رادیولوژیست توسعه و نگهداری می‌شود و بازیابی آن براساس متن (Query by text) است.

ImageCLEF Medical Image Retrieval

این پایگاه بیش از ۷۷۰۰۰ تصویر از مقالات منتشر شده در مجلات پزشکی، شامل متن شرح تصاویر و لینک به فرمت HTML و متن کامل مقالات را در بر می‌گیرد. ۳ مورد از وظایف این سیستم عبارتست از:

- نحوه‌ی طبقه‌بندی: براساس یک تصویر مشخص به کارکرد آن تصویر ارجاع می‌دهد.
- سیستم بازیابی: ابزار بازیابی تصویر پزشکی کلاسیک با ۳ افزوده؛ پرس و جوهای متنی، ترکیبی (هم متن، هم محتوا) و معنایی

بازیابی مبتنی بر مورد: بازیابی موردهایی از تصاویر که به بهترین وجه ممکن با توضیحات ارایه شده، منطبق شود.

بحث

هدف هر نظام بازیابی اطلاعات پزشکی، ارایه‌ی به‌موقع اطلاعات مرتبط در زمان مناسب به کاربر مناسب است. تصاویر به‌عنوان شکلی از مدارک که می‌تواند حجم قابل توجهی از اطلاعات را منتقل کند، به‌خصوص در حوزه پزشکی از اهمیت خاصی برخوردارند. می‌توان گفت روزانه در مراکز درمانی در سراسر دنیا حجم زیادی از تصاویر تولید می‌شود، به‌طوریکه همانطور که قبلاً اشاره شد، Muller و همکاران حجم تصاویر رادیولوژی تولیده شده در بیمارستان جنوا را بالغ بر ۱۲۰۰۰ مورد در روز می‌داند (۸). تصاویر در حوزه‌ی پزشکی علاوه بر تشخیص، در آموزش و پژوهش نیز کاربرد دارند. افزودن ویژگی‌های تصویری به متون به آموزش بهتر کمک می‌کند. مهم‌ترین نمونه‌ی آنها، اطلس‌ها هستند که در آموزش پزشکی کاربرد وسیعی دارند. در حوزه‌ی پژوهش نیز تصاویر و مسایل مربوط به نمایه‌سازی، ذخیره و بازیابی آنها افق‌های جدیدی را پیش روی پژوهشگران علاقمند قرار داده است. در حوزه‌ی تشخیص، تصاویر کاربرد خاصی دارند. یکی از بخش‌هایی که تصویر اهمیت به‌سزایی در آن دارد بخش رادیولوژی است. در حوزه‌ی پاتولوژی که تصاویر میکروسکوپی تحلیل می‌شوند و تصمیم‌گیری براساس تغییرات رنگ و بافت صورت می‌گیرد، بازیابی تصاویر کاربرد ویژه‌ای دارند. در حوزه‌ی هماتولوژی نیز شمارش سلول‌ها و در حوزه‌ی پوست دسته‌بندی مواردی مثل ملانوما کاربرد خاص دارد (۱۰). یکی دیگر از حوزه‌هایی که اخیراً نقش تصویربرداری در آن برای مقاصد غربال‌گری، تشخیص و درمان اهمیت خاصی پیدا کرده است، چشم‌پزشکی می‌باشد (۷۵، ۴۷).

تغییرات و پیشرفت‌های اخیر در حوزه‌ی پزشکی، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری بالینی و همچنین پزشکی مبتنی بر شواهد، ضرورت بازیابی مناسب تصاویر را در کمک به تشخیص و درمان چند برابر می‌کند. این تصاویر برای اینکه مورد استفاده قرار گیرند، باید به نحو مناسب ذخیره شوند تا در موقع نیاز بازیابی گردند. بنابراین دیگر بازیابی براساس اطلاعات بیمار کافی نیست، بلکه لازم است تصاویر با Modality یکسان و مربوط به همان دستگاه بدن هم بازیابی شوند. به همین دلیل از بین شیوه‌های موجود شیوه‌ی مبتنی بر محتوا توصیه شده است، البته لازم است به دلیل تشابهات مدارک متنی با تصویری از تکنیک‌های بازیابی متن هم بیشتر بهره برده شود. به‌طور مثال بازخورد ربط از جمله تکنیک‌هایی است که تاکنون در سیستم‌های بازیابی تصاویر کمتر استفاده شده است، در حالیکه با توجه به بازیابی تصاویر نامرتبط (ریزش کاذب)، بازخورد ربط می‌تواند کمک مؤثری در بازیابی اثربخش داشته باشد. اساس نظام بازیابی اطلاعات، جدا کردن اطلاعات مرتبط از نامرتبط است، لذا ربط جزء جدایی ناپذیر هر نظام بازیابی اطلاعات است (۷۶). البته سیستم‌هایی نیز ارایه شده‌اند که براساس بازخوردی که از کاربران می‌گیرند، سعی در یادگیری و ایجاد ارتباط بین مفاهیم معنایی و ویژگی‌های سطح پایین دارند که از آن نمونه می‌توان به FourEyes از دانشگاه ام آی تی اشاره نمود (۷۷). در این سیستم از کاربران خواسته می‌شود تا در تصاویری که به آنها نشان داده می‌شود، برچسب‌هایی را برای نواحی مشخص شده عنوان کنند. سیستم از این توضیحات کاربران استفاده نموده و از آنها برای برچسب‌گذاری نواحی‌ای از سایر تصاویر که دارای ویژگی‌های اولیه‌ی شبیه این ناحیه می‌باشند، استفاده می‌کند. نمونه‌ی دیگری از این دسته، مفهوم «قالب بصری مفهومی» (Semantic Visual Template) (۷۸) می‌باشد. در این روش کاربر تقاضای یک مفهوم می‌کند، سیستم از کاربر می‌خواهد محدوده‌ی رنگ، بافت، شکل و پارامترهای جابه‌جایی مفهوم موردنظرش را معین نماید و براساس این ویژگی‌ها تصاویر به‌دست آمده را به وی نشان می‌دهد. این فرایند در یک حلقه‌ی بازخورد کاربر– اصلاح سیستم پیش می‌رود تا کاربر تصویر مورد نظر خود را بیابد. سیستم واژه‌ی مورد جستجو را به تصویر پیدا شده برچسب می‌زند تا برای کاربران آینده مورد استفاده و مفید واقع شود. بعد از گذشت مدت زمانی این پایگاه داده حاوی گنجینه‌ای از اطلاعات مفهومی بر پایه‌ی ویژگی‌های اولیه خواهد بود.

مقیاس دیگری که بر پایه‌ی بازیافت و دقت محاسبه می‌شود و به‌علاوه زمان را نیز لحاظ می‌کند، مقیاس موفقیت است (۷۶) که می‌توان از آن در ارزیابی نظام‌های بازیابی تصاویر هم استفاده کرد. تکنیک‌های هوش مصنوعی از جمله یادگیری طولانی مدت (long-term learning) براساس رفتار کاربر، بر پایه‌ی

داده‌کاوی نیز می‌تواند به ارتقای بازیابی تصاویر و کاربرپسندتر شدن سیستم‌ها کمک کند (۱۰).

نظام خبره، فرایندهای استدلال متخصصان را در حل مسأله‌های پیچیده تقلید می‌کند و بیش از دیگر فناوری‌های هوش مصنوعی، کاربرد داشته است. نظام خبره، نظامی دانش‌پایه است که دو جزء اساسی دارد: ۱. دانش‌پایه‌ی مناسب برای حوزه‌ی موضوعی مورد نظر که دربردارنده‌ی قواعد کاربردی است؛ ۲. یک موتور استنتاجی که راهکارهای حل مسأله را ارایه می‌دهد (۷۹). تاکنون نظام‌های خبره‌ی متعددی برای کمک به تشخیص در پزشکی و همچنین بازیابی اطلاعات طراحی شده‌اند. مایسین (Mycin) و اینترنیست (Internist): مایسین، برای تشخیص و درمان بیماری‌های عفونی و اینترنیست و برای تشخیص بیماری‌های داخلی است (۸۰). اکسپرت (Expert) و ایندکسینگ (Indexing) نمونه‌هایی از نظام‌های هوشمند است که در نظام‌های بازیابی اطلاعات کتابشناختی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۷۹). بنابراین سیستم‌های بازیابی تصاویر علاوه بر ویژگی‌های خاصی که دارند و آنها را از سیستم‌های بازیابی متن متمایز می‌سازد، می‌توانند از بسیاری از تکنیک‌های مورد استفاده در ارزیابی و ارتقای سیستم‌های بازیابی متن هم بهره ببرند.

References

1. Jou C, Lee HC. Handwritten Numeral Recognition Based on Simplified Feature Extraction, Structural Classification and Fuzzy Memberships. Innovations in Applied Artificial Intelligence 2004; 3029: 372-81.
2. Turgenev I. Fathers and Sons. 1862. Trans. George Reavy. New York: Modern Library; 1966.
3. Kherfi ML, Ziou D, Bernardi A. Image Retrieval from the World Wide Web: Issues, Techniques, and Systems. ACM Computing Surveys (CSUR) 2004; 36(1): 35-67.
4. Eakins JP, Graham ME. Content-Based Image Retrieval: A Report to the JISC Technology Applications Programme [Technical Report]. Newcastle: University of Northumbria at Newcastle, Institute for Image Data Research; 1999. Available from: URL: http://www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/jtap-039.doc.
5. Venters CC, Cooper M. A Review of Content-Based Image Retrieval Systems [Technical Report]. Manchester: University of Manchester, JISC Technology Applications Program (JTAP); 2000.
6. Enser P. Visual Image Retrival: Seeking the Alliance of Concept-Based and Content-Based Paradigms. Journal of Information Sciences 2000: 26(4); 199-205.
7. Tang LH, Hanka R, Ip HH. A Review of Inteligent Content Based Indexing and Browding of Medical Images. Health Informatics Journal 1999: 5(1); 40-9.
8. Mullar H, Michoux N, Bandon D, Geissbuhler A. A Review of Content-Based Image Retrieval System in Medical Applications--Clinical Benefits and Future Directions. International Journal of Medical Informatics 2004: 73(1); 1-23.
9. Goodrum AA. Image Information Retrieval: An Overview of Current Research. Informing Science 2000; 3(2): 63-7.
10. Liu Y, Zhang D, Lu G, Ma WY. A Survey of Content-Based Image Retrieval with High-Level Semantics. Pattern Recognition 2007; 40(1): 262-82.
11. Müller H, Müller W, Squire DMG, Marchand-Maillet S, Pun T. Performance Evaluation in Content-Based Image Retrieval: Overview and Proposals. Pattern Recognition Letters 2001; 22(5): 593-601.
12. Vailaya A, Figueiredo MA, Jain AK, Zhang HJ. Image Classification for Content-Based Indexing. IEEE Trans Image Process. 2001;10(1):117-30.
13. Long F, Zhang H, Feng DD. Fundamentals of Content-Based Image Retrieval. In: Feng D, Siu WC, Zhang H, Editor. Multimedia Information Retrieval and Management. New York: Springer; 2003: 4.
14. Saryazdi S. Provide New Methods to the Multi-Modal Retrieval of Color Images: A Review of Existing Methods in Image Retrieval and Introducing of Image Databases. Tehran, Iran: Telecommunication Research Center. [Technical Report in Persian]
15. Nezamabadi-pour, H. Application-Dependent Features in an Image, Color Image Retrieval [Thesis in Persian]. Tehran: Tarbiat Moddares University, Department of Electrical Engineering; 1383.
16. Swain MJ, Ballard DH. Color Indexing. International Journal of Computer Vision. 1991; 7(1): 11-32.
17. Ioka M. A Method of Defining the Similarity of Images on the Basis of Color Information: IBM Research [Technical Report]. Tokyo: Research Laboratory; 1989.
18. Stricker M, Orengo M. Similarity of color images. Proceeding of the Storage and Retrieval for Image and Video

Databases III; 1995 Feb 5; San Jose, CA; 1995.
19. Smith JR, Chang SF. Single Color Extraction and Image Query. Proceeding of the International Conference on Image Processing (ICIP-95); 1995 Oct; Washington, DC; 1995.
20. Smith JR, Chang SF. Tools and Techniques for Color Image Retrieval. Proceeding of the Storage and Retrieval for Image and Video Databases IV; 1996 Feb; San Jose, CA; 1996: 426-37.
21. Chua TS, Tan KL, Ooi BC. Fast Signature-Based Color-Spatial Image Retrieval. Proceeding of the International Conference on Multimedia Computing and Systems; Ottawa, Ontario, Canada; 1997.
22. Faloutsos C, Barber R, Flickner M, Hafner J, Niblack W, Petkovic D, et al. Efficient and Effective Querying by Image Content. Journal of Intelligent Information Systems 1994; 3(3-4): 231-62.
23. Lu H, Ooi BC, Tan KL. Efficient Image Retrieval by Color Contents. Applications of Databases Lecture Notes in Computer Science 1994; 819: 95-108.
24. Pass G, Zabih R, Miller J. Comparing Images Using Color Coherence Vectors. Proceeding of ACM Multimedia; 1996. Available fom: URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.29.9596&rep=rep1&type=pdf.
25. Tamura H, Mori S, Yamawaki T. Textural Features Corresponding to Visual Perception. Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on 1978; 8(6): 460-73.
26. Liu F, Picard RW. Periodicity, Directionality, and Randomness: Wold Features for Image Modeling and Retrieval. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 1996; 18(7): 722-33.
27. Kundu A, Chen JL. Texture Classification Using QMF Bank-Based Subband Decomposition. CVGIP: Graphical models and image processing 1992; 54(5): 369-84.
28. Manjunath BS, Ma WY. Texture Features for Browsing and Retrieval of Image Data. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 1996; 18(8): 837-42.
29. Kaplan LM, Murenzi R, Namuduri KR. Fast Texture Database Retrieval Using Extended Fractal Features. Proceeding of the Storage and Retrieval for Image and Video Databases VI, 162; 1997 Dec 23; San Jose, CA; 1997.
30. Cross GR, Jain AK. Markov Random Field Texture Models. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell 1983; 5(1): 25-39.
31. Ma WY, Manjunath BS. A comparison of Wavelet Transform Features for Texture Image Annotation. In proceeding of Image Processing; 1995 Oct 23-26; Santa Barbara, CA: Dept of Electr and Comput Eng, California Univ; 1995.
32. Ohanian PP, Dubes RC. Performance Evaluation for Four Classes of Textural Features. Pattern Recognition 1992; 25(8): 819-33.
33. Pentland AP. Fractal-Based Description of Natural Scenes. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 1984; 6(6): 661-74.
34. Weszka JS, Dyer CR, Rosenfeld A. A Comparative Study of Texture Measures for Terrain Classification. Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on 1976; 6(4): 269-85.
35. Rui Y, Huang TS, Chang SF. Image Retrieval: Current Techniques, Promising Directions, and Open Issues. Journal of visual Communication and Image Representation 1999; 10(1): 39-62.
36. Faloutsos C, Taubin G, Niblack W, Barber R, Equitz W, Flicker M, et al. The QBIC Project: Querying Images by Content Using Color, Texture and Shape. SPIE 1993; V1908.
37. Hu MK. Visual Pattern Recognition by Moment Invariants. Information Theory, IRE Transactions on 1962; 8(2): 179-87.
38. Kapur D, Lakshman Y, Saxena T. Computing Invariants Using Elimination Methods. In Proceedings of the International Symposium on Computer Vision; Washington, DC, USA; 1995.
39. Rui Y, She AC, Huang TS. Modified Fourier Descriptors for Shape Representation- A Practical Approach. Proceeding of First International Workshop on Image Databases and Multi Media Search; 1996.
40. Zahn CT, Roskies RZ. Fourier Descriptors for Plane Closed Curves. Computers, IEEE Transactions on 1972; 21(3): 269-81.
41. Mehrotra R, Gary JE. Similar-Shape Retrieval in Shape Data Management. Computer 1995; 28(9): 57-62.
42. Pentland A, Picard RW, Sclaroff S. Photobook: Content-Based Manipulation of Image Databases. International journal of computer vision 1996; 18(3): 233-54.
43. Kimia BB, Chan J, Bertrand D, Coe S, Roadhouse Z, Tek H. Shock-Based Approach for Indexing of Image Databases Using Shape. Proceeding of Multimedia Storage and Archiving Systems II; 1997.
44. Tirthapura S, Sharvit D, Klein P, Kimia BB. Indexing Based on Edit-Distance Matching of Shape Graphs. Proceeding of Multimedia Storage and Archiving Systems III; 1998.
45. Arkin EM, Chew LP, Huttenlocher DP, Kedem K, Mitchell JSB. An Efficiently Computable Metric for

Comparing Polygonal Shapes. Pattern Analysis and Machine 1991; 13(3): 209-16.
46. Chuang GCH, Kuo CCJ. Wavelet Descriptor of Planar Curves: Theory and Applications. Image Processing, IEEE Transactions on 1996; 5(1): 56-70.
47. Mehtre BM, Kankanhalli MS, Lee WF. Shape Measures for Content Based Image Retrieval: A Comparison. Information Processing and Management 1997; 33(3): 319-37.
48. Bahaadinbeigy K, Yogesan K. A Literature Review of Teleophthalmology Projects from Around the Globe. New York: Springer; 2012. Available from: URL: https://springerlink3.metapress.com/content/h471074184283767/resource-secured/?target=fulltext.pdf&sid=pp50smyxlmrn1nnnuctsrof4&sh=www.springerlink.com.
49. Bueno J, Chino F, Traina A, Traina C, Azeverdo-Marques P. How to add Content-Based Image Retrieval Capability in A PACS2002: IEEE.
50. Hermes T, Klauck C, Kreyss J, Zhang J. Image Retrieval for Information Systems. Proceedings of IS&T/SPIE's Symposium on Electronic Imaging: Science & Technology; 1995 Feb 5-10; San Jose, CA: Bremen University; 1995.
51. Mohammad-Taghizadeh, H. Texture Feature Extraction for Image Retrieval and Indexing By Content Inarvense Conversion [MSc Thesis in Persian]. Kerman: shahid Bahonar University of Kerman, Electronic Engineering Department; 2011.
52. Smeulders A, Gevers T, Geusebroek JM, Worring M. Invariance in Content-Based Retrieval. Proceeding of International Conference on Multimedia and Expo; 2000.
53. Datta R, Joshi D, Li J, Wang JZ. 2008. Image Retrieval: Ideas, Influences, and Trends of the New Age. ACM Computing Surveys (CSUR) 2008; 40(2): 5.
54. Flickner M, Sawhney H, Niblack W, Ashley J, Huang Q, Dom B, et al. Query by Image and Video Content: The QBIC System. Computer 1995; 28(9): 23-32.
55. Lee D, Barber R, Niblack W, Flickner M, Hafner J, Petkovic D. Indexing for Complex Queries on A Query-By-Content Image Database. Proceeding of Computer Vision and Image; 1994.
56. Niblack W, Barber R, Equitz W, Flickner M, Glasman E, Petkovic D, et al. The QBIC Project: Querying Images By Content Using Color, Texture: And Shape. Storage and Retrieval for Image and Video Databases 1993; 1908.
57. Bach J, Fuller C, Gupta A, Hampapur A, Horowitz B, Humphrey R, et al. The Virage Image Search Engine: An Open Framework for Image Management. Proceeding of Storage and Retrieval for Image and Video Databases SPIE; 1996.
58. Gupta A, Jain R. Visual Information Retrieval. Communications of the ACM 1997; 40(5): 70-9.
59. Jacobs CE, Finkelstein A, Salesin DH. Fast Multiresolution Image Querying. Prceeding of Computer Graphics, Annual Conference Series, ACM SIGGRAPH; 1995 Aug 6-11; Los Angeles, California; 1995.
60. Carson C, Belongie S, Greenspan H, Malik J. Blobworld: Image Segmentation Using Expectation-Maximization And Its Application to Image Querying. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 2002; 24(8): 1026-38.
61. Rummukainen M, Laaksonen J, Koskela M. An Efficiency Comparison of Two Content-Based Image Retrieval Systems, GIFT and PicSOM. Image and Video Retrieval 2003; 2728: 500-10.
62. Shyu CR, Brodley CE, Kak AC, Kosaka A, Aisen AM, Broderick LS. ASSERT: A Physician-in-the-Loop Content-Based Retrieval System for HRCT Image Databases. Computer Vision and Image Understanding 1999; 75(1-2): 111-32.
63. Lehmann TM, Gold M, Thies C, Fischer B, Spitzer K, Keysers D, et al. Content-Based Image Retrieval in Medical Applications. Methods Inf Med 2004; 43(4): 354-61.
64. Antani S, Lee D, Long LR, Thoma GR. Evaluation of shape similarity measurement methods for spine X-ray images. Journal of Visual Communication and Image Representation 2004; 15(3): 285-302.
65. Dy JG, Brodley CE, Kak A, Broderick LS, Aisen AM. Unsupervised Feature Selection Applied to Content-Based Retrieval of Lung Images. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 2003; 25(3): 373-8.
66. Korn P, Sidiropoulos N, Faloutsos C, Siegel E, Protopapas Z. Fast and Effective Retrieval of Medical Tumor Shapes. Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on 1998; 10(6): 889-904.
67. Yu SN, Chiang CT, Hsieh CC. A Three-Object Model for the Similarity Searches of Chest CT Images. Comput Med Imaging Graph 2005; 29(8): 617-30.
68. Oliveira LLG, Ribeiro LHV, de Oliveira RM, Coelho CJ, S Andrade AL. Computer-Aided Diagnosis in Chest Radiography for Detection of Childhood Pneumonia. Int J Med Inform 2008; 77(8): 555-64.
69. Xu X, Lee DJ, Antani S, Long LR. A Spine X-Ray Image Retrieval System Using Partial Shape Matching.

Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on 2008; 12(1): 100-8.
70. Nomir O, Abdel-Mottaleb M. Hierarchical Contour Matching for Dental X-Ray Radiographs. Pattern Recognition 2008; 41(1): 130-8.
71. Greenspan H, Pinhas AT. Medical Image Categorization and Retrieval for PACS Using the GMM-KL Framework. IEEE Trans Inf Technol Biomed 2007; 11(2): 190-202.
72. Rahman MM, Bhattacharya P, Desai BC. A Framework for Medical Image Retrieval Using Machine Learning and Statistical Similarity Matching Techniques with Relevance Feedback. Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on 2007; 11(1): 58-69.
73. Rahman MM, Desai BC, Bhattacharya P. Medical Image Retrieval with Probabilistic Multi-Class Support Vector Machine Classifiers and Adaptive Similarity Fusion. Comput Med Imaging Graph 2008; 32(2): 95-108.
74. Yao J, Zhang ZM, Antani S, Long R, Thoma G. Automatic Medical Image Annotation and Retrieval. Neurocomputing 2008; 71(10-12): 2012-22.
75. Kambiz Bahaadinbeigy and Kanagasingam Yogesan (2011). Advances in Teleophthalmology: Summarising Published Papers on Teleophthalmology Projects. In: Graschew G, Roelofs TA, Editor. Advances in Telemedicine: Applications in Various Medical Disciplines and Geographical Regions. Winchester: InTech, 2011: 231-42.
76. Okhovati M. The Concept of Relevance in Information Retrieval Systems: A Review of Existing Theory and literature. Informology 2004; 2(1): 23-46. [In Persian]
77. Nezamabadi-pour H. Application-Dependent Features in an Image, Color Image Retrieval [Thesis in Persian]. Tehran, Iran: Tarbiat Moddares University, Department of Electrical Engineering: 2004.
78. Chang E, Wang J, Li C, Wiederhold G. RIME: A Replicated Image Detector for the World-Wide web. Proceeding of Multimedia Storage and Archiving Systems III; 1998 Oct 5; Boston, MA; 1998.
79. Azad A, Okhovati M. Intelligent Systems and Their Applications in Library & Information Science. Library and Information Science 2003; 6(4): 65-80 [In Persian]
80. Pao ML. Concepts of Information Retrieval. Trans. Azad A, Fattahi, R. Mashhad: Ferdowsi University; 1999. [Book in Persian]

Image Retrieval: Application in Medicine

Maryam Okhovati[1]; Reza Akbarnejad[2]; Kambiz Bahaadinbeigy[3]

Review Article

Abstract

The aim of each information retrieval is to present relevant information to the right user at the right time. Images as a kind of information can convey a large volume of information. In medicine, the most common use of images is in education, research and medical diagnosis. This wide variety of usage refers to the uprising importance of imaging through various fields of medicine. Therefore, current advances in medical imaging techniques and frequent use for example, in decision making systems and evidence-based medicine depicts the high necessity of medical images retrieval. This paper introduced text-based and content-based image retrieval systems, the application of the image systems especially in medicine. Some existing systems are described. Finally it was suggested although images have some features different from texts but some techniques in text retrieval such as artificial intelligence and relevance feedback can be used to improve the image retrieval systems.

Keywords: Medical Information Storage and Retrieval; Medical Illustration; Information Retrieval Systems

Received: 21 Jun, 2012 Accepted: 1 May, 2013

Citation: Okhovati M, Akbarnejad R, Bahaadinbeigy K. **Image Retrieval: Application in Medicine.** Health Inf Manage 2013; 10(4): 644.

1- Assistant Professor, Medical Library and Information Sciences, School of Health Management and Information Sciences, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
2- MA, Medical Library and Information Sciences, School of Health Management and Information Sciences, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran (Corresponding Author) Email:akbarnejad.reza@gmail.com
3- Assistant Professor, Medical Informatics Research Center, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran