دانشکده مهندسی
گروه مهندسی کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد

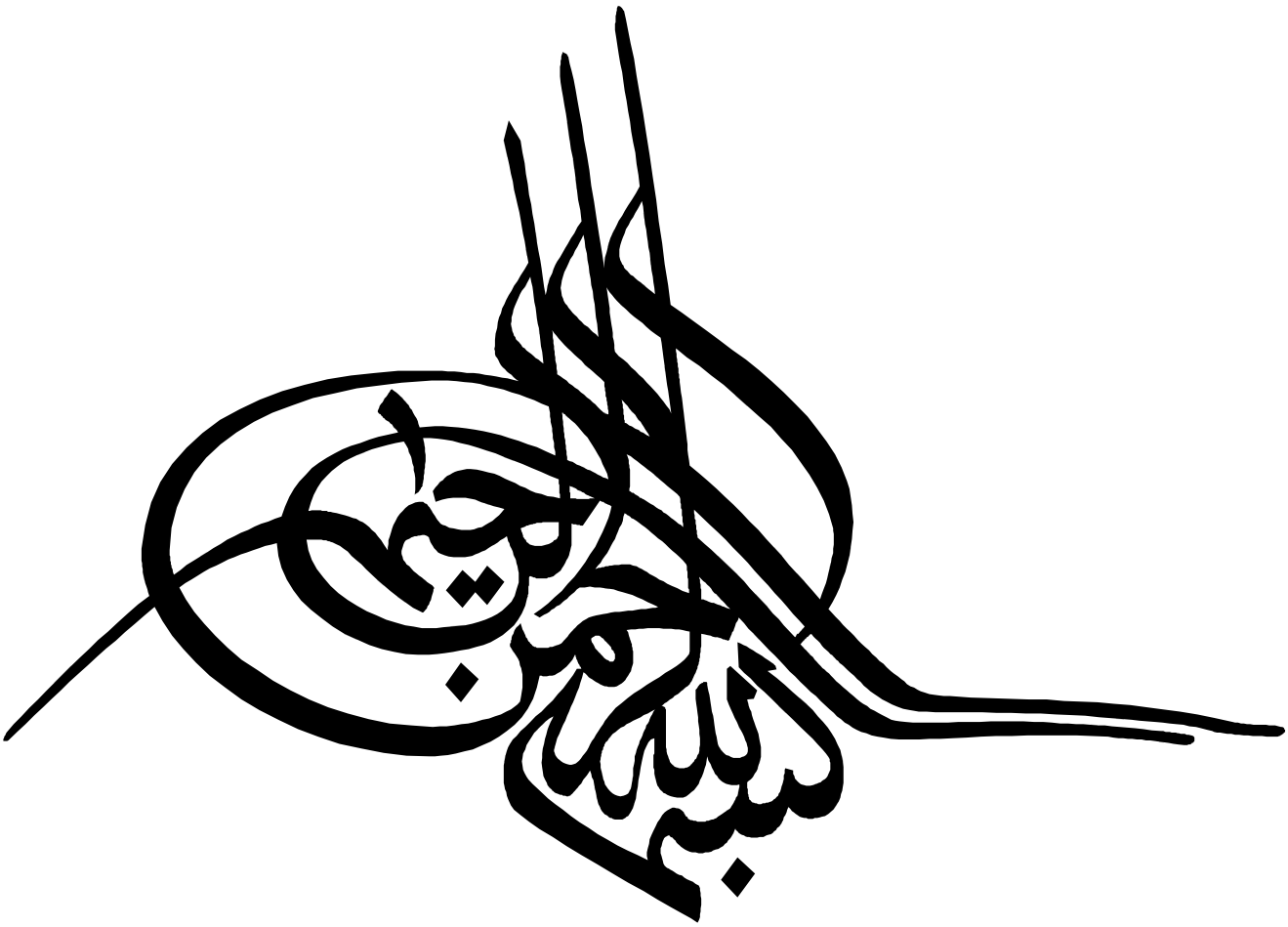
بازیابی تصاویر پزشکی بر اساس محتوا

سعید سعادتی

استاد راهنما:
دکتر علیرضا عصاره

استاد مشاور:
دکتر بیتا شادگار

تابستان ۸۹


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به ساحت مقدس یوسف زهرا(عج)

که چشمها برای زیارت صبحش بیدارند.....

تعهد نامه

بدین‌وسیله اینجانب سعید سعادتی تعهد می‌نمایم که مطالب ارایه شده در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی و تحقیق اینجانب می‌باشد و قبلاً برای احراز هیچ مدرک دیگری ارایه نشده است. رجوع به دست آوردهای دیگران که در این پایان نامه از آنها استفاده شده مطابق مقررات ارجاع داده شده است.

نام و نام خانوادگی دانشجو: سعید سعادتی

تاریخ: امضاء:

قدردانی

بر خود لازم می‌دانم از استاد راهنمای عزیزم جناب آقای دکتر عصاره و استاد مشاور گرامی‌ام سرکار خانم دکتر بیتا شادگار به واسطه حمایت‌ها و راهنمایی‌های ارزشمندشان، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم. هم-چنین از استاد داور گرامی جناب آقای دکتر ماشاءا... عباسی و کریم انصاری اصل که زحمت داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

نام و نام‌خانوادگی: سعید سعادتی

عنوان پایان‌نامه: بازیابی تصاویر پزشکی بر اساس محتوا

استاد راهنما: دکتر علیرضا عصاره **استاد مشاور**: دکتر بیتا شادگار

درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: مهندسی‌کامپیوتر **گرایش**: هوش‌مصنوعی

محل تحصیل: دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ فارغ‌التحصیلی: تابستان ۱۳۸۹ **تعداد صفحه**: ۱۴۲

کلیدواژه: بازیابی تصاویر پزشکی بر اساس محتوا، تصاویر اشعه ایکس، دسته‌بندی تصاویر، دسته‌بندی کننده ترکیبی، دسته‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان چندکلاسه، دسته‌بندی کننده شبکه عصبی پرسپترون چندلایه.

چکیده: امروزه بخش عظیمی از تصاویر پزشکی به فرم دیجیتال تولید و ذخیره می‌شوند، این امر سبب شده است، مدیریت پایگاه‌های داده پزشکی بزرگ، از پیچیدگی‌های فراوانی برخوردار شود. رشد روزافزون پایگاه داده‌های با حجم بزرگ در زمینه‌های مختلف پزشکی همچون تشخیص به کمک کامپیوتر، تحقیقات و آموزش کادر پزشکی، نیاز به سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا را بیش از پیش ضروری ساخته است. در این پایان‌نامه، سیستمی به منظور بازیابی تصاویر از یک پایگاه داده خیلی بزرگ تصاویر اشعه ایکس، شامل تصاویری از نواحی آناتومی مختلف بدن، با جهت‌ها و سیستم فیزیولوژی متفاوت، ارایه شده است. در این راستا با استفاده از مجموعه‌ای از ویژگی‌های سطح خاکستری، شکل و بافت، اطلاعات با ارزشی از محتویات تصویر استخراج می‌شود. سپس با استفاده از الگوریتم انتخاب رو به جلو و الگوریتم ژنتیک، بهینه‌سازی و کاهش ابعاد ویژگی‌های استخراج شده انجام شده است. یکی از مهم‌ترین مراحل در بازیابی تصاویر، دسته‌بندی تصاویر است، که به نوبه خود سبب کاهش زمان بازیابی تصویر می‌شود. در سیستم پیشنهادی ارایه شده در این تحقیق، از یک دسته‌بندی کننده ترکیبی کارا به منظور دسته‌بندی تصاویر استفاده شده است، این دسته‌بندی ترکیبی، ازترکیب دسته‌بندی کننده‌های ماشین بردار پشتیبان چند کلاسه و دسته‌بندی کننده شبکه عصبی، بهره گرفته است. نتایج بدست آمده نشان‌دهنده کارایی بالای سیستم پیشنهادی و دقت ۹۲.۳۲٪ است.

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمه ۲

۱-۱ مقدمه و معرفی موضوع ۲

۱-۲ بازیابی تصاویر در پایگاه داده پزشکی ۵

۱-۲-۱ مشکلات بازیابی تصاویر پزشکی ۵

۱-۲-۲ کاربردهای سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا در حالت کلی ۶

۱-۲-۳ کاربردهای پزشکی سیستم‌های بازیابی تصویر ۷

۱-۲-۳-۱ تشخیص به کمک کامپیوتر ۷

۱-۲-۳-۲ تحقیقات، آموزش و تعلیم پزشکی ۸

۱-۲-۴ تصاویر پزشکی مورد استفاده در سیستم‌های بازیابی تصاویر ۸

۱-۳ سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا ۹

۱-۳-۱ استخراج ویژگی ۱۱

۱-۳-۱-۱ سطح خاکستری ۱۲

۱-۳-۱-۲ بافت ۱۲

۱-۳-۱-۳ شکل ۱۳

۱-۳-۱-۴ موقعیت و ارتباطات مکانی ۱۳

۱-۳-۲ معیارهای شباهت و کاهش ابعاد ویژگی ۱۴

۱-۳-۳ تعامل با کاربر ۱۵

۱-۴ بیان مساله ۱۷

۱-۵ پایگاه داده ۱۸

۱-۶ ساختار پایان‌نامه ۲۰

فصل دوم : مروری بر تحقیقات گذشته ۲۳

۲-۱ مقدمه ۲۲

۲-۲ طبقه بندی و بازیابی تصاویر پزشکی با استفاده از سیستمی جدید ۲۲

۲-۲-۱ مشکلات تصاویر پزشکی در پیاده‌سازی سیستم GMM-KL ۲۶

۲-۲-۲ ویژگی‌های تصاویر ۲۶

۲-۲-۳ جایگزینی و تطبیق تصویر ۲۷

۲-۲-۳-۱ جمع کردن پیکسل‌ها در نواحی ۲۷

۲-۲-۳-۲ شباهت تصویر و تطبیق ۲۹

۲-۳ نتایج آزمایشها ۲۹

۲-۳-۱ جایگزینی تصویر ۲۹

۲-۳-۲ طبقه‌بندی تصویر با سیستم GMM-KL ۳۲

۲-۳-۳ سیستم GMM-KL برای بازیابی ۳۴

فصل سوم : تکنیک‌های موجود در سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا ۳۷

۳-۱ مقدمه ۳۷

۳-۲ ویژگی‌های محتوای تصویر ۳۷

۳-۲-۱ سطح خاکستری ۳۸

۳-۲-۲ بافت ۳۷

۳-۲-۲-۱ ویژگی‌های Tamura ۴۱

۳-۲-۲-۲ ماتریس‌های هم‌رخدادی سطح خاکستری ۴۳

۳-۲-۲-۳ ویژگی‌های فیلتر گابور ۴۴

۳-۲-۲-۴ ویژگی‌های تبدیل موجک ۴۵

۳-۲-۳ شکل ۳۷

۳-۲-۳-۱ گشتاورهای نامتغییر ۴۷
۳-۲-۳-۲ زوایای چرخش ۴۸
۳-۲-۳-۳ توصیفگرهای فوریه ۴۹
۳-۲-۳-۴ مدوربودن، میزان دوری از مرکز و راستای محور اصلی ۵۱
۳-۳ اطلاعات مکانی ۵۲
۳-۴ معیارهای شباهت و نقشه نمایه‌گذاری ۵۳
۳-۴-۱ معیارهای فاصله-شباهت ۵۳
۳-۴-۱-۱ فاصله Minkowski ۵۳
۳-۴-۱-۲ فاصله Mahalanobis ۵۴
۳-۴-۱-۳ معیار KL و معیار JD ۵۵
۳-۴-۲ نقشه نمایه‌گذاری ۵۵
۳-۵ بازخورد ربط ۵۶
۳-۶ معیارهای ارزیابی سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا ۵۸

فصل چهارم : سیستم پیشنهادی برای بازیابی تصاویر پزشکی بر اساس محتوا ۶۱

۴-۱ مقدمه ۶۱
۴-۲ استخراج ویژگی ۵۹
۴-۲-۱ توصیفگرهای فوریه ۶۲
۴-۲-۲ هیستوگرام راستای لبه ۶۳
۴-۲-۳ گشتاورهای نامتغیر ۶۳
۴-۲-۴ راستای محور اصلی، میزان کشیدگی، طول محور اصلی و فرعی ۶۴
۴-۲-۵ تبدیل موجک ۶۴
۴-۲-۶ ماتریس همرخدادی ۶۵

۴-۲-۷ ویژگی آیکن ۶۶
۴-۳ نرمال‌سازی ۶۶
۴-۴ انتخاب،بهینه‌سازی و کاهش ابعاد ویژگی ۶۷
۴-۴-۱ جایگزین کروموزوم ۶۸
۴-۴-۲ تابع برازندگی ۶۸
۴-۴-۳ عملگر ژنتیک ۶۹
۴-۴-۴ مقداردهی اولیه، معیار توقف ۷۰
۴-۵ طبقه‌بندی تصاویر ۷۰
۴-۵-۱ شبکه‌های عصبی ۷۰
۴-۵-۲ ماشین‌های بردار پشتیبان چندکلاسه ۷۳
۴-۵-۳ دسته‌بندی کننده پیشنهادی ۷۶
۴-۶ انتخاب فضای جستجو و بازیابی تصاویر ۸۳
۴-۷ بازخورد ربط ۸۴
۴-۸ نتایج آزمایشها ۸۵
۴-۹ مقایسه روش پیشنهادی با کارهای قبلی ۹۵

فصل پنجم : نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۸

۵-۱ مقدمه ۹۸
۵-۲ پیشنهاد ادامه کار ۱۰۰

مراجع ۱۰۱

مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها ۱۰۶

واژه‌نامه ۱۰۷

فصل اول :

مقدمه

۱– مقدمه

۱–۱ مقدمه و معرفی موضوع

رشد روزافزون تعداد پایگاه داده‌های با حجم بزرگ در زمینه‌های متفاوتی هم‌چون مدیریت تصاویر پزشکی، کتابخانه‌های چند رسانه‌ای، بایگانی متن، مجموعه‌های هنری، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، کاربردهای جرم‌شناسی و روزنامه‌نگاری، نیاز به سیستم‌های بازیابی تصویر را بیش از پیش مشخص می‌کند [۱]. این نیاز، به‌ویژه در کاربردهای پزشکی، به دلیل استفاده در مدیریت پایگاه داده تصاویر پزشکی، تشخیص به‌کمک کامپیوتر[1]، تحقیقات، آموزش و تعلیم پزشکی، حیاتی‌تر به نظر می‌رسد. تصاویر تولید شده در مراکز درمانی، پایگاه داده‌های بزرگی از تصاویر مختلفی هم‌چون تصاویر X-ray، CT، MRI، تصاویر پزشکی هسته‌ای، اولتراسوند، آندوسکوپی، میکروسکوپی و ... را شکل می‌دهند. هدف اصلی، مدیریت پایگاه داده‌های تصویر، بازیابی موثر تصاویر دلخواه با استفاده از تشریح محتوای تصاویر است [۵-۲].

روش‌های رایج بازیابی تصویر مطابق با نوع و طبیعت ویژگی‌های مورد استفاده در نمایه‌گذاری و بازیابی تصویر به دو دسته تقسیم می‌شوند: بازیابی بر اساس متن[2] و بازیابی بر اساس محتوا[3]. روش‌های بر اساس متن جهت بازیابی تصویر است که در این روش‌ها محتویات با استفاده از تشریح کننده‌های متنی بیان می‌شود. جستجوی تصاویر در این سیستم‌ها بر اساس متن صورت می‌گیرد، ولی استفاده از این روش‌ها محدودیت‌هایی را در بازیابی تصویر ایجاد می‌کند. بعضی ویژگی‌های موجود در تصویر مانند شکل‌های خاص

[1] **Computer-Aided Diagnosis**

[2] **Text-Based Image Retrieval**

[3] **Content-Based Image Retrieval**

و بافت‌های نامنظم، به وسیله متن قابل تشریح نیستند. علاوه بر این حاشیه‌نویسی متنی برای تمام تصاویر داخل پایگاه‌داده ، کاری وقت‌گیر است. در مقابل روش‌های بازیابی بر اساس متن، روش‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا، از ویژگی‌های بینایی تصویر همچون رنگ[۱] یا سطح خاکستری[۲]، بافت[۳]، شکل[۴] و ارتباطات مکانی[۵] اشیاء یا نواحی داخل تصویر استفاده می‌کنند. بنابراین روش‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا می‌توانند دورنمایی از بازیابی تصویر بر اساس تشریح محتویات تصویر را برای ما ترسیم نمایند [۵،۴].

در سال‌های اخیر چندین سیستم معروف نمایه‌گذاری و بازیابی تصویر بر اساس محتوا در کاربردهای عام هم‌چون QBIC [۶]، Virage [۷]، Retrievalware [۸]، Photobook [۹]، Chatbot [۱۰]، Visualseek [۱۱]، Webseek [۱۲]، Surfimage [۱۳]، MARS [۱۴]، Netra [۱۶،۱۵]، CANDID [۱۷] و در کاربردهای خاص تصاویر پزشکی هم‌چون ASSERT [۱۹،۱۸]، CasImage [۲۰،۱۹]، IRMA [۲۳،۲۲] و NHANES [۲۵،۲۴] وجود دارد که هر یک بر روی پایگاه داده‌های خاصی طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند. سیستم QBIC اولین سیستم بازیابی تصویر بر اساس محتوای تجاری است که در IBM طراحی شده است [۶]. این سیستم قابلیت جستجو بر اساس مثال، ویژگی‌های رنگ و بافت، به ترتیب بر اساس هیستوگرام رنگ و ویژگی‌های Tamura و ویژگی‌های شکل بر اساس مساحت، میزان مدور بودن، میزان دوری از مرکز، راستای محور اصلی شیی و یک مجموعه از گشتاورهای نامتغیر جبری استخراج می‌شود. از بین سیستم‌های

[1] **Color**

[2] **Gray-Level**

[3] **Texture**

[4] **Shape**

[5] **Spatial Relation**

پزشکی، سیستم IRMA جهت بازیابی تصاویر رادیولوژی در دانشگاه آخن[1] آلمان طراحی و پیاده‌سازی شده است [۲۳،۲۲]. در این سیستم فرآیند بازیابی تصاویر بر اساس سیستم تصویر برداری، جهت بدن، ناحیه آناتومیکی و سیستم بیولوژیکی مورد تصویر برداری انجام می‌شود. سیستم CasImage جهت بازیابی طیف وسیعی از تصاویر پزشکی شامل CT، MRI و رادیولوژی تا تصاویر رنگی طراحی شده است [۲۱،۲۰]. در این سیستم ویژگی‌های بافتی و رنگی محلی و کلی شامل ۱۶۶ رنگ در فضای رنگی HSV و فیلترهای گابور در ۴ جهت در سه مقیاس مختلف استخراج می‌شود. در این سیستم ترکیبی از برچسب گذاری‌های متنی و ویژگی‌های بینایی استفاده شده است. ASSERT یکی دیگر از سیستم‌های بازیابی در کاربرد پزشکی است که برای بازیابی تصاویر CT با وضوح تصویر بالا، عضو آناتومی شش، طراحی شده است [۱۹،۱۸]. در این سیستم کاربر نواحی پاتولوژی مورد نظر خود را ترسیم کرده و نواحی آناتومیکی مورد نظر خود را نشانه-گذاری می‌کند. در این سیستم ۲۵۵ ویژگی از بافت، شکل، لبه و ویژگی‌های سطح خاکستری از نواحی پاتولوژی استخراج می‌شود. سیستم NHANES جهت بازیابی تصاویر X-ray نخاع و گردن در کتابخانه ملی پزشکی آمریکا طراحی و پیاده‌سازی شده است [۲۵،۲۴]. این سیستم از ابزار ناحیه‌بندی کانتور فعال، جهت استفاده کاربر برای علامت گذاری اطراف ستون فقرات استفاده می‌کند. در فرآیند جایگزینی اطلاعات، یک فرآیند تقریب چندوجهی جهت حذف ویژگی‌های غیر مهم و کاهش تعداد ویژگی‌های به‌کار گرفته می‌شود. در این فرآیند، اطلاعات بصورت تقریب چندوجهی جایگزین شکل ستون فقرات می‌شود و سپس منحنی تقریب زده شده مربوط به ستون فقرات، جهت اندازه‌گیری شباهت، به فاصله تانژانت تبدیل می‌شود.

[1] **Aachen**

۱–۲ بازیابی تصاویر در پایگاه داده پزشکی

در این بخش مشکلات بازیابی تصاویر با روش‌های رایج بر اساس متن و همچنین مشکلاتی که در استفاده از روش‌های موجود بازیابی بر اساس محتوا در کاربردهای پزشکی وجود دارد، مورد بررسی قرار می-گیرد.

۱–۲–۱ مشکلات بازیابی تصاویر پزشکی

قبل از استفاده از سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا در پزشکی، تصاویر با متن حاشیه‌نویسی[1] می‌شدند و بدین‌وسیله با جستجوی متنی امکان بازیابی تصاویر فراهم می‌شود [۲۶]. از این طریق تصاویر با طبقه‌بندی بر اساس سیستم تصویر برداری، نواحی و جهت تصویر برداری بایگانی می‌شوند. این ساختار سسله‌مراتبی به‌آسانی به کاربر اجازه می‌دهد کل پایگاه داده را جست‌وجو کند. جست‌وجو نیز در این ساختار بازیابی، بر اساس جست‌وجوهایی بر پایه منطق بولی است. با گسترش پایگاه داده‌ها، استفاده از این روش محدودیت‌هایی را به‌همراه دارد [۵]. این محدودیت‌ها عبارتند از: ۱) حاشیه‌نویسی دستی تصاویر، کار زمان‌بر و هزینه‌بری است. با گسترش پایگاه‌داده‌ها فرآیند جست‌وجو نیز مشکل می‌شود [۲۷]. ۲) مفهومی بودن فرآیند حاشیه‌نویسی و جست‌وجو نیز مشکلی است که در بازیابی تصاویر بر اساس محتوا وجود دارد. معمولا تصاویر پزشکی شامل چندین شیی عمده هستند که اطلاعات خاصی را به‌همراه دارند. با وجود اینکه رادیولوژیست‌های مختلف ممکن است تفاسیر متفاوتی از یک ناحیه پاتولوژی دارند، قراردادن تمام این تفاسیر، اطلاعات، مفاهیم و احساسات از محتوای یک تصویر، غیرممکن است. ۳) بیان محتوای یک تصویر پزشکی با متن، کار مشکلی است. مثلا شکل‌های نامنظم ارگانیک، به آسانی به کمک متن قابل بیان نیستند.

[1] **Annotation**

در صورتی که افراد انتظار دارند تصاویر به کمک محتوای تصویر نمونه، بازیابی شوند. ۴) در بازیابی تصاویر بر اساس محتوا در حالت کلی و به‌طور خاص در بازیابی تصاویر پزشکی، مشکلی که نمود پیدا می‌کند، شکاف معنایی موجود بین ویژگی‌های بینایی مستخرج از تصویر و محتویات مفهومی آن تصویر است. یکی از راه‌حل‌هایی که برای حل این مشکل پیشنهاد می‌شود، استفاده از فرآیندی تحت عنوان بازخورد ربط است که در بخش (۱-۳-۳) جزئیات بیشتری از آن آورده می‌شود.

مشکلات فوق، انعطاف‌پذیری جستجو بر اساس متن را در بازیابی تصاویر پزشکی محدود می‌کند. جهت غلبه بر این مشکلات، سیستم خودکار بازیابی تصاویر بر اساس محتوا با تعامل انسان استفاده می‌شود [۲۸].

۱-۲-۲ کاربردهای سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا در حالت کلی

به‌طور کلی می‌توان کاربردهای سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا را بصورت زیر فهرست کرد:

تجزیه و تحلیل تصاویر پزشکی(تشخیص به کمک کامپیوتر، تحقیقات، آموزش و تعلیم پزشکی)

بایگانی متن

جست‌وجو و انتشار اینترنتی

مجموعه‌های هنری

خرید بی‌درنگ

جست‌وجوی علامت تجاری

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی

کاربردهای روزنامه‌نگاری

کاربردهای جرم‌شناسی

شناسایی عیب در سیستم‌های سنجش از دور در ماهواره‌ها و تصویربرداری‌های هوایی

شناسایی و دنبال کردن شیی در کاربردهای نظامی

تطبیق چهره برای شناسایی چهره

۱-۲-۳ کاربردهای پزشکی سیستم‌های بازیابی تصویر

علاوه بر کاربردهایی که در بالا در مورد سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا ذکر شد کاربردهای خاص پزشکی نیز وجود دارد که در ادامه کاربردهایی از این سیستم‌ها در مراکز درمانی و پزشکی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲-۳-۱ تشخیص به کمک کامپیوتر

روش تشخیص توسط کامپیوتر جهت پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های کلینیکی پیشنهاد می‌شود. روش تصمیم‌گیری بیمارستانی، روش استدلالی بر اساس مساله مورد نظر است. در این روش با جست‌وجوی موارد حل شده مشابه قبلی، سعی در شناسایی راه‌حل مورد مذکور دارد. در این روش نیاز جدی به جستجوی تصاویر پزشکی موجود در پایگاه داده با نواحی پاتولوژی مشابه، مطالعه و بررسی تاریخچه موارد مشابه وجود دارد تا بتوان بهترین تصمیم را در مورد روند درمان بیماری اتخاذ کرد [۳۱-۲۹].

۱-۲-۳-۲ تحقیقات، آموزش و تعلیم پزشکی

فن‌آوری سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا برای هر کاربردی که نیاز به پیدا کردن یا جمع‌آوری تصاویر با محتوای مشابه دارد، سودمند است. در تحقیقات پزشکی، محققان نیاز دارند که تصاویری با نواحی پاتولوژی مشابه پیدا کنند. در آموزش پزشکی، نیاز است که تصاویر پزشکی با ویژگی‌های پاتولوژی خاصی که نشان دهنده بیماری ویژه‌ای است، بازیابی شود. علاوه بر این، از سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا می‌توان برای جمع‌آوری تصاویر کتاب‌ها، گزارش‌ها و اطلس‌ها بهره جست.

۱-۲-۴ تصاویر پزشکی مورد استفاده در سیستم‌های بازیابی تصاویر

بسیاری از مقالات عمومی(غیر پزشکی) که در زمینه بازیابی تصویر نوشته شده‌اند از جمله [۳۲]، بیان می‌کنند که حوزه تصاویر پزشکی آنقدر خاص و ویژه است که سیستم‌های بازیابی تصاویر عمومی در این کاربرد قابل استفاده نیستند و نیاز به طراحی سیستم‌های بازیابی تصویر با کاربرد خاص پزشکی احساس می‌شود.

اکثر کارهایی که در زمینه پزشکی انجام شده است، در مورد بازیابی تصاویر رادیولوژی است [۳۴-۳۳]. در این زمینه چندین کار در مورد تصاویر ماموگرافی صورت گرفته است [۳۸-۳۵]. زمینه فعال دیگر از این دسته طبقه‌بندی تصاویر CT رزولوشن بالا(HRCT) مربوط به ریه‌ها است که در پروژه ASSERT [۱۹-۱۸] انجام شده است. هم‌چنین در این زمینه، مطالعاتی در مورد تاثیر استفاده از سیستم بازیابی تصویر بر کیفیت تشخیص بیماری صورت گرفته است [۳۹]. نتایج این تحقیق، بهبود قابل توجه کیفیت تشخیص با

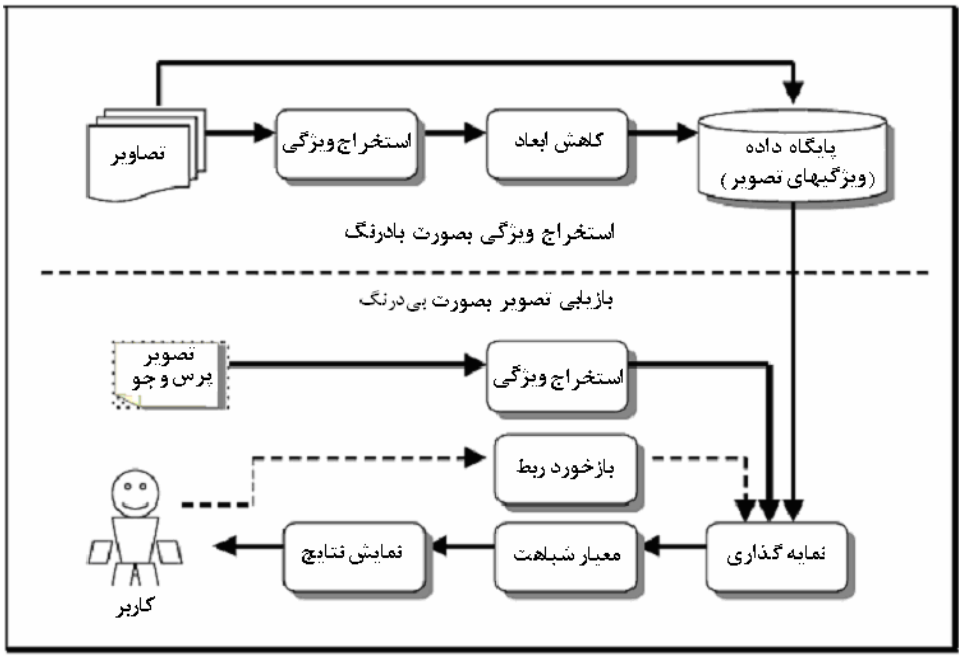
استفاده از سیستم بازیابی تصاویر اشعه ایکس[1] جهت پیدا کردن موارد مشابه را نشان می‌دهد. پروژه‌های مشابهی نیز در مورد تصاویر HRCT شش [۴۰]، تصاویر اشعه ایکس ستون فقرات [۴۱،۴۰،۲۴] و تصاویر اشعه ایکس دندان تشریح شده است. در [۴۲] از تصاویر مغز برای طبقه‌بندی آسیب‌های مغزی استفاده شده است. در [۳۶] روشی برای جستجوی تومورهای بیماران به وسیله ویژگی‌های شکل‌های آن‌ها(بعد از ناحیه-بندی) ارایه شده است.

علاوه بر کارهایی که در بالا به آن اشاره شد، کارهایی نیز در زمینه‌های غیر از تصاویر رادیولوژی و CT صورت گرفته است. از این دسته کارها می‌توان به طبقه‌بندی تصاویر پوست [۴۵-۴۳]، نمونه‌های Cytological [۴۶]، تصاویر پاتولوژی [۴۷]، تصاویر پاتولوژی بافت [۴۸]،تصاویر بافت [۵۱-۴۹]، تصاویر قلب [۵۲]، تصاویر MRI قلب [۵۳]، تصاویر اولتراسوند [۵۴] و تصاویر مختلف اولتراسوند [۵۵] اشاره کرد.

۱-۳ سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا

سیستم بازیابی از دو قسمت استخراج ویژگی با درنگ و بازیابی بدون درنگ تشکیل شده است. سیستم ادراکی از سیستم بازیابی تصاویر بر اساس محتوا در شکل۱-۱ نشان داده شده است.

[1] **X-ray**



شکل ۱-۱: سیستم ادراکی سیستم بازیابی تصویر بر اساس محتوا.

در قسمت استخراج ویژگی بادرنگ، محتوای تصاویر در پایگاه داده با کمک ویژگی‌های بینایی استخراج می‌شود و با یک بردار ویژگی چند بعدی جایگزین می‌شود. بردارهای ویژگی تصاویر، پایگاه داده ویژگی‌ها را شکل می‌دهند. در قسمت بازیابی بی‌درنگ، کاربر یک تصویر را به سیستم ارایه می‌کند تا سیستم تصاویر مشابه تصویر مورد جستجو را بازیابی کند. سیستم نیز تصویر مورد جستجو را با یک بردار ویژگی جایگزین می‌کند. فواصل(شباهت‌ها) بین بردارهای ویژگی تصویر مورد جستجو و بردارهای ویژگی موجود در پایگاه داده ویژگی، محاسبه شده و بر اساس این فواصل، تصاویر داخل پایگاه داده رتبه‌بندی می‌شوند. درنهایت سیستم مشابه‌ترین تصاویر با تصویر مورد جستجو را برای کاربر نمایش می‌دهد. اگر کاربر از نتیجه بازیابی راضی نباشد، کاربر می‌تواند با استفاده از روش بازخورد ربط، تصاویر مورد دلخواه خود را با آموزش سیستم طبق نظریات و سلیقه‌های خود بدست آورد. در ادامه جزئیات بیش‌تری از هر یک از قسمت‌های این سیستم ارایه می‌شود.