بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا با استفاده از ویژگی‌های سطح پایین تصویر

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- هوش مصنوعی

نعیمه السادات منصوری تفت

استاد راهنما

دکتر شادرخ سماوی

۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کامپیوتر – هوش مصنوعی

خانم نعیمه السادات منصوری تفت

تحت عنوان

بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا با استفاده از ویژگی‌های سطح پایین تصویر

در تاریخ ۹۲/۶/۲۷ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر شادرخ سماوی
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر نادر کریمی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر مسعود عمومی

پروردگارا، مهربانی‌ات را سپاس که چنان از گنجینه‌ی بیکرانت نثارم نمودی، که مرا یارای آن باشد که جرعه‌ای از بیکرانه‌ی دانش بنوشم و کوچک گامی در راه پژوهش بردارم. قدردان تمام لحظاتی هستم که گرمی مهرت را چشیدم و تمام آن لحظاتی که تو بودی و مرا قدر درک مهربانیت نبود.

به پدر و مادر مهربان و عزیزم، فقط قدری سکوت هدیه میکنم. سکوتی که سرشار از سخنان ناگفته است از سپاس، سپاس، و باز هم سپاس. باشد که مرهمی باشد بر هر آنچه در این راه به جان چشیدند. دیگر اینکه تمام ترانه‌های زندگیم قدردان برادر مهربان و خواهران عزیزم خواهد بود، آنان که همراهان همیشگی و پشتوانه های زندگیم هستند.

نگاهی از جنس سپاس نثار استاد عزیزم جناب آقای دکتر سماوی که راهنمایی‌های ارزنده و همراهی پدرانه‌شان همواره زینت تلاش‌هایم بود. بی‌شک افتخار شاگردی ایشان از بزرگترین مواهبی است که در این راه نثار ایجانب شده است.

سپاسی دیگر نثار جناب آقای دکتر کریمی که وقت ارزشمند خود را از ایجانب دریغ نفرمودند و مهربانانه راهنمایی‌هاشان را نثارم فرمودند.

از جناب آقایان دکتر امیرقاحی و دکتر نظری که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل کرده‌اند بی نهایت سپاسگزارم.

در پایان از دوستانم در آزمایشگاه سخت افزار، به ویژه خانم مهندس پروین رزاقی و همه دوستانم در خوابگاه که لحظاتم بی‌وجودشان رنگی نداشت، صمیمانه سپاسگزارم و برای تمامی آن‌ها آرزوی موفقیت و سربلندی می‌کنم.

نعیمه السادات منصوری تفت

مهرماه ۱۳۹۲

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به :

پدر و مادر مهربان و عزیزم

به پاس زحمات بی دریغ

و

گرمای امید بخش وجودشان

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت
چکیده ۱
۱-۱ شرح مسئله .....
۱-۲ روش حل مسئله ۶
۱-۳ ساختار پایان نامه ۷
۲-۱ رنگ ۱۰
۲-۱-۱ فضای رنگ ۱۰
۲-۱-۲ توصیفگرهای رنگ ۱۷
۲-۲ بافت ۲۱
۲-۲-۱ روش های آماری ۲۲
۲-۲-۲ روش های سیگنالی ۲۶
۲-۲-۳ ترکیب روش های آماری و هندسی ۲۸
۲-۳ تبدیل مستقل از مقیاس ویژگی ۳۱
۲-۳-۱ تشخیص نقاط کلیدی ۳۲
۲-۳-۲ توصیفگر ۳۴
۲-۴ جمع بندی ۳۴
۳-۱ سیستم های تجاری ۳۷
۳-۲ سیستم های بازیابی تصویر بدون بازخورد ۳۸
۳-۳ سیستم های بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد ۴۹
۳-۴ جمع بندی ۵۴
۴-۱ سیستم پیشنهادی اول برای بازیابی تصویر بدون بازخورد ۵۶
۴-۱-۱ آشکارگر تبدیل مستقل از مقیاس ویژگی ۵۶
۴-۱-۲ توصیفگر تبدیل مستقل از مقیاس ویژگی ۵۶
۴-۱-۳ توصیفگر رنگ ۵۷
۴-۱-۴ تکنیک کیف کلمات ۵۷
۴-۱-۵ انتساب نرم ۶۱
۴-۱-۶ الگوریتم ژنتیک ۶۳
۴-۱-۷ پایگاه داده و بررسی کارایی ۶۵
۴-۱-۸ کیف کلمات مکانی ۷۰
۴-۲ سیستم پیشنهادی دوم برای بازیابی تصویر بدون بازخورد ۷۲
۴-۲-۱ توصیفگر تبدیل مستقل از مقیاس ویژگی ۷۲

۴-۲-۲ توصیفگر رنگ ۷۳
۴-۲-۳ الگوی دو دویی محلی ۷۳
۴-۲-۴ الگوی دودویی گابور ۷۳
۴-۲-۵ کیف کلمات ۷۴
۴-۳ سیستم پیشنهادی برای بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد ۸۷
۴-۴ جمع بندی ۸۹
۵-۱ نتیجه گیری ۹۲
۵-۲ پیشنهادها ۹۴
مراجع ۱۰۴

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- شمای کلی سیستم بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا ۵
شکل ۲-۱- فضای رنگ RGB [۲] ۱۰
شکل ۲-۲- فضای رنگ HSV [۴] ۱۲
شکل ۲-۳- نمایش رنگ ها در فضای رنگ RGB و HSV [۵] ۱۳
شکل ۲-۴- فضای رنگ YCbCr [۴] ۱۴
شکل ۲-۵- فضای رنگ CIE LAB [۶] ۱۶
شکل ۲-۶- اسکن کردن زیگزاگی [۱۱] ۲۱
شکل ۲-۷- ماتریس همرخداد سطح خاکستری ۲۳
شکل ۲-۸ - فیلترهای استفاده شده برای محاسبه ی جهت دار بودن ۲۵
شکل ۲-۹ - فیلتر گابور با ۶ جهت و ۴ مقیاس [۱۶] ۲۸
شکل ۲-۱۰ - الگوی دودویی محلی با شعاعهای متفاوت [۱۷] ۲۹
شکل ۲-۱۱ - محاسبه ی الگوی دودویی محلی ۳۰
شکل ۲-۱۲- فضای مقیاس [۱۹] ۳۳
شکل ۲-۱۳- انتخاب نقاط اکسترمم [۱۹] ۳۳
شکل ۲-۱۴– توصیفگر مستقل از مقیاس ویژگی برای ناحیه ی ۸ × ۸ [۱۹] ۳۴
شکل ۳-۱- نحوه ی مقایسه تصاویر در مرجع [۲۲] ۳۹
شکل ۳-۲ - الگوهای Motif [۳۴] ۴۶
شکل ۳-۳-شمای کلی سیستم بازیابی تصویرمبتنی بر بازخورد ۵۰
شکل ۳-۴- مشکل ماشین بردار پشتیبان دو کلاسه [۴۶] ۵۲
شکل ۴-۱- مدل کیف کلمات بصری [۵۰] ۵۹
شکل ۴-۲– فضای ویژگی ها [۳۸] ۶۱
شکل ۴-۳– شمای کلی سیستم پیشنهادی بدون بازخورد ۶۲
شکل ۴-۴– نمونه ای از تصاویر پایگاه داده Wang [۳۵] ۶۷
شکل ۴-۵– دخیل کردن اطلاعات مکانی در کیف کلمات [۵۴] ۷۱
شکل ۴-۶– نحوه ی بلاک بندی برای کیف کلمات مکانی ۷۱
شکل ۴-۷– دسته ی آفریقا ۷۹
شکل ۴-۸– دسته ی دریا ۸۰
شکل ۴-۹– دسته ی ساختمان ۸۱
شکل ۴-۱۰– دسته ی اتوبوس ۸۲
شکل ۴-۱۱– دسته ی دایناسور ۸۲

شکل۴-۱۲- دسته ی فیل ۸۳
شکل۴-۱۳- دسته ی گل ۸٤
شکل۴-۱۴- دسته ی اسب ۸۵
شکل۴-۱۵- دسته ی کوهستان ۸۵
شکل۴-۱۶- دسته ی غذا ۸٦

چکیده

با پیشرفت تکنولوژی و استفاده روز افزون از اینترنت، جستجوی تصویر و بازیابی آن اهمیت ویژه‌ای یافته است . یکی از تکنیک‌های بازیابی تصویر، بازیابی مبتنی بر محتوای تصویر است. در این نوع بازیابی سعی می‌شود که به جای استفاده از کلمات کلیدی و حاشیه نویسی دستی از محتوای خود تصویر برای جستجو و بازیابی استفاده شود. در این گونه سیستم‌ها نیاز به راهکارهایی برای استخراج ویژگی‌ها از تصویر و توصیف تصویر توسط آن‌ها است زیرا اکثر پیکسل‌های تصویر حاوی اطلاعات مفیدی نیستند . از مهم‌ترین ویژگی‌های سطح پایین که برای توصیف تصویر استفاه می‌شود ویژگی‌های رنگ و بافت می‌باشند. برای استخراج این ویژگی‌ها توصیفگرهای متعددی پیشنهاد شده‌اند که هر یک به نحوی سعی در استخراج ویژگی مدنظر دارند. بعد از استخراج ویژگی‌ها از تصاویر و توصیف آن‌ها، میزان شباهت هر تصویر با تصویر پرس‌وجو محاسبه می‌گردد. سپس تصاویر بر اساس این معیار مرتب شده و به کاربر نشان داده می‌شوند. مشکل این‌گونه سیستم‌های بازیابی تصویر که سیستم‌های بازیابی تصویر بدون بازخورد نامیده می‌شوند این است که بین آنچه مد نظر کاربر است و تصاویر استخراج شده توسط توصیفگرهای ویژگی سطح پایین، فاصله‌ی معنایی وجود دارد. برای رفع این مشکل سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد ارائه شده‌اند. در این سیستم‌ها، بعد از مشاهده‌ی نتیجه‌ی بازیابی در صورتی که کاربر راضی نشده باشد از وی خواسته می‌شود که تصاویر بازیابی شده را بر اساس مرتبط بودن یا نبودنش با تصویر مد نظرش برچسب گذاری کند. در ادامه از این تصاویر به نحوی برای بهبود عملکرد استفاده می‌شود. در این پایان نامه سیستم‌های بازیابی تصویر بدون بازخورد و مبتنی بر بازخورد پیشنهاد شده‌اند. برای ساخت توصیفگرهای تصویر از مدل کیف کلمات بصری استفاده شده است. مدل کیف کلمات بصری مشکلاتی دارد که برای رفع این مشکلات از انتساب نرم و کیف کلمات مکانی استفاده شده است. در ادامه به منظور تخصیص وزن مناسب به هر ویژگی و انتخاب ترکیب مناسب ویژگی‌ها به ترتیب از الگوریتم ژنتیک و انتخاب ویژگی پیش رو بهره گرفته شده است. برای سیستم بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد نیز، به منظور دخیل کردن بازخورد کاربر یک روش وزن‌دهی برای هر مولفه‌های ویژگی ارائه شده است. نتایج حاصل از پیاده سازی‌ها بیانگر دقت خوب روش‌های پیشنهادی است.

کلمات کلیدی: ۱-بازیابی مبتنی بر محتوای تصویر ۲-کیف کلمات بصری ۳-توصیفگر مستقل از مقیاس ویژگی ۴- توصیفگر رنگ

فصل اول
مقدمه

امروزه همزمان با پیشرفت فناوری و توسعه‌ی شبکه‌های کامپیوتری، پایگاه داده‌های تصویری به سرعت گسترش یافته‌اند. جستجوی بهینه‌ی تصویر و بازیابی سریع آن اهمیت ویژه‌ای دارد. بازیابی تصویر، حوزه‌ی پژوهشی مهمی است که بسیاری از محققین در سال‌های اخیر به آن توجه کرده‌اند. به منظور بازیابی تصاویر دو رویکرد اساسی وجود دارد:

۱- بازیابی تصویر مبتنی بر متن[۱]

۲- بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا[۲]

روش بازیابی تصویر مبتنی بر متن در اوایل دهه ۱۹۷۰ مطرح شد. در این سیستم‌ها، بازیابی تصاویر بدون توجه به ویژگی‌های دیداری آن‌ها و تنها براساس حاشیه نویسی[۳] انجام شده از قبل، صورت می‌گیرد. برای استفاده از این سیستم ابتدا باید کلمات مناسب برای توصیف هر تصویر استخراج شده و در پایگاه داده به عنوان کلمات کلیدی[۴] آن تصویر ذخیره گردد. این کار توسط اپراتور به صورت دستی صورت می‌گیرد. در مرحله‌ی جستجو

---

[۱] Text-based Imag Retrieval

[۲] Content-based Image Retrieval(CBIR)

[۳] Annotation

[۴] keyword

کاربر با استفاده از کلماتی که توصیفگر تصویر مورد نظرشان است ، پایگاه داده تصویر را جستجو می‌کند. برخلاف رایج بودن و آسانی این روش، این سیستم‌ها با مشکلاتی مواجه هستند: اول این که حاشیه‌نویسی تصاویر به صورت دستی بسیار وقت گیر و پرهزینه است و دیگر این‌که انتخاب کلمات کلیدی برای حاشیه‌نویسی و همچنین جستجو به دید کاربر وابسته است یعنی مفاهیم موجود در یک تصویر از دید کاربران متفاوت یکسان نیستند. بنابراین پرس‌وجوهای مبتنی بر متن به میزان کافی کامل و گویا نمی‌باشند. درابتدای دهه‌ی ۹۰، با پیشرفت وسایل تصویربرداری دیجیتال حجم تصاویر تولید شده در زمینه‌های مختلف آموزشی، پزشکی، صنعت و ...افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت و دیگر روش‌های بازیابی مبتنی بر متن به دلیل نارسایی های ذکر شده و غیرممکن بودن حاشیه نویسی دستی پاسخگو نبود. در همین سال‌ها بود که سیستم‌های بازیابی مبتنی بر محتوا مطرح شدند. سیستم-های بازیابی مبتنی بر محتوا، راهکار مکمل و روشی جایگزین برای سیستم‌های بازیابی مبتنی بر متن هستند که می-توانند دقت جستجو را افزایش دهند. در روش بازیابی مبتنی بر محتوا، از محتوای معنایی تصویر به جای کلمات کلیدی و توصیفات متنی مربوط به تصویر استفاده می‌شود. در بازیابی مبتنی بر محتوا، فرآیند بازیابی براساس ویژگی‌های بصری سطح پایین مانند رنگ، بافت و شکل انجام می‌شود. در این روش ابتدا ویژگی‌های سطح پایین[۱] برای هر تصویر استخراج شده و سپس تصویر توسط آن‌ها توصیف می‌گردد. در این سیستم‌ها بازیابی تصاویر با توجه به بردارهای ویژگی استخراج شده انجام می‌گیرد. مهم ترین مزیت این روش نسبت به روش بازیابی مبتنی بر متن، قابلیت استخراج بردارهای ویژگی تصاویر به صورت خودکار و عدم وابستگی آن به نظر کاربر است [۱] .

سیستم های بازیابی مبتنی بر محتوا با توجه به روش های مختلف جستجوی کاربر به چندین دسته تقسیم می‌شوند:

۱- جستجو به کمک مثال[۲]: سیستم بازیابی، یک تصویر نمونه (تامین شده توسط کاربر یا انتخاب شده از یک مجموعه تصادفی) را به عنوان ورودی دریافت کرده و سیستم بازیابی، تصاویر شبیه آن را می‌یابد.

۲- جستجو به کمک طرح[۳]: کاربر شمای اولیه‌ای از تصویر مورد نظر خود را رسم کرده و سیستم بازیابی تصاویر با طرح بندی مشابه آن می‌یابد.

۳- روش‌های دیگر: مشخص کردن یک ناحیه از تصویر به عنوان ورودی و یا مشخص کردن خصوصیات تصویر موردنظر

---

[۱] Low-level Features

[۲] Query by Example(QBE)

[۳] Query by Sketch

بازیابی تصویر در زمینه‌های مختلف مانند: پزشکی، معماری، استفاده شخصی و پیشگیری از وقوع جرم کاربرد فراوان دارد. برای مثال در هنگام وقوع یک جرم سعی می‌شود مدارک پیدا شده از صحنه‌ی جرم مانند اثر انگشت با یک آرشیو از اثرهای انگشت ثبت شده‌ی قبلی مقایسه شود. در واقع هدف در این مواقع یافتن هویت است. امروزه نرم افزارهای تشخیص اثر انگشت به طور تجاری روانه بازار شده اند و به طور گسترده در بسیاری از مراکز پلیس استفاده می‌گردند. همچنین سیستم‌های تشخیص چهره نیز برای کارهای پیشگیری از وقوع جرم و شناسایی متهم کاربرد فراوان دارد. در ارتش از بازیابی تصویر برای شناسایی هواپیمای دشمن بر روی صفحه‌ی رادار و تشخیص هدف از روی تصاویر ماهواره‌ای استفاده می‌گردد. یکی دیگر از کاربردهای بازیابی تصویر در حوزه‌ی معماری و طراحی، یافتن بناهای شبیه به تصویر و یا طرح پرس‌وجو با استفاده از طرح اولیه و عکس یک بنا است. در زمینه‌ی طراحی مد و لباس، از بازیابی تصویر برای یافتن پارچه و طرح‌هایی با ترکیب رنگ و بافت مشابه تصویر پرس‌وجو استفاده می‌شود. از دیگر زمینه‌های کاربرد آن، حوزه‌ی پزشکی است که در این حوزه نیاز به یک سیستم مدرن و اتوماتیک، برای تشخیص بیماری‌ها وجود دارد. در زمینه‌ی پزشکی از سیستم‌های بازیابی تصویر برای تشخیص بیماری فرد مراجعه کننده استفاده می‌شود. پایگاه داده تصاویر این سیستم‌ها شامل تصاویر رادیولوژی، سونوگرافی، ماموگرافی، توموگرافی کامپیوتری و ... است. همچنین سیستم‌های بازیابی تصویر در جستجوی تصاویر از طریق اینترنت برای یافتن تصاویر مشابه و دسترسی به اطلاعات از این طریق کاربرد فراوان دارد. بازیابی تصویر در زمینه‌ی میراث فرهنگی، تصاویر جغرافیایی و تبلیغات و... نیز استفاده می‌شود.

سیستم های بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا به دو دسته‌ی کلی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- سیستم‌های بازیابی تصویر بدون بازخورد

۲- سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد[۱]

در سیستم‌های بازیابی تصویر بدون بازخورد فقط از ویژگی‌های استخراج شده از تصاویر استفاده می‌شود و کاربر به جز در انتخاب تصویر پرس‌وجو نقش دیگری ندارد.

مشکل این سیستم‌ها وجود فاصله‌ی معنایی[۲] بین ویژگی‌های سطح پایین استفاده شده با نظر کاربر است. یکی از روش‌های پیشنهاد شده برای حل این مشکل، سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد است. در این سیستم‌ها سعی شده که نظر کاربر در مراحل جستجو دخیل شود.

---

[۱] Content-based Image Retrieval using Relevance Feedback

[۲] Semantic Gap

۱-۱ شرح مسئله

هدف سیستم‌های بازیابی تصویریافتن تصاویر مشابه با تصویر پرس‌وجو است. تمامی سیستم‌های بازیابی تصویر از دو بخش کلی زیر تشکیل شده اند:

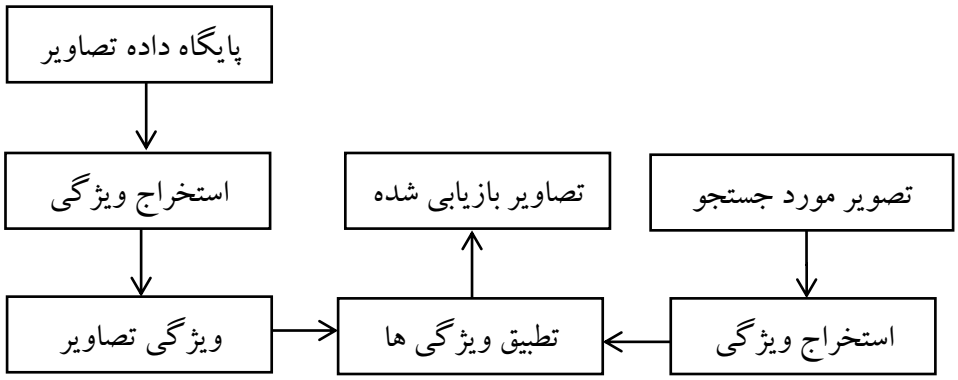
۱- استخراج ویژگی برای تصاویر موجود در پایگاه داده

۲- بخش بازیابی برای تصویر مورد جستجو

در سیستم های بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا ابتدا از تمامی تصاویر موجود در پایگاه داده، ویژگی‌هایی مانند رنگ، بافت و شکل استخراج می‌شوند در ادامه ویژگی‌های استخراج شده از تمامی تصویر در یک پایگاه داده ذخیره می‌گردند.

در بخش بازیابی، کاربر تصویر پرس‌وجوی خود را به عنوان ورودی به سیستم می‌دهد سپس عملیات صورت گرفته برای تصاویر موجود در پایگاه داده برای این تصویر تکرار می‌گردد و ویژگی‌های مورد نظر استخراج می‌شوند. سپس با استفاده از معیارهای شباهت، میزان شباهت بردار ویژگی تصویر پرس‌وجو با بردارهای ویژگی تصاویر موجود در پایگاه محاسبه می‌شود. در ادامه تصاویر براساس میزان شباهت با تصویر پرس‌و جو مرتب شده و به عنوان نتیجه به کاربر نشان داده می‌شوند.

تفاوت اصلی سیستم های بازیابی تصویر در ویژگی های استفاده شده و معیار شباهت برای مقایسه بردارهای ویژگی است. شمای کلی یک سیستم بازیابی تصویر در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- شمای کلی سیستم بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا

در سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد که برای حل مشکل فاصله‌ی معنایی بین نظر کاربر و ویژگی‌های سطح پایین مطرح شده است سعی می‌شود پرس وجوی دلخواه کاربر مدل شود و با تنظیم ضریب ویژگی‌ها و یا یادگیری صورت گرفته، کاربر به تصاویر دلخواهش برسد. مرحله‌ی اول جستجو در سیستم‌های

بازیابی مبتنی بر بازخورد مانند سیستم‌های بدون بازخورد می‌باشد یعنی یک مجموعه از تصاویر اولیه به عنوان نتیجه‌ی جستجو به کاربر نشان داده می‌شود سپس از کاربر خواسته می‌شود تا تصاویری که از نظر خودش به تصویر پرس‌وجو شبیه‌تر هستند را مشخص کند. بنابراین بعد از نظر کاربر یک سری تصویر برچسب‌گذاری شده ایجاد خواهند شد که نشان‌دهنده‌ی مرتبط یا نامرتبط بودن آن تصویر با تصویر پرس‌وجو است.

در مرحله‌ی بعد سعی می‌شود از تصاویر برچسب‌گذاری شده، به گونه‌ای استفاده شود که دقت بازیابی در مراحل بعد افزایش یابد. گرفتن بازخورد از کاربر و اصلاح نتیجه تا زمانی که کاربر به نتیجه دلخواهش نرسیده و تمایل به تکرار دارد انجام می‌گیرد.

۱-۲ روش حل مسئله

هدف از این پایان نامه ارائه‌ی روش‌هایی برای بازیابی تصاویر در سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا است. سیستم طراحی شده باید دقت خوبی در عملیات بازیابی داشته باشد. در این سیستم‌ها از ویژگی‌های سطح پایین مانند رنگ و بافت استفاده می‌شود. ویژگی‌های استفاده شده به منظور توصیف تصاویر باید بتوانند به خوبی اطلاعات موجود در تصویر را استخراج کرده و نمایش دهند. در این سیستم از ویژگی‌های سطح پایین مانند رنگ و بافت استفاده شده است. همچنین برای توصیف هر تصویر توسط ویژگی‌های استخراج شده از تکنیک کیف کلمات بصری بهره گرفته شده است. این تکنیک یکی از روش‌های موفق در توصیف تصویر است اما در این تکنیک مشکلاتی و معایبی وجود دارد که تلاش شده تا حدودی این معایب برطرف شوند.

همچنین با توجه به عدم اهمیت یکسان ویژگی‌های استفاده شده در توصیف تصاویر و به منظور افزایش دقت سیستم پیشنهادی از الگوریتم ژنتیک برای یافتن وزن بهینه استفاده شده است. به منظور یافتن مجموعه‌ی بهینه از ویژگی‌ها از الگوریتم انتخاب پیش رو بهره گرفته شده است.

در ادامه برای رفع مشکل فاصله‌ی معنایی موجود بین ویژگی‌های سطح پایین با ذهنیت کاربر یک سیستم بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد ارائه شده است. در سیستم بازیابی مبتنی بر بازخورد از نظر کاربر برای بهبود کارایی استفاده می‌شود. در این سیستم یک تابع برای وزن‌دهی مولفه‌ی ویژگی‌ها با توجه به بازخورد دریافتی از کاربر طراحی شده است. با توجه به ماهیت محاوره‌ای این گونه سیستم‌ها تلاش شده که روش ارائه شده پیچیدگی کم و سرعت بالایی داشته باشد.

روش کار بدین صورت است که ابتدا یک سری ویژگی از تصاویر استخراج می‌شوند و به عنوان توصیفگر تصویر ذخیره می‌شوند. در مرحله‌ی جستجو و بازیابی سعی می‌شود شبیه‌ترین تصاویری با تصویر پرس‌وجو یافته شده و به عنوان نتیجه به کاربر نشان داده شود.

در سیستم‌های بازیابی مبتنی بر بازخورد بعد از ارائه‌ی تصاویر به کاربر ، از کاربر خواسته می‌شود تا تصاویر را با توجه به مرتبط بودن یا نبودن با تصویر پرس‌وجو برچسب‌گذاری کند. در ادامه از نظر کاربر به گونه‌ای استفاده می‌شود که دقت سیستم افزایش یابد.

۱-۳ ساختار پایان نامه

در ادامه‌ی پایان نامه، در فصل دوم به معرفی ویژگی‌های استفاده شده در اکثر سیستم‌های بازیابی تصویر پرداخته شده است. ویژگی‌های رنگ و بافت دو دسته از ویژگی‌های رایج استفاده شده در سیستم‌های بازیابی تصویر به منظور توصیف تصاویر هستند. برای استخراج این ویژگی‌ها روش‌ها و توصیفگرهای متفاوتی پیشنهاد شده است که هرکدام مزایا و معایب خود را دارند. در این فصل توصیفگرهای متفاوت و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها به طور مفصل توضیح داده شده است.

در فصل سوم، سیستم‌های گوناگون بازیابی تصویر بررسی شده‌اند. ابتدا تعدادی از سیستم‌های بازیابی تصویر تجاری شده معرفی شده‌اند. سپس در ادامه با توجه به تقسیم بندی سیستم‌های بازیابی تصویر به دو دسته‌ی کلی سیستم‌های بازیابی تصویر بدون بازخورد و سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد، برخی از کارهای انجام شده در هر دو دسته مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته‌اند. در سیستم‌های بازیابی تصویر بدون بازخورد ویژگی‌های استفاده شده و نحوه‌ی ترکیب آن‌ها بیان شده است. در سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر بازخورد، علاوه بر موارد قبلی، اطلاعاتی در مورد نحوه‌ی استفاده از بازخورد کاربر نیز ارائه گشته است.

در فصل چهارم روش‌های پیشنهادی مطرح گردیده اند. برای هر دو دسته‌ی سیستم‌های بازیابی تصویر سیستم‌هایی ارائه شده است. سیستم‌های ارائه شده بر مبنای مدل کیف کلمات بصری ایجاد شده‌اند. در ادامه با توجه به محدودیت‌ها و مشکلاتی که کیف کلمات بصری دارد روش‌هایی برای حل آن‌ها استفاده شده است. همچنین از الگوریتم ژنتیک برای یافتن وزن بهینه برای هر ویژگی بهره گرفته شده است. برای انتخاب موثر ویژگی‌ها از روش انتخاب پیش رو[۱] استفاده شده است. در ادامه نتایج حاصل از پیاده سازی در هر مرحله با کارهای قبلی مقایسه شده

[۱] Forward Selection

است. در بخش بعدی این فصل سیستم پیشنهادی مبتنی بر بازخورد ارائه شده است. در این سیستم سعی شده است که از بازخورد کاربر به نحو مناسبی استفاده شود تا دقت سیستم افزایش یابد.

در فصل پنجم جمع‌بندی کلی مطالب بیان شده و پیشنهادهایی به منظور بهبود کار ارائه شده است.

فصل دوم
توصیف تصویر توسط ویژگی‌ها

در کامپیوتر تصاویر به صورت مجموعه‌ای از پیکسل ها نمایش داده می‌شوند. اکثر پیکسل‌های تصویر حاوی اطلاعات مفیدی نیستند که بتوانند در امر بازیابی تصویر تاثیر گذار باشند بنابراین ، پیش از شروع کار بازیابی، ابتدا باید یک سری ویژگی از تصاویر استخراج شود که بتوان تصویر را با توجه به آن‌ها توصیف کرد. یک توصیفگر خوب باید نسبت به تغییرات تصادفی ایجاد شده در تصویر مانند نویز، تغییرات سطح روشنایی و ... غیر حساس باشد. توصیفگرهای تصویر می‌توانند به صورت سراسری یا محلی باشند. توصیفگرهای سراسری از کل تصویر ویژگی-هایی را استخراج می‌کنند در حالی که در توصیفگرهای محلی ابتدا تصویر به یک تعداد ناحیه یا بلاک تقسیم‌بندی شده سپس از هر کدام از این ناحیه‌ها به طور مجزا ویژگی‌هایی استخراج می‌شود. در این توصیفگرها اطلاعات هر بلاک به صورت محلی استخراج می‌گردد. رنگ و بافت از متداول‌ترین ویژگی‌های سطح پایین استفاده شده به منظور توصیف تصویر می‌باشند. برای استخراج این ویژگی‌ها، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که هرکدام از روش‌ها بخشی از ویژگی‌های بیان کننده‌ی محتوای تصویر را مشخص می‌کنند. در ادامه این فصل روش‌های مختلف استخراج این ویژگی‌ها بیان شده‌اند.

۲-۱ رنگ

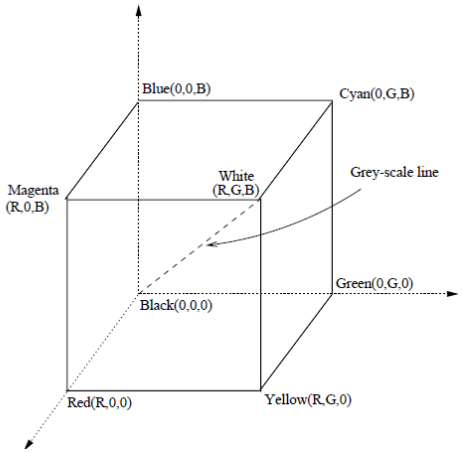
ویژگی رنگ، یکی از متداول ترین ویژگی‌های استفاده شده برای توصیف تصویر می باشد. رنگ یک ویژگی ادراکی بصری است که در سیستم بینایی انسان با آبی، قرمز، سبز و ... دریافت می‌شود. هر پیکسل تصویر یک نقطه در فضای سه بعدی رنگ را نشان می‌دهد. در ادامه در مورد فضاهای رنگ و ویژگی‌های استفاده شده برای توصیف تصاویر توضیحات مفصلی داده شده است.

۲-۱-۱ فضای رنگ

فضای رنگ یک توصیف ریاضی است که رنگ‌ها را با مولفه‌های سه تایی یا چهار تایی نشان می‌دهد. فضاهای رنگی متفاوتی وجود دارند که هر یک خاصیت خود را دارا هستند. اصولا مطلوب است که فضای رنگ کامل و دارای خاصیت یکنواختی باشد. خاصیت یکنواختی ادراکی یعنی دو رنگ که در فضای فاصله یکسان هستند از لحاظ سیستم بینایی نیز یکسان دیده شوند. منظور از کامل بودن هم این است که تمامی رنگ‌ها در آن فضای رنگی قابل نمایش باشند. از جمله فضاهای رنگی می‌توان به فضاهای رنگRGB ، HSV، YCbCr، LAB اشاره کرد. در ادامه این به بررسی فضاهای رنگ پرداخته شده است.

فضای رنگ RGB

از رایج‌ترین فضاهای رنگی، فضای رنگیRGB است. بیشتر تصاویر در این فضای رنگ توصیف می‌شوند. این فضای رنگ دارای ۳ مولفهR، G و B است. برای نمایش اطلاعات هر مولفه رنگ این فضا از ۸ بیت استفاده می‌شود بنابراین هر کدام از این ۳ مولفه می‌توانند مقادیری بین ۰ تا ۲۵۵ داشته باشند. از ترکیب این سه مولفه تصاویر رنگی ایجاد می گردند.



شکل ۲-۱- فضای رنگ RGB [۲]