دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در مهندسی برق– مخابرات

عنوان:

بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر دیجیتال با استفاده از ناحیه‌ی مقاوم در برابر نویز و چرخش

استاد راهنما:

دکتر فرحناز مهنا

تحقیق و نگارش:

امین عبداله زاده

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

بهمن ۱۳۹۲

بسمه تعالی

این پایـان نامـه بـا عنـوان ..... قسـمتی از برنامـه آموزشـی دوره کارشناسـی ارشـد ..... توسـط دانشـجو ..... بـا راهنمایی استاد پایان نامه ..... تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهـداف آموزشـی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

(نام و امضاء دانشجو)

این پایان نامه ..... واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسـی و درجـه ..... به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:			
استاد راهنما:			
استاد مشاور:			
داور ۱:			
داور ۲:			
نماینده تحصیلات تکمیلی:			

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب ..... تعهد می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو:

امضاء

تقدیم به سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موهایشان سپید شد تا ما روسفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرما بخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند...

پدرم

مادرم

استادم

سپاسگزاری

نمی‌توانم معنایی بالاتر از تقدیر و تشکر بر زبانم جاری سازم

و سپاس خود را در وصف استاد خویش آشکار نمایم

که هرچه گویم و سرایم، کم گفته‌ام.

چکیده:

امروزه حجم مجموعه تصاویر دیجیتال در زمینه‌های مختلف رشد چشمگیری داشته است. این حجم عظیم اطلاعات در پایگاه‌های داده‌ی بزرگ تصاویر، بدون روش‌های جستجو و بازیابی کارا، نمی‌تواند مفید واقع شود. معمولا در روش‌های بازیابی تصاویر بر اساس محتوا، تصاویر را بر اساس خصوصیات آن بازیابی می‌کنند. در این پایان‌نامه جهت بازیابی، به جای کل تصویر، یک ناحیه‌ی خاص از آن به نام ناحیه‌ی مقاوم در برابر نویز و چرخش استخراج می‌شود و خصوصیات از این ناحیه بدست می‌آیند. بدین ترتیب علاوه بر مقاوم بودن سیستم بازیابی در برابر نویز و چرخش، از حجم محاسبات نیز کاسته می‌شود. بردارهای ویژگی با استفاده از ویژگی‌هایی از جمله رنگ، بافت، مولفه‌های حوزه فرکانس و همچنین ویژگی‌های بدست آمده از روش چندی‌سازی برداری بدست آمده‌اند. بازیابی بر اساس این بردارهای ویژگی و نیز ترکیب تعدادی از آن‌ها انجام شده است. به منظور بهینه‌سازی وزن‌دهی به ضرایب این ترکیب‌ها، روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات بکار برده شده تا دقت بازیابی سیستم افزایش یابد. نتایج شبیه‌سازی بر اساس روش پیشنهادی، دقت و زمان بازیابی نسبتا قابل قبولی را نشان می‌دهد که نشان دهنده افزایش کارایی سیستم است.

کلمات کلیدی: بازیابی مبتنی بر محتوای تصویر – بازیابی تصویر بر اساس ناحیه‌ی خاص – ناحیه‌ی مقاوم دربرابر نویز و چرخش تصویر

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱-مقدمه ۲
۱-۲-هدف پایان نامه ۳
۱-۳-ساختار پایان نامه ۵
فصل دوم: معرفی سیستم های بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا..... ۶
۲-۱- تاریخچه ۷
۲-۲-ساختار ۷
۲-۳-استخراج ویژگی ها ۹
۲-۳-۱- رنگ ۹
۲-۳-۱-۱- فضاهای رنگی ۹
۲-۳-۱-۲ روش های استخراج ویژگی رنگ ۱۰
۲-۳-۱-۲-۱- ثوابت ممانی رنگ ۱۰
۲-۳-۲- بافت ۱۰
۲-۳-۲-۱- روش تبدیل موجک ۱۱
۲-۳-۳- مولفه های فرکانسی ۱۳
۲-۳-۴- ویژگی های حاصل از نواحی خاص از تصویر ۱۴
۲-۳-۴-۱- ناحیه ی مقاوم در برابر چرخش تصویر ۱۵
۲-۳-۵- ویژگی حاصل از روش چندی سازی برداری ۱۸
۲-۳-۵-۱- تولید کتاب‌کد به روش LBG ۱۸
۲-۴-مقیاس های تشابه ویژگی ها ۲۰
۲-۴-۱- روش سریع محاسبه‌ی فاصله‌ی اقلیدسی ۲۱
۲-۵-معیار های ارزیابی ۲۳
۲-۵-۱- مقایسه توسط کاربر ۲۴
۲-۵-۲- ارزیابی تک مقدار ۲۴
۲-۵-۲-۱- میانگین رتبه‌ی تصاویر مرتبط ۲۵
۲-۵-۲-۲- دقت ۲۵
۲-۵-۲-۳- فراخوانی ۲۵
۲-۵-۲-۴- Fallout ۲۶

۲-۵-۲-۵- نرخ بازیابی اصلاح شده‌ی نرمالیزه شده‌ی متوسط ۲۶
۲-۵-۳- ارزیابی نموداری ۲۷
فصل سوم: روش های پیشنهادی ۲۸
۳-۱-استخراج ویژگی ۲۹
۳-۱-۱- استخراج ANIR رنگی ۲۹
۳-۱-۱-۱- استخراج ویژگی رنگ از ANIR به روش ثوابت ممانی ۳۰
۳-۱-۲- استخراج ANIR سطح خاکستری ۳۱
۳-۱-۲-۱- استخراج ویژگی حاصل از روش VQ روی ANIR سطح خاکستری ۳۱
۳-۱-۳- استخراج ویژگی حاصل از حوزه‌ی فرکانس تصویر ۳۳
۳-۱-۴- ترکیب ویژگی های حاصل از ANIR رنگی و ANIR سطح خاکستری ۳۴
۳-۱-۵- ترکیب ویژگی حاصل از روش VQ روی ANIR سطح خاکستری، ویژگی حوزه-ی فرکانس و ویژگی بافت ۳۵
۳-۱-۶- استفاده از الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات برای محاسبه‌ی ضرایب وزن ترکیب ویژگی ها ۳۵
۳-۲-مقیاس تشابه ۳۶
۳-۳-سیستم پیشنهادی بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر ۳۷
۳-۴-معیار ارزیابی ۳۸
فصل چهارم: پایگاه داده و نتایج ۳۹
۴-۱- پایگاه داده ۴۰
۴-۲- اعلام نتایج ۴۱
۴-۲-۱- اعلام نتایج مبتنی بر ویژگی رنگ از ANIR رنگی ۴۱
۴-۲-۲- اعلام نتایج مبتنی بر ویژگی حاصل از روش VQ روی تصویر ANIR سطح خاکستری ۴۴
۴-۲-۳- اعلام نتایج مبتنی بر ویژگی حاصل از روش حوزه‌ی فرکانس روی تصویر ANIR سطح خاکستری ۴۵
۴-۲-۴- اعلام نتایج مبتنی بر ویژگی حاصل از روش بافت تصویر ANIR سطح خاکستری ۴۶
۴-۲-۵- اعلام نتایج مبتنی بر ترکیب ویژگی رنگ از ANIR رنگی و VQ روی تصویر ANIR سطح خاکستری (روش پیشنهادی) ۴۷
۴-۲-۶- اعلام نتایج مبتنی بر ترکیب ویژگی حاصل از روش VQ، بافت و حوزه‌ی فرکانس روی تصویر ANIR سطح خاکستری ۴۹
۴-۳- چند نمونه از نتایج بازیابی تصاویر توسط سیستم پیشنهادی ۵۳
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهاد ۵۴
۵-۱- نتیجه گیری ۵۵
۵-۲- پیشنهاد هایی برای کارهای آینده ۵۵
مراجع ۵۶

فهرست جدول ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۲-۱. تعداد عملیات ریاضی مورد نیاز برای محاسبه‌ی فاصله‌ی اقلیدسی بین یک بلاک از تصویر و یک کلمه‌کد، به دو روش معمولی و سریع ۲۳

جدول ۳-۱. ضرایب وزن‌دهی ترکیب محاسبه شده توسط الگوریتم PSO برای دو روش پیشنهادی ۳۶

جدول ۴-۱. عملکرد روش مبتنی بر ممان رنگ RGB ۴۲

جدول ۴-۲. عملکرد روش مبتنی بر ممان رنگ HSI ۴۲

جدول ۴-۳. عملکرد روش مبتنی بر ممان رنگ HSV ۴۳

جدول ۴-۴. عملکرد روش مبتنی بر ویژگی VQ ۴۴

جدول ۴-۵. عملکرد روش مبتنی بر ویژگی حوزه‌ی فرکانس ۴۵

جدول ۴-۶. عملکرد روش مبتنی بر ویژگی بافت ۴۶

جدول ۴-۷. عملکرد روش مبتنی بر ترکیب ویژگی حاصل از VQ و ممان رنگ RGB ۴۷

جدول ۴-۸. عملکرد روش مبتنی بر ترکیب ویژگی حاصل از VQ و ممان رنگ HSI ۴۸

جدول ۴-۹. عملکرد روش مبتنی بر ترکیب ویژگی حاصل از VQ و ممان رنگ HSV ۴۸

جدول ۴-۱۰. عملکرد روش مبتنی بر ترکیب ویژگی حاصل از روش VQ، فرکانس و بافت ۴۹

جدول ۴-۱۱. دقت سیستم‌های بازیابی مختلف در مقایسه با روش پیشنهادی..... ۵۲

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱-۱. تعدادی از حملات به تصویر ۴

شکل ۲-۱. ساختار کلی یک سیستم بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا ۸

شکل ۲-۲. تجزیه با استفاده از فیلترهای h_1 و h_2 ..... ۱۱

شکل ۲-۳. بلوک دیاگرام تبدیل موجک تصویر در دو مقیاس ۱۲

شکل ۲-۴. استخراج ویژگی‌های تصویر از ناحیه‌ی مقاوم در برابر چرخش ۱۴

شکل ۲-۵. استخراج تصویر ANIR ۱۷

شکل ۲-۶. نرمال‌سازی تصویر ANIR ۱۸

شکل ۲-۷. گروه‌بندی معیارهای ارزیابی سیستم‌های بازیابی تصاویر ۲۳

شکل ۲-۸. یک قضاوت دوسطحی از تصاویر از نظر بازیابی شدن توسط سیستم و مرتبط بودن با تصویر پرس‌وجو ۲۴

شکل ۲-۹. یک مثال از نمودارهای دقت- فراخوانی یک سیستم را برای اندازه‌ی بلاک‌های مختلف ۲۷

شکل ۳-۱. یک مثال از ANIR رنگی استخراج شده از تصویر ۳۰

شکل ۳-۲. ممان‌های نخست، دوم و سوم برای هر کدام از مولفه‌های رنگ تصویر ANIR ۳۰

شکل ۳-۳. یک مثال از ANIR سطح خاکستری استخراج شده از تصویر ۳۱

شکل ۳-۴. ارزیابی چند اندازه بلاک مختلف و چند کتاب‌کد با اندازه‌های متفاوت ۳۲

شکل ۳-۵. یک کتاب‌کد شامل ۶۴ کلمه‌کد حاصل از ۸ تصویر ANIR سطح خاکستری ۳۳

شکل ۳-۶. یک تصویر ANIR سطح خاکستری، قدر مطلق FFT و DCT مربوطه ۳۴

شکل ۳-۷. سیستم‌های CBIR پیشنهادی ۳۷
شکل ۴-۱. حملات مختلف به تصویر اصلی برای تولید ۱۰ تصویر مشابه در پایگاه داده ۴۰
شکل ۴-۲. ارزیابی عملکرد سیستم برای روش‌های مبتنی بر فضاهای رنگی مختلف ۴۳
شکل ۴-۳. ارزیابی سیستم برای روش‌های مختلف از جمله روش پیشنهادی ۵۰
شکل ۴-۴. زمان بازیابی سیستم برای روش‌های مختلف از جمله روش پیشنهادی ۵۱
شکل ۴-۵. زمان بازیابی سیستم برای یک تصویر پرس‌وجو، برای روش‌های مختلف از جمله
روش پیشنهادی ۵۱
شکل ۴-۶. چند نمونه از تصاویر بازیابی شده توسط سیستم بازیابی پیشنهادی..... ۵۳

فهرست علائم

علامت	نشانه
CBIR	بازیابی مبتنی بر محتوای تصویر
FFT	تبدیل فوریه‌ی سریع
IFFT	تبدیل معکوس فوریه‌ی سریع
DCT	تبدیل کسینوسی گسسته
IDCT	تبدیل معکوس کسینوسی گسسته
AIR	ناحیه‌ی مقاوم در برابر چرخش تصویر
ANIR	ناحیه‌ی مقاوم در برابر نویز و چرخش
CI	مرکز جرم تصویر
VQ	چندی‌سازی برداری
VQH	هیستوگرام چندی‌سازی برداری
ARRI	میانگین رتبه‌ی تصاویر مرتبط
ANMRR	نرخ بازیابی اصلاح شده‌ی نرمالیزه شده‌ی متوسط
PSO	بهینه‌سازی ازدحام ذرات

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

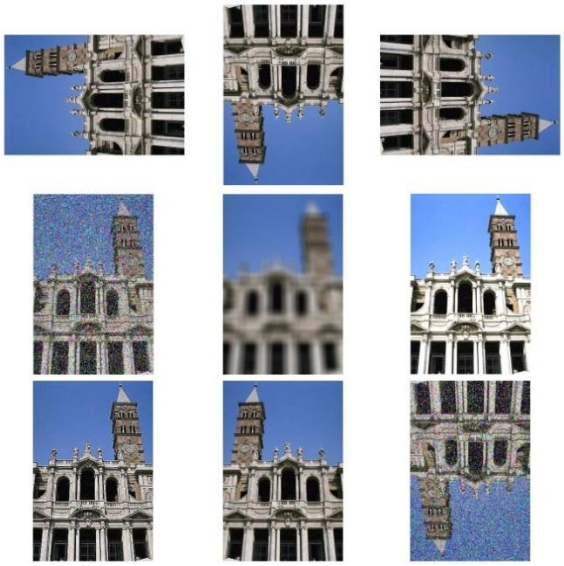
در سال‌های اخیر، با توجه به افزایش روزافزون تعداد تصاویر دیجیتال در زمینه‌های مختلف از جمله پزشکی، آموزش، صنعت و ...، پایگاه‌های بزرگ داده‌ی تصاویر به طور چشمگیری در حال افزایش است. این حجم عظیم اطلاعات در پایگاه‌های داده، بدون روش‌های مرور، جستجو و بازیابی کارا، نمی‌تواند مفید واقع شود. بر این اساس سیستم‌های بازیابی تصاویر گوناگونی پیشنهاد شده‌است. در اوایل دهه ۷۰ میلادی [۱]، سیستم-های بازیابی تصاویر مبتنی بر متن (Text-based image retrieval) ارائه شد [۲-۴]. در این نوع سیستم‌ها دسته‌بندی تصاویر بدون توجه به ویژگی‌های دیداری آن‌ها و تنها بر اساس حاشیه نویسی متن انجام می‌گرفت. بدین گونه که اپراتور مفاهیم موجود در تصویر را تشخیص داده و به عنوان کلمات کلیدی تصویر، در پایگاه داده ذخیره می‌کرد. کاربران نیز با استفاده از کلمات کلیدی مورد نظر خود، تصاویر را جستجو می‌کردند. این نوع سیستم‌ها چند مشکل عمده داشتند؛ از جمله زمان و هزینه فراوان و همچنین وابستگی زیاد به درک اپراتور از تصویر مورد نظر. برای غلبه بر مشکلات موجود در سیستم‌های بازیابی مبتنی بر متن، در اوایل دهه ۸۰ میلادی، سیستم‌های بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر (Content-based image retrieval) ارائه شد [۵]. در سیستم‌های بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر، تصاویر بر اساس خصوصیات سطح پایین مانند رنگ، بافت، شکل و ... بازیابی می‌شوند [۶-۸] که استفاده از هر نوع از این خصوصیات مزایا و معایب خودش را دارد [۹]. از طرفی انسان محتویات سطح بالا از تصاویر را درک می‌کند [۱۰]. مشکل اصلی در سیستم‌های بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر، وجود شکاف بین خصوصیات سطح پایین تصویر و محتویات سطح بالا و قابل درک توسط انسان است [۶]. بنابراین یکی از مهم‌ترین موضوعات در زمینه‌ی بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا، استخراج خصوصیاتی از تصویر است که منجر به بازیابی موثر و کارا شود [۱۱].

رنگ یکی از مهمترین ویژگی‌های سطح پایین در بازیابی تصاویر رنگی است. این ویژگی در برابر چرخش و تغییر اندازه‌ی تصویر مقاوم است [۱۲]. در بازیابی تصاویر بر اساس محتوا، غالبا از هیستوگرام رنگ به عنوان ویژگی رنگ استفاده می‌شود، اما مشکلی که وجود دارد این است که هیستوگرام رنگ، اطلاعات مکانی را در بر نمی‌گیرد [۱۳و۱۴]. بنابراین، ممکن است تصاویر گوناگون هیستوگرام‌های مشابه و حتی یکسانی را داشته باشند که نتایج اشتباه بیشتری را برای بازیابی سبب خواهد شد. گذشته از این، هر تغییری در رنگ‌ها، توسط تیز یا مات شدن تصویر، سبب کاهش دقت سیستم بازیابی خواهد شد [۱۵].

یکی دیگر از ویژگی‌های مهم دیداری که به خواص ذاتی سطح و ارتباط با اطراف آن اشاره می‌کند، بافت است [۱۶]. از جمله ویژگی‌های بافت متداول که در بازیابی تصاویر بر اساس محتوا مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به مدل خودبازگشت همزمان (Simultaneous auto-regressive) [۱۷]، توصیف‌گر هیستوگرام لبه (Edge histogram descriptor) [۱۸]، ماتریس هم‌رخداد سطح خاکستری (Gray-level co-occurrence matrix) [۱۹]، ممان‌های موجک (Wavelet moments) [۲۰]، مدل حوزه‌ی تصادفی مارکوف (Markov random field) [۲۱] و مدل تجزیه‌ی ولد (Wold decomposition model) [۲۲] اشاره کرد. اخیرا دو توصیف‌گر دیگر برای بافت ارائه شده‌اند؛ یکی، تفاوت بلوک احتمالات معکوس (Block difference of inverse probabilities) که تغییرات روشنایی محلی را روی تصویر به طور موثری اندازه می‌گیرد و دیگری، تنوع بلوک ضرایب همبستگی محلی (Block variation of local correlation coefficients) که عمل اندازه‌گیری میزان همواری بافت محلی را به طور موثر انجام می‌دهد [۲۳].

۱-۲- هدف پایان‌نامه

یکی از چالش‌برانگیزترین موضوعات در بازیابی تصاویر این است که سیستم بازیابی در برابر حملاتی به تصویر مانند چرخش، بازتابش آینه‌وار، تیزی، مات شدگی، اضافه شدن نویز و حتی ترکیب‌هایی از این‌ها، مقاوم باشد و دقت و کارایی آن کاهش نیابد. تعدادی از این حملات در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱. تعدادی از حملات به تصویر، به ترتیب از بالا سمت راست به پایین سمت چپ؛ چرخش ۲۷۰ درجه، چرخش ۱۸۰ درجه، چرخش ۹۰ درجه، افزایش روشنایی، مات شدن، اضافه شدن نویز، چرخش ۱۸۰ درجه همراه با نویز، بازتابش آینه‌وار و تیز شدن تصویر

برای تحت تاثیر قرار نگرفتن دقت سیستم بازیابی در برابر حملات اشاره شده، یک ناحیه‌ی خاص از تصویر، به نام ناحیه‌ی مقاوم در برابر چرخش و نویز، از آن استخراج می‌گردد و عمل بازیابی تنها با استفاده از همین ناحیه انجام می‌گیرد [۲۴]. این ناحیه می‌تواند به صورت سطح خاکستری و یا رنگی استخراج شود.

در این پایان‌نامه، ابتدا طبق روش ارائه شده توسط مرجع [۱۵]، یک ناحیه‌ی سطح خاکستری مقاوم در برابر چرخش و نویز را از تصویر به دست آورده و سپس ویژگی های این ناحیه به کمک روش چندی سازی برداری (Vector Quantization) استخراج می‌شود. این ویژگی‌ها برای تمامی تصاویر موجود در پایگاه داده و همچنین تصویر پرس‌وجو استخراج شده و سیستم با مقایسه‌ی ویژگی‌های مربوط به تصویر پرس‌وجو و ویژگی-های مربوط به هریک از تصاویر موجود در پایگاه داده، بازیابی را انجام می‌دهد. برای افزایش دقت بازیابی از ترکیب این ویژگی‌ها با ویژگیهای دیگر مانند بافت، رنگ و حوزه فرکانس استفاده می‌شود. همه‌ی این ویژگی‌ها، تنها از ناحیه‌ی مقاوم در برابر چرخش و نویز استخراج می‌شوند. ویژگی‌های مربوط به رنگ با استفاده از ناحیه-ی رنگی مقاوم در برابر چرخش و نویز و استخراج چند خصوصیت آماری رنگ از آن، ویژگی‌های مربوط به حوزه فرکانس با در نظر گرفتن چند مولفه‌ی فرکانسی خاص از این ناحیه و ویژگی‌های مربوط به بافت به کمک روش‌های تفاوت بلوک احتمالات معکوس و تنوع بلوک ضرایب همبستگی محلی بدست می‌آیند [۲۳].

برای بهینه‌سازی ضرایب ترکیب این ویژگی‌ها و افزایش دقت سیستم بازیابی، روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات (Particle swarm optimization) به کار گرفته شده است [۲۵-۲۸].

نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که سیستم پیشنهادی بر اساس ترکیب‌هایی از ویژگی‌های مختلف حاصل از روش چندی‌سازی برداری، رنگ، حوزه فرکانس و بافت مربوط به ناحیه‌ی مقاوم در برابر چرخش و نویز، دارای دقت و کارایی نسبتا خوب و زمان بازیابی قابل قبول است.

۱-۳- ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه شامل پنج فصل است که فصل اول، هدف‌ها و سوابق سیستم‌های بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر و چالش‌های موجود را به صورت مختصر شرح می‌دهد. در فصل دوم به معرفی سیستم‌های بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا، تاریخچه و ساختار آن‌ها پرداخته شده و چند نمونه از روش‌های استخراج ویژگی شرح داده شده‌است. فصل سوم روش پیشنهادی را معرفی می‌کند که مبتنی بر ترکیبی از مناسب‌ترین روش‌های توضیح داده‌شده در فصل دوم است. در فصل چهارم ابتدا طریقه‌ی تولید پایگاه داده‌ی مورد استفاده در این پایان شرح داده شده، سپس نتایج حاصل از کاربرد روش‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفته‌است. در فصل پنجم به نتیجه‌گیری و جمع بندی کلی بر اساس نتایج حاصل از روش‌های مختلف و مقایسه‌ی آن‌ها پرداخته شده و در نهایت پیشنهادهایی برای کارهای بعدی ارائه گردیده است.

فصل دوم

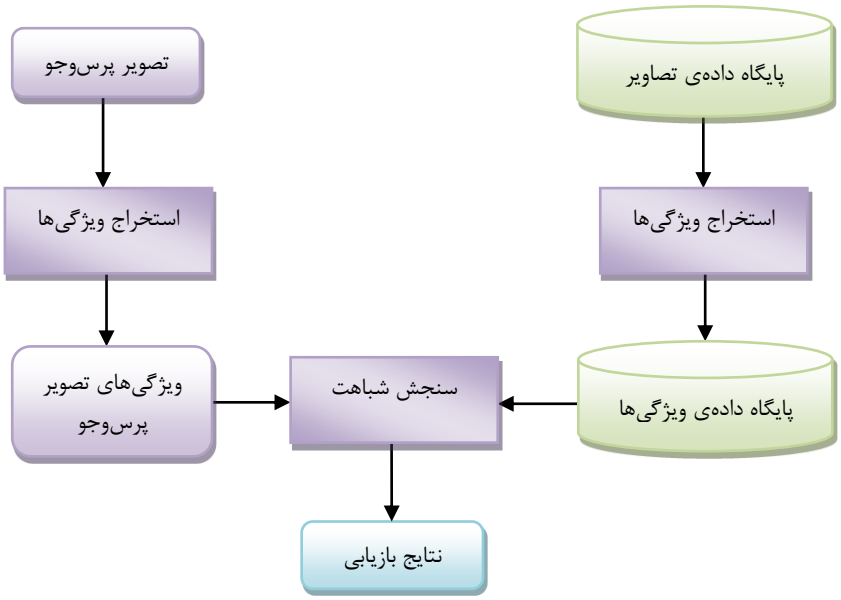
معرفی سیستم‌های بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا

۲-۱- تاریخچه

در اوایل دهه ۷۰ میلادی، سیستم‌های بازیابی تصاویر مبتنی بر متن (Text-based image retrieval) ارائه شد [۱-۴]. در این نوع سیستم‌ها دسته‌بندی تصاویر بدون توجه به ویژگی‌های دیداری آن‌ها و تنها بر اساس حاشیه نویسی متن انجام می‌گرفت. بدین گونه که اپراتور مفاهیم موجود در تصویر را تشخیص داده و به عنوان کلمات کلیدی تصویر، در پایگاه داده ذخیره می‌کرد. کاربران نیز با استفاده از کلمات کلیدی مورد نظر خود، تصاویر را جستجو می‌کردند. این نوع سیستم‌ها چند مشکل عمده داشتند؛ از جمله زمان و هزینه فراوان و همچنین وابستگی زیاد به درک اپراتور از تصویر مورد نظر. برای غلبه بر مشکلات موجود در سیستم‌های بازیابی مبتنی بر متن، در اوایل دهه ۸۰ میلادی، سیستم‌های بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر (Content-based image retrieval) ارائه شد [۵].

۲-۲- ساختار

در سیستم‌های بازیابی تصاویر بر اساس محتوا، یک پایگاه داده‌ی تصاویر وجود دارد. این پایگاه داده شامل تصاویر گوناگونی است که هر کدام از آن‌ها می‌تواند توسط سیستم بازیابی شود. نخست کاربر تصویر پرس‌وجو (Query) را به سیستم می‌دهد، سپس سیستم با مقایسه‌ی ویژگی‌های مختلف تصویر پرس‌وجو و تصاویر موجود در پایگاه داده، تصاویر مطلوب را به عنوان نتایج بازیابی به کاربر نمایش می‌دهد. شکل ۲-۱ ساختار کلی یک سیستم بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱. ساختار کلی یک سیستم بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا

سیستم نشان داده شده در شکل ۲-۱، از چند بخش اصلی تشکیل شده است؛

۱. **پایگاه داده‌ی تصاویر** که شامل تصاویر گوناگون و قابل بازیابی است.

۲. **بخش استخراج ویژگی‌ها** که ویژگی‌های مختلف را از هر تصویر استخراج می‌کند.

۳. **پایگاه داده‌ی ویژگی‌ها** که شامل ویژگی‌های استخراج شده از تصاویر مربوط به پایگاه داده است.

۴. **بخش مقایسه‌ی شباهت** که ویژگی‌های مربوط به تصویر پرس‌وجو را با پایگاه داده‌ی ویژگی‌ها مقایسه می‌کند و شبیه‌ترین تصاویر از پایگاه داده را به عنوان نتایج بازیابی به کاربر نمایش می‌دهد.

روش‌های بازیابی تصاویر را با توجه به کاربردهای متفاوت می‌توان در سه دسته قرار داد [۲۹]:

۱. **جستجو مبتنی بر شباهت؛** در این روش با استفاده از بازخورد کاربر طی چند مرحله، تصاویر مورد نظر از مجموعه تصاویر پایگاه داده جستجو و بازیابی می‌شوند.

۲. **جستجو برای یافتن تصویر خاص؛** در این روش از میان تصاویر موجود در پایگاه داده، تصاویر مشابه به یک تصویر خاص جستجو و بازیابی می‌شوند. تصاویر مشابه، تصاویری هستند که از دید کاربر، همه یا بخشی از محتویات تصویر مورد نظر در آن‌ها وجود داشته باشد.

۳. **جستجو مبتنی بر طبقه‌بندی؛** در این روش تصاویر بر اساس قرار گرفتن در گروه یا موضوع خاصی جستجو و بازیابی می‌شوند، مانند تصاویر ساختمان‌ها، میوه‌ها و گل‌ها .

۲-۳- استخراج ویژگی‌ها

تصاویر موجود در پایگاه داده، آرایه‌های دو بعدی از پیکسل‌ها هستند. در بازیابی تصاویر بر اساس محتوا، سیستم نیاز دارد که تعداد زیادی از این تصاویر را با تصویر پرس‌وجو، به منظور بازیابی مقایسه کند. این مقایسه باید بر اساس ویژگی‌های تصاویر انجام شود، بنابراین سیستم برای دستیابی به ویژگی‌های هر یک از تصاویر موجود در پایگاه داده، به جای مقادیر پیکسل‌ها، از اعداد یا بردارهای ویژگی برای مقایسه استفاده می‌کند. برای استخراج ویژگی‌ها از تصاویر روش‌های گوناگونی ارائه شده‌اند که هر کدام مزایا و معایبی دارند [۹].

ویژگی‌های تصاویر را به طور کلی می‌توان در سه گروه دسته بندی کرد [۳۰] :