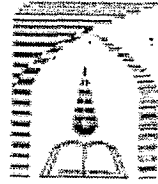


۲۴۲.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۹۴۲۰۴



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

رساله دکتری

مهندسی برق - کامپیوتر

بازیابی تعاملی تصویر با رویکرد یادگیری از رفتار کاربر

محمد رضا کیوان پور

استاد راهنما

دکتر نصراله مقدم چرکری

پائیز ۸۶

۹۵۲۵۴

کتابخانه تخصصی
مهندسی برق

۱۳۸۷ / ۱۲ / ۰۵



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای محمدرضا کیوان پور رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان بازیابی تعاملی تصویر با رویکرد یادگیری از رفتار کاربر در تاریخ ۱۳۸۶/۸/۲۳ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری مهندسی برق - مهندسی کامپیوتر نرم افزار پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	دکتر نصراله مقدم چرکری	استادیار	
استاد ناظر	دکتر سعید جلیلی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر احسان اله کبیر	استاد	
استاد ناظر	دکتر محمد رحمتی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر شهره کسائی	دانشیار	
نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر سعید جلیلی	استادیار	

این نسخه به عنوان سند
اعضای هیات داوران تایید شده است.

تاریخ: ۱۳۸۶/۸/۲۳

امضاء:

۹۳ ۲۳ ۶



دستور العمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران لازم است اعضای هیات علمی دانشجویان دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان نامه رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱: حقوق مادی و معنوی پایان نامهها / رساله های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هر گونه بهره برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین نامهها و دستورالعمل های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی می باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما نویسنده مسئول مقاله باشند.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه / رساله نیز منتشر می شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آیین نامه های مصوب انجام می شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه / رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هر گونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

رضا ابراهیمی
۱۳۸۴/۴/۲۵

تقدیم به شاگردان مدرسه عشق که در
خاک و خون بار سفر بستند

با تشکر از همه عزیزانی که در راه مقدس تحصیل علم و
دانش یاریگرم بودند و مرا برای همیشه مدیون لطف و
مرحمت خود کردند .

بویژه استاد محترم جناب آقای مقدم که در این پژوهش از
راهنمایی های ارزشمندش بهره بردم و جناب آقای دکتر
جلیلی که رهنمود های مشفقانه اش همواره راهگشایم بود.
این پژوهش با حمایت مالی مرکز تحقیقات مخابرات جمهوری
اسلامی ایران انجام شده است . بدین وسیله از مسئولین
محترم این مرکز تقدیر و تشکر بعمل می آید .

چکیده

بازیابی مبتنی بر محتوا رویکردی مهم در حوزه بازیابی تصویر است که در آن فرایند بازیابی بر اساس ویژگی های بصری سطح پایین تصاویر، نظیر رنگ و بافت انجام می شود. بازیابی مبتنی بر محتوا با چالشی مهم مواجه است. این چالش عبارت است از وجود شکاف معنایی میان ویژگی های بصری سطح پایین و معانی سطح بالا موجود در تصاویر. بخش قابل توجهی از تحقیقات صورت گرفته در حوزه بازیابی تصویر، در جهت کاهش این شکاف معنایی بوده است که منتهی به ارائه روش های متعددی در این زمینه گردیده است. بازیابی بر اساس ناحیه و یادگیری از کاربر در چرخه بازیابی تصویر به عنوان دو نمونه از مهمترین رویکرد های ارائه شده برای کاهش شکاف معنایی به شمار می روند. یادگیری چند نمونه ای از جمله رویکردهای جدید مطرح در حوزه یادگیری ماشین است که بستر مناسبی برای استفاده همزمان از دو رویکرد پیش گفته برای کاهش شکاف معنایی فراهم می آورد.

در این پژوهش مدلی مبتنی بر یادگیری چند نمونه ای برای بازیابی تعاملی تصویر ارائه می شود. مدل پیشنهادی مشتمل بر سه بخش اصلی است: واحد تبدیل، واحد یادگیرنده و واحد بازیابی. در این مدل ابتدا در واحد تبدیل، تصاویر پایگاه داده به بسته های آموزشی مورد نیاز در یادگیری چند نمونه ای تبدیل می شوند. در واحد یادگیرنده عملیات یادگیری از کاربر، بر اساس بازخوردهای دریافتی از او، در چارچوب یادگیری چند نمونه ای انجام می شود. برای انجام یادگیری چند نمونه ای در مدل پیشنهادی از یک چارچوب منطبق با نیازمندی های بازیابی تصویر استفاده شده است. در واحد بازیابی عملیات تشخیص شباهت میان تصاویر و رتبه بندی تصاویر پایگاه داده، مطابق با نظر کاربر و بر اساس اهمیت هر یک از ابعاد فضای ویژگی انجام می شود. همچنین در روش پیشنهادی برای شاخص گذاری تصاویر از ترکیب دو ویژگی رنگ و روابط مکانی نواحی داخل تصویر استفاده شده است. مدل پیشنهادی در این پژوهش برای بکارگیری در حوزه های کاربردی که نیازمند بازیابی تصویر با تاکید بر ساختار کلی تصاویر هستند، نظیر طبقه بندی و بازیابی صحنه ها، مناسب است. هرچند با بازنگری این مدل می توان از آن در سایر حوزه های کاربردی نیز استفاده کرد. در این تحقیق از مدل پیشنهادی برای نمایش و بازیابی تصاویر طبیعت استفاده شده و نتایج مدل پیشنهادی و برخی روش های دیگر در قالب نمودارهای دقت/فراخوانی در گروه های مختلف تصویری ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: بازیابی تصویر، یادگیری چند نمونه ای، بازخورد ارتباطی، فاصله معنایی، پایگاه داده تصویری.

فصل اول: کلیات

۱

- ۱-۱- مقدمه..... ۱
- ۲-۱- اهمیت بازیابی اطلاعات تصویری..... ۱
- ۳-۱- روش های بازیابی تصویر..... ۳
- ۴-۱- اهداف و نتایج پژوهش..... ۴
- ۵-۱- مروری بر رساله..... ۶

فصل دوم: سیستم های بازیابی تصویر

۸

- ۱-۲- مقدمه..... ۹
- ۲-۲- بازیابی تصویر مبتنی بر متن..... ۹
- ۳-۲- بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا..... ۱۲
- ۱-۳-۲- ویژگی های بصری متداول..... ۱۳
- ۲-۳-۲- معیار شباهت..... ۱۹
- ۴-۲- شکاف معنایی..... ۲۰
- ۱-۴-۲- بازیابی بر اساس ناحیه..... ۲۲
- ۲-۴-۲- اعمال مشارکت کاربر در چرخه بازیابی..... ۲۳
- ۱-۲-۴-۲- روش های پردازش بازخورد..... ۲۴
- ۳-۴-۲- سایر رویکردها..... ۳۰

عنوان

صفحه

۳۱.....۵-۲ نتیجه گیری

۳۳ فصل سوم : یادگیری چند نمونه ای

۳۴.....۱-۳ مقدمه

۳۴.....۲-۳ یادگیری مبتنی بر مثال ها

۳۷.....۳-۳ مسأله یادگیری چند نمونه ای

۳۷.....۱-۳-۳-۱ تعریف مسأله

۳۹.....۴-۳ پژوهش های مرتبط

۴۱.....۵-۳ حوزه های کاربردی یادگیری چند نمونه ای

۴۲.....۱+۵-۳ داروسازی

۴۳.....۲-۵-۳ بازیابی تصویر

۴۴.....۶-۳ چالش های روش های یادگیری چند نمونه ای در حوزه بازیابی تصویر

۴۵.....۷-۳ نتیجه گیری

فصل چهارم : روش پیشنهادی برای انجام یادگیری چند نمونه ای در حوزه

۴۷ بازیابی تصویر

۴۸.....۱-۴ مقدمه

۴۸.....۲-۴ ویژگی ها و ساختار روش پیشنهادی

۵۱.....۳-۴ مؤلفه اول (شناسایی نمونه های مطلوب و ایجاد ابرمکعب پایه)

۵۱.....۱-۳-۴ الگوریتم شناسایی نمونه های مطلوب

- ۴-۳-۲- ایجاد یک ابرمکعب اولیه جهت نمایش مفهوم مورد نظر..... ۵۷
- ۴-۳-۳- تعریف ناحیه بحرانی..... ۵۹
- ۴-۴- مؤلفه دوم (وزن دهی ابعاد فضای ویژگی)..... ۶۰
- ۴-۵- مؤلفه سوم (توسعه روشمند ابرمکعب پایه)..... ۶۳
- ۴-۵-۱- توسعه خوشبینانه ابرمکعب اولیه..... ۶۴
- ۴-۵-۲- توسعه محتاطانه ابرمکعب اولیه..... ۶۵
- ۴-۶- پیاده سازی و آزمون..... ۶۶
- ۴-۷- نتیجه گیری..... ۷۳
- فصل پنجم : بازیابی تعاملی تصویر با استفاده از یادگیری چند نمونه ای ۷۵**
- ۵-۱- مقدمه..... ۷۶
- ۵-۲- پژوهش های مرتبط..... ۷۸
- ۵-۳- مدل پیشنهادی..... ۸۰
- ۵-۳-۱- واحد تبدیل..... ۸۱
- ۵-۳-۲- واحد یادگیرنده..... ۸۶
- ۵-۳-۳- واحد بازیابی..... ۸۶
- ۵-۳-۳-۱- الگوریتم رتبه بندی اولیه..... ۸۶

۸۸	۵-۳-۲- الگوریتم رتبه بندی دو مرحله ای
۹۱	۵-۴- پیاده سازی و آزمون
۱۰۳	۵-۵- نتیجه گیری
۱۰۵	فصل ششم : نتیجه گیری و توسعه های آتی
۱۰۶	۶-۱- مقدمه
۱۰۶	۶-۲- خلاصه رساله
۱۱۰	۶-۳- توسعه های آتی
۱۱۲	منابع و مراجع
۱۲۱	واژه نامه

عنوان

فهرست شکل ها

صفحه

- شکل ۱-۱- تعداد مقالات منتشر شده در حوزه بازیابی تصویر در سه مرجع معتبر..... ۳
- شکل ۱-۲- دو تصویر از مجموعه لوح های فشرده Corel Photo و شناسه های متنی منتسب به آنها..... ۱۰
- شکل ۲-۲- معماری یک سیستم بازیابی تصویر نسل اول..... ۱۱
- شکل ۲-۳- معماری کلی یک سیستم بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا..... ۱۴
- شکل ۲-۴- چگونگی مدل سازی مجموعه رنگ ها در فضای رنگ RGB..... ۱۵
- شکل ۲-۵- نمونه هایی از بافت های مورد استفاده در سیستم های بازیابی تصویر..... ۱۷
- شکل ۲-۶- عدم توانایی ویژگی های بصری در نمایش شباهت معنایی تصاویر..... ۲۱
- شکل ۲-۷- ساختار کلی یک سیستم بازیابی تصویر تعاملی..... ۲۵
- شکل ۲-۸- نمونه ای از نحوه توزیع تصاویر (نقاط) در فضای ویژگی دو بعدی..... ۲۷
- شکل ۳-۱- جایگاه یادگیری چند نمونه ای نسبت به سایر روش های یادگیری از منظر میزان ابهام در مثال های آموزشی..... ۳۶
- شکل ۳-۲- یادگیری چند نمونه ای در فضای ویژگی دو بعدی..... ۳۹
- شکل ۳-۳- چند شکل مختلف از یک مولکول واحد..... ۴۳
- شکل ۳-۴- ساختار کلی چارچوب پیشنهادی و نحوه تعامل مؤلفه های سه گانه آن..... ۵۱
- شکل ۴-۲- چند بسته مثبت و نمونه های مطلوب موجود در آنها..... ۵۲
- شکل ۴-۳- شبه کد الگوریتم شناسایی نمونه های مطلوب..... ۵۳
- شکل ۴-۴- خوشه های بدست آمده از خوشه بندی نمونه های موجود در بسته های مثبت..... ۵۵

عنوان

صفحه

- شکل ۴-۵- شبه کد الگوریتم ایجاد ابرمکعب پایه..... ۵۸
- شکل ۴-۶- یک مستطیل در فضای دو بعدی و ناحیه بحرانی اطراف آن..... ۶۱
- شکل ۴-۷- توسعه مستطیل در فضای دو بعدی..... ۶۴
- شکل ۴-۸- توسعه یک مستطیل به دو روش خوشبینانه و محتاطانه..... ۶۶
- شکل ۴-۹- نمودار مقایسه ای میزان دقت چارچوب پیشنهادی در سه حالت مختلف..... ۶۹
- شکل ۴-۱۰- نمودار مقایسه ای میزان نرخ خطا چارچوب پیشنهادی در سه حالت مختلف..... ۷۰
- شکل ۴-۱۱- نمودار مقایسه ای میزان دقت چارچوب پیشنهادی در مراحل مختلف آزمون..... ۷۱
- شکل ۴-۱۲- نمودار مقایسه ای میزان دقت روش های مختلف بر روی مجموعه داده های Musk1 و Musk 2..... ۷۳
- شکل ۵-۱- ساختار کلی مدل پیشنهادی برای بازیابی تعاملی تصویر..... ۸۱
- شکل ۵-۲- الگوی رنگی مشترک میان چند تصویر..... ۸۲
- شکل ۵-۳- شبه کد الگوریتم تبدیل تصویر به بسته..... ۸۳
- شکل ۵-۴- شمای کلی روش مورد استفاده جهت تولید بسته متناظر با تصویر- یک blob به همراه چهار همسایگی آن..... ۸۴
- شکل ۵-۵- مثال هایی از مراحل تبدیل تصویر به بسته - مثال هایی از blob های موجود در تصاویر..... ۸۵

- شکل ۵-۶- الگوریتم رتبه بندی دو مرحله ای..... ۸۸
- شکل ۵-۷- شبه کد الگوریتم رتبه بندی دو مرحله ای..... ۸۹
- شکل ۵-۸- مثال هایی از تصاویر پایگاه داده تصویری در چهار گروه متفاوت..... ۹۲
- شکل ۵-۹- نمایی از واسط کاربر سیستم پیشنهادی..... ۹۴
- شکل ۵-۱۰- نمودار دقت-فراخوانی مدل پیشنهادی در گروه های مختلف تصویری..... ۹۶
- شکل ۵-۱۱- پیچیدگی الگوهای رنگی موجود در تصاویر..... ۹۷
- شکل ۵-۱۲- نمودار دقت- فراخوانی (PR) در گروه های تصویری مختلف..... ۹۹
- شکل ۵-۱۳- نمودار میانگین دقت- فراخوانی (PR) کلی روش های مختلف..... ۱۰۰
- شکل ۵-۱۴- نمودار فراخوانی در گروه های تصویری مختلف..... ۱۰۲

عنوان

فهرست جداول

صفحه

- جدول ۱-۲ تعدادی از سیستم های بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا و ویژگی های بصری بکار گرفته شده در هر یک از آنها.....۱۹
- جدول ۱-۴ مشخصات مجموعه داده های Musk1 و Musk2.....۶۷
- جدول ۲-۴ میزان دقت الگوریتم پیشنهادی در سه حالت مختلف.....۶۹
- جدول ۳-۴ میزان دقت روش های مختلف بر روی Musk1 و Musk2.....۷۲
- جدول ۱-۵ نتایج آزمون مدل پیشنهادی و سه روش دیگر در مراحل مختلف بازیابی.....۹۵

فصل اول

کلیات

در سال ۱۹۵۲ نخستین بار اصطلاح «بازیابی اطلاعات»^۱ مطرح شد و در کمتر از یک دهه این موضوع به عنوان حوزه پژوهشی مهمی مورد اقبال محققین واقع شد [۱]. بر طبق تعریف ارائه شده در [۲] موضوع بازیابی اطلاعات در برگیرنده مسائلی نظیر ذخیره سازی، سازماندهی^۲ و دسترسی به اطلاعات است. اگرچه مقوله بازیابی اطلاعات در ابتدا منحصر به اطلاعات متنی بود، لیکن رشد سریع فن آوری الکترونیک و کامپیوتر طی دهه نود میلادی زمینه های پژوهشی نوینی را در این حوزه مطرح نموده است.

۱-۲- اهمیت بازیابی اطلاعات تصویری^۳

در اوایل دهه هفتاد میلادی افزایش سرعت پردازنده ها و حجم حافظه ها به عنوان دستاوردهای مهم رشد فن آوری سخت افزار کامپیوتر، زمینه مناسبی را برای ایجاد و ذخیره سازی اطلاعات تصویری فراهم کرد به گونه ای که به تدریج اطلاعات تصویری، به جهت محتوای غنی، به عنوان موضوع مهم و جدیدی در حوزه بازیابی اطلاعات مطرح شد. بررسی ها نشان می دهد که بیش از شصت درصد اطلاعات موجود بر روی اینترنت را تصاویر تشکیل می دهند و این میزان همچنان در حال رشد است [۳]. این امر طراحی و ساخت ابزارهای توانمند را برای جستجو و بازیابی تصاویر براساس نیاز کاربر بصورت یک الزام مطرح می نماید. بر این اساس در سال های اخیر موضوع بازیابی تصویر^۴ به یکی از مهمترین زمینه های پژوهشی روز مبدل گردیده که توجه عده زیادی از محققین را به خود جلب نموده است [۴]. شکل ۱-۱ نمودار تعداد مقالات منتشر شده در حوزه بازیابی تصویر را در سه مرجع معتبر به تفکیک سال انتشار نشان می دهد.

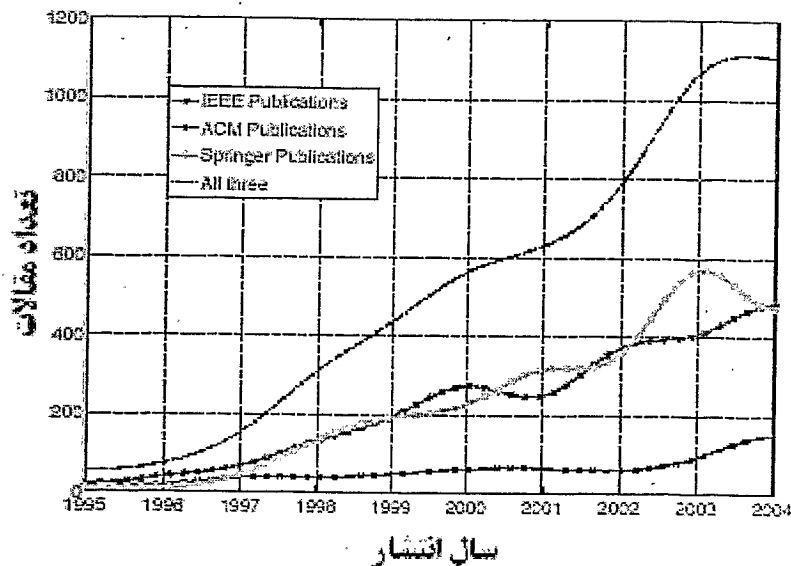
یکی از علل رشد روزافزون حجم تحقیقات صورت گرفته در حوزه بازیابی تصویر، گستره وسیع کاربردهای مختلف این مقوله می باشد. کتابخانه های مج، تحلیل تخصصی تصاویر پزشکی، تحلیل تصاویر ماهواره ای در سامانه های نظامی، هواشناسی و... سیستم های تشخیص چهره و اثر انگشت و جستجو مبتنی بر تصویر در اینترنت به عنوان نمونه هایی از حوزه هایی کاربردی بازیابی تصویر به شمار می روند.

¹ Information Retrieval

² Organization

³ Image Information Retrieval

⁴ Image Retrieval



شکل ۱-۱ تعداد مقالات منتشر شده در حوزه بازیابی تصویر در سه مرجع معتبر [۵]

۱-۳- روش های بازیابی تصویر

بر اساس آنچه در [۶] آمده است می توان مجموعه روش های بازیابی تصویر ارائه شده توسط پژوهشگران را بطور کلی در دوگروه کلی دسته بندی نموده و مورد مطالعه قرار داد: بازیابی مبتنی بر متن و بازیابی مبتنی بر محتوا. این دسته بندی معرف روند تکامل روش های بازیابی اطلاعات تصویری است. در نسل اول سیستم های بازیابی تصویر که نخستین بار در اواخر دهه هفتاد ارائه شدند [۷] شناسه های متنی به تصاویر منتسب می شوند و فرایند بازیابی با بهره گیری از این شناسه ها صورت می پذیرد. علی رغم برخورداری این رویکرد از برخی مزایا، معایب متعدد موجود در این سیستم ها کاربران آنها را با محدودیت های جدی مواجه نمود، به گونه ای که در اوایل دهه نود نسل دوم سیستم های بازیابی تصویر که مبتنی بر ایده بازیابی تصویر بر اساس محتوا بود به عنوان نسل جدیدتر این سیستم ها معرفی شد. در روش بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا^۱ فرایند بازیابی تصویر نه بر اساس شناسه های متنی منتسب به تصویر بلکه بر اساس محتوا و ویژگی های بصری^۲ تصویر انجام می شود. شکاف معنایی^۳ را می توان مهمترین چالش فراروی نسل دوم سیستم های بازیابی تصویر دانست [۸].

^۱ Content-Based Image Retrieval (CBIR)

^۲ Visual

^۳ Semantic Gap

بخش قابل توجهی از تحقیقات صورت گرفته در حوزه بازیابی تصویر، در جهت کاهش این شکاف معنایی بوده است که منتهی به ارائه روش‌های متعددی در این زمینه گردیده است. این مساله همچنان به عنوان یک موضوع پژوهشی مهم مورد توجه محققین است [۹]، [۱۰].

بازیابی بر اساس ناحیه^۱ [۱۱] و یادگیری از کاربر در چرخه بازیابی تصویر [۱۲] به عنوان دو نمونه از مهمترین رویکردهای ارائه شده برای کاهش شکاف معنایی به شمار می‌روند. در روش بازیابی بر اساس ناحیه با استفاده از روش‌های تقطیع تصویر^۲، نواحی اصلی موجود در تصاویر شناسایی می‌شود و بازیابی بر اساس این نواحی انجام می‌گیرد [۱۳].

یادگیری از کاربر در چرخه بازیابی تصویر، دیگر روش مهم مطرح جهت کاهش شکاف معنایی و افزایش دقت بازیابی محسوب می‌شود [۱۴]، [۱۵]. در این روش کاربر با ارائه بازخورد‌های ربط^۳، طی جلسات مختلف بازیابی، نظرات خود را در مورد مطلوبیت معنایی تصاویر بازیابی شده توسط سیستم اعلام می‌کند. سپس سیستم با استفاده و یادگیری از این بازخوردها، ضمن شناسایی مفهوم مورد نظر کاربر، دقت خود را افزایش می‌دهد. بنابراین بازیابی تصویر بر اساس بازخورد ربط را می‌توان به عنوان یک مساله یادگیری تلقی کرد. به این ترتیب روش مذکور زمینه مناسبی برای بهره‌گیری از روش‌های یادگیری ماشین^۴ در حوزه بازیابی تصویر فراهم می‌آورد [۱۶].

یادگیری چند نمونه‌ای^۵ از جمله رویکردهای مطرح در حوزه یادگیری ماشین است که بستر مناسبی برای استفاده همزمان از دو رویکرد پیش‌گفته برای کاهش شکاف معنایی فراهم می‌آورد [۱۷]. در یادگیری چند نمونه‌ای مجموعه آموزشی^۶ مشتمل بر تعداد زیادی بسته^۷ است. هر بسته می‌تواند شامل تعداد متفاوتی از نمونه‌ها باشد و هر نمونه توسط یک بردار ویژگی نمایش داده می‌شود.

۱-۴- اهداف و نتایج پژوهش

این تحقیق برای نیل به دو هدف اصلی انجام گرفته است. هدف اول کاهش شکاف معنایی میان ویژگی‌های بصری سطح پایین تصاویر با مفاهیم سطح بالا موجود در آنها است. دومین هدف رساله طراحی یک سیستم بازیابی تعاملی تصویر مبتنی بر یادگیری از کاربر و انگاشت مرکب بودن تصاویر می‌باشد. مهمترین فعالیت‌های انجام شده در این تحقیق جهت حصول اهداف مذکور عبارتند از:

¹ Region-Based Image Retrieval

² Image Segmentation

³ Relevance Feedback

⁴ Machine Learning

⁵ Multiple-Instance Learning

⁶ Training Set

⁷ Bag

- تدوین یک چارچوب برای حل مسأله یادگیری چند نمونه ای متناسب با نیازهای حوزه بازیابی تصویر
- حل مسأله یادگیری چند نمونه ای بر اساس خوشه بندی نمونه ها
- وزن دهی ابعاد فضای ویژگی بر اساس نظرات کاربر
- مدیریت رفتارهای سلیقه ای کاربر در فرایند بازیابی
- یادگیری مفهوم مورد نظر کاربر با استفاده از مثال های آموزشی محدود
- ارائه معیار تشخیص شباهت میان تصاویر منطبق با نظرات کاربر

براین اساس در این پژوهش مدلی مبتنی بر یادگیری چند نمونه ای برای بازیابی تعاملی تصویر ارائه می شود. مدل پیشنهادی مشتمل بر سه بخش اصلی است: واحد تبدیل، واحد یادگیرنده و واحد بازیابی. استقلال نسبی این سه بخش انعطاف مناسبی را در مدل پیشنهادی بوجود می آورد به گونه ای که امکان بازطراحی آنها و بکارگیری روش های جدید در هر یک از این بخش ها وجود دارد. در مدل پیشنهادی ابتدا در واحد تبدیل تصاویر پایگاه داده به بسته های آموزشی مورد نیاز در یادگیری چند نمونه ای تبدیل می شوند. در واحد یادگیرنده عملیات یادگیری از کاربر، بر اساس بازخوردهای دریافتی از او، در چارچوب یادگیری چند نمونه ای انجام می شود. برای انجام یادگیری چند نمونه ای در مدل پیشنهادی از چارچوبی منعطف استفاده شده که قادر است با بهره گیری از تعداد کمی مثال های آموزشی¹ مفهوم مورد نظر کاربر را شناسایی نماید. در این روش ابعاد فضای ویژگی بر اساس بازخوردهای دریافتی از کاربر وزن دهی می شوند. این وزن دهی در واحد بازیابی جهت تشخیص شباهت میان تصاویر پایگاه داده و تصویر مورد نظر کاربر² و رتبه بندی تصاویر پایگاه داده مورد استفاده قرار می گیرد. در مدل پیشنهادی برای شاخص گذاری تصاویر از ترکیب دو ویژگی رنگ و روابط مکانی³ نواحی داخل تصویر استفاده شده است. همچنین مدل پیشنهادی در این پژوهش برای بکارگیری در حوزه های کاربردی که نیازمند بازیابی تصویر با تاکید بر ساختار کلی تصاویر می باشند، نظیر طبقه بندی⁴ و بازیابی صحنه ها⁵ مناسب است. هرچند با بازنگری در این مدل می توان از آن در سایر حوزه های کاربردی نیز استفاده کرد. در این تحقیق از مدل پیشنهادی برای نمایش و بازیابی تصاویر طبیعت استفاده شده است. نتایج آزمون های انجام شده در گروه های مختلف تصاویر طبیعت برتری نسبی این مدل را در قیاس با برخی روش های دیگر نشان می دهد. این نتایج در قالب نمودارهای دقت/فراخوانی بیان شده است.

¹ Training Examples

² Query

³ Spatial Relationship

⁴ Classification

⁵ Scenes