

روشی جدید در بازخورد ربط برای بازیابی تصویر بر اساس محتوا به شیوه چند پرسشی

اسما شمس‌گوشکی^۱، دانشجوی کارشناسی ارشد، سعید سریزدی^۲، دانشیار، حسین نظام‌آبادی‌پور^۳، دانشیار، محمدشهرام معین^۴، استادیار

۱- بخش مهندسی برق، دانشگاه شهیدباهنر کرمان، کرمان، ایران، as_shamsi@yahoo.com

۲- بخش مهندسی برق، دانشگاه شهیدباهنر کرمان، کرمان، ایران، saryazdi@mail.uk.ac.ir

۳- بخش مهندسی برق، دانشگاه شهیدباهنر کرمان، کرمان، ایران، nezam@mail.uk.ac.ir

۴- گروه سامانه‌های چند رسانه‌ای، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، تهران، ایران، moin@itrc.ac.ir

چکیده: در این تحقیق، روشی برای بازخورد ربط به شیوه چند پرسشی در بازیابی تصویر بر اساس محتوا ارائه شده است. در این روش به منظور تبدیل بردار پرس‌وجو به چند بردار، تصاویر مرتبط با استفاده از ابزار خوشه بندی سلسله مراتبی خوشه بندی شده و مرکز هر خوشه به عنوان یک پرس‌وجوی جدید در نظر گرفته می‌شود. سپس بردارهای پرس‌وجو در فضای ویژگی برای نزدیک شدن به تصاویر مرتبط حرکت می‌کنند. بر خلاف روش‌های چند پرسشی موجود، این روش بر روی تک تک ویژگی‌ها اعمال شده و نتایج بازیابی حاصل از تمام ویژگی‌ها برای تولید نتایج نهایی بازیابی ترکیب می‌شوند. روش پیشنهادی روی یک پایگاه تصویر شامل ۱۰۰۰۰ تصویر از ۸۲ گروه معنایی متفاوت آزموده شده است. نتایج آزمایش‌ها برتری روش پیشنهادی به روش‌های موجود را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بازیابی تصویر بر اساس محتوا، یادگیری کوتاه مدت، بازخورد ربط، بهبود بردار پرس‌وجو، چند پرسشی.

A New Multi-query Relevance Feedback Approach in Content Based Image Retrieval

Asma Shamsi-Goshki¹, Saeid Saryazdi¹, Hossein Nezamabadi-pour¹, Mohamad-Shahram Moin².

1-Department Of Electrical Engineering-SH .Bahonar kerman University, 2-Itrc

Abstract: In this paper, a new multi-query relevance feedback approach is proposed for content based image retrieval. To realize the multi-point queries, a hierarchical clustering method is applied on the related (positive) images and the clusters' representative (here center) are selected as new queries vectors. Then, these queries vectors are moved in the feature spaces towards related images. In contrast with other existing multi-query relevance feedback methods, the proposed method acts separately on each feature space and the output results are combined to perform the final result. To evaluate the performance of the proposed method, a set of comparative experiments on a general image database containing 10000 images of 82 different semantic groups are performed. The results confirm the efficiency of the proposed method comparing to well-known conventional methods.

Keyword: Content-based image retrieval, Short-term learning, Relevance feedback, query refinement, Multi-query.

تاریخ ارسال مقاله: ۸۹/۵/۲۰

تاریخ اصلاح مقاله: ۹۰/۶/۲۶

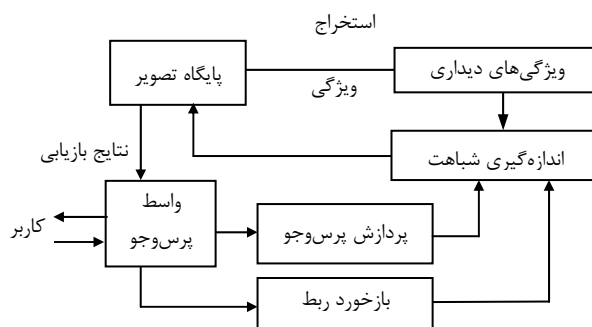
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۱۰/۶

نام نویسنده مسئول: دکتر حسین نظام‌آبادی‌پور

نشانی نویسنده مسئول: کرمان، میدان پژوهش، دانشگاه شهید باهنر کرمان، بخش مهندسی برق.

۱- مقدمه

در سیستم‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا، کاربر به دنبال جستجوی معنایی تصویر است. اما سامانه پایگاه داده را بر اساس ویژگی‌های سطح پایین جستجو می‌کند و تصاویری به کاربر ارائه می‌دهد که دارای ویژگی‌های سطح پایین نزدیک به تصویر پرس‌وجوی کاربر هستند، در حالی که ممکن است دارای معنای دلخواه کاربر نباشند. این موضوع نشان دهنده آن است که ویژگی‌های سطح پایین برای ارائه ویژگی‌های معنایی تصاویر کافی نیستند. از سوی دیگر سلیقه افراد مختلف با یکدیگر متفاوت است و ممکن است افراد مختلف، معانی متفاوتی از یک تصویر برداشت کنند [۱]. برای رفع این محدودیت‌ها، لازم است که عمل بازیابی با تعامل کاربر همراه باشد. ساختار یک سامانه بازیابی تصویر در شکل (۱) به تصویر کشیده شده است. در این سامانه پایگاه تصویر شامل تصاویری است که کاربر برای یافتن تصویر دلخواهش آن‌ها را جستجو می‌کند. ویژگی‌های دیداری مناسبی از تصاویر استخراج شده و تصاویر با آن‌ها نمایه می‌شوند [۲] [۳] [۴]. ویژگی‌های استخراج شده از تصاویر در پایگاه ویژگی‌های دیداری یا سطح پایین نگهداری می‌شوند. این سامانه شامل یک رابط گرافیکی یا واسط پرس‌وجو است که با استفاده از آن با کاربر ارتباط برقرار کرده و با او در تعامل است. زیرسامانه پردازش پرس‌وجو، ویژگی‌های مناسب را از تصویر پرس‌وجو استخراج می‌کند. زیرسامانه اندازه‌گیری شباهت، شباهت بین بردار ویژگی پرس‌وجو و بردارهای ویژگی تصاویر پایگاه را محاسبه می‌کند. سپس سامانه نزدیک‌ترین تصاویر به پرس‌وجو را پیدا می‌کند. این تصاویر از طریق رابط گرافیکی به کاربر ارائه می‌شوند و با دریافت نظر کاربر راجع به آن‌ها، تعامل با کاربر تا رسیدن به تصاویر دلخواه او ادامه می‌یابد. از این فرآیند که به بازخورد ربط معروف است به منظور یادگیری کوتاه مدت استفاده می‌شود.



شکل (۱): ساختار سامانه پیشنهادی تعاملی بازیابی تصویر [۵]

روش‌های موجود در زمینه یادگیری کوتاه مدت به دو دسته کلی الگوریتم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین و الگوریتم‌های مبتنی بر بردار پرس‌وجو و تابع شباهت تقسیم می‌شوند. در یادگیری کوتاه مدت، سامانه اطلاعات کاربر را در خصوص ارتباط تصاویر ارائه شده به پرس‌وجو، جو، بررسی کرده و بر مبنای آن‌ها با استفاده از ابزارهای یادگیری ماشینی یا مجموعه‌ای از قواعد شهودی به تصحیح بردار پرس‌وجو و بهبود تابع شباهت به گونه‌ای که کاربر را گام به گام به تصاویر دلخواهش نزدیک کند، می‌پردازد. الگوریتم‌های مبتنی بر بردار پرس‌وجو و تابع شباهت فقط از تصاویر بازخورد خورده توسط کاربر استفاده می‌کنند در حالی که روش‌های یادگیری ماشین روی تصاویر کل پایگاه اعمال شده و زمان برتر هستند. در روش‌های بهبود تابع شباهت، هدف استفاده از تصاویر مرتبط و نامرتب به منظور تنظیم وزن مؤلفه‌های بردار ویژگی است. به این منظور در تحقیقات مختلف از اطلاعات متفاوتی مثل میانگین یا واریانس هر مؤلفه روی تصاویر مرتبط و نامرتب یا فاصله هر مؤلفه از تصاویر بازخورد شده با روابط مختلف استفاده شده است. هدف از بهبود بردار پرس‌وجو، حرکت بردار پرس‌وجو در فضای جستجو است به نحوی که از تصاویر نامرتب دور و به تصاویر مرتبط نزدیک شود. در جابجایی بردار پرس‌وجو به یک مکان جدید، فرض می‌شود که همه تصاویر مرتبط در کنار هم قرار دارند. اما اگر تصاویر مرتبط در فضای ویژگی نزدیک هم نبوده و به عبارتی چند-مدی باشند، دیگر این روش چندان موثر نیست. زیرا که یک بردار پرس‌وجو قادر است فقط بخشی از تصاویر مرتبط را کشف کرده و مابقی آن‌ها در حوزه کاوش و دید بردار پرس‌وجو قرار نمی‌گیرند. به همین دلیل، روش‌های چند پرسشی مؤثرتر هستند. در روش‌های چند پرسشی، در مراحل بعدی جستجو، بر مبنای تصاویر مرتبط، چندین بردار پرس‌وجو ساخته شده و هر یک از آن‌ها به سمت بخشی از تصاویر مرتبط در یک محیط چندمدی در فضای ویژگی حرکت می‌کند. این موضوع باعث می‌شود که فضای ویژگی با دقت بهتری جستجو شود و تصاویر مرتبط بیشتری بازیابی شود.

در این تحقیق، رهیافتی جدید در بازخورد ربط پیشنهاد شده است که در آن از روش چند پرسشی در هر فضای ویژگی و ترکیب اطلاعات حاصل، استفاده می‌شود. در روش پیشنهادی برای خوشه بندی تصاویر مرتبط از الگوریتم خوشه بندی سلسله مراتبی استفاده شده است. روش پیشنهادی روی یک پایگاه شامل ۱۰۰۰۰ تصویر رنگی آزموده و با روش‌های پایه در این زمینه مقایسه شده است. نتایج آزمایش‌ها کیفیت روش پیشنهادی را تایید می‌کند. ادامه مقاله این‌گونه سازماندهی شده است که در بخش دوم، مروری بر کارهای مرتبط با موضوع تحقیق

انجام شده است. سپس، در بخش سوم روش پیشنهادی معرفی شده است. سامانه پیاده سازی شده در بخش چهارم معرفی شده و در بخش پنجم نتایج عملکرد روش پیشنهادی و مقایسه با روش‌های استاندارد آورده شده است. در نهایت بخش ششم به جمع بندی روش پیشنهادی می‌پردازد.

۲- مروری بر روش‌های یادگیری کوتاه مدت

همان‌گونه که ذکر شد، این روش‌ها به دو دسته کلی الگوریتم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین و الگوریتم‌های مبتنی بر بردار پرس‌وجو و تابع شباهت تقسیم می‌شوند. روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشینی^۱ به دو دسته با نظارت و بدون نظارت تقسیم می‌شوند. روش‌های یادگیری با نظارت، مثل ماشین بردار پشتیبان (SVM) [۶][۷][۸] SVM فازی [۹]، طبقه بند بیز^۲ [۱۰] شبکه‌های عصبی [۱۱] و [۱۲] و درخت تصمیم [۱۳] معمولاً برای یادگیری مفاهیم سطح بالا از روی ویژگی‌های سطح پایین به کار می‌روند. در یادگیری کوتاه مدت از SVM به صورت متمایز کننده داده‌ها در یک دسته و دو دسته استفاده شده است. در SVM با قابلیت جداسازی دو دسته، سامانه تصاویر پایگاه داده را به دو دسته مرتبط و نامرتب تقسیم می‌کند [۱۴]. در SVM یک دسته‌ای، سامانه فقط تصاویر مرتبط پایگاه داده را جدا می‌کند و برای این منظور از یک ابرصفحه برای تفکیک داده‌ها استفاده می‌کند [۸].

روش‌های یادگیری بدون نظارت، بدون دخالت کاربر به صورت خودکار، پایگاه تصاویر را خوشه‌بندی می‌کنند. خوشه‌بندی تصویر یک روش بدون نظارت است و هدفش دسته‌بندی تصاویر است به طوری که شباهت درون خوشه‌ای زیاد و شباهت بین خوشه‌ای کم باشد. روش‌های خوشه‌بندی k-میانگین، خوشه‌بندی MAP^۴، خوشه‌بندی ML^۵، EM^۶، D-EM^۷، LVQ^۸، TS-SOM^۹، Ncut^{۱۰}، LPC^{۱۱}، OPF^{۱۲}، GP^{۱۳} و CLUE^{۱۴} جزو روش‌های یادگیری بدون نظارت هستند [۱۵] تا [۱۸].

الگوریتم‌های مبتنی بر بردار پرس‌وجو و تابع شباهت به دو دسته بهبود تابع شباهت و بهبود بردار پرس‌وجو تقسیم می‌شوند. در بهبود تابع شباهت، وزن ویژگی‌های سطح پایین و مؤلفه‌های ویژگی در خلال بازخورد ربط به منظور رسیدن به هدف کاربر تغییر می‌کند [۱۹]. هدف روش‌های بهبود بردار پرس‌وجو، حرکت این بردار در فضای ویژگی به نحوی است که از تصاویر نامرتب دور و به تصاویر مرتبط نزدیک شود. این روش اولین بار در سامانه MARS در سال ۱۹۹۷ پیشنهاد شد. در این روش، میانگین ویژگی‌های همه تصاویر مرتبط حساب شده و به عنوان بردار پرس‌وجوی جدید در نظر گرفته می‌شوند [۱۹].

کارآمدترند.

در روش k - بهترین [۲۱] به جای این که بردارهای پرس‌وجو با هم ترکیب شده، سپس پایگاه تصاویر جستجو شود؛ ابتدا پایگاه تصاویر بر حسب هر کدام از بردارهای پرس‌وجو جستجو شده سپس نتایج بازگشتی از آن‌ها با هم ترکیب می‌شوند.

تحقیق [۱۹] روش MARS را بکار می‌گیرد و آن را با شیوه چند پرسشی بهبود می‌دهد. در MARS از الگوریتم‌های مبتنی بر بردار پرس‌وجو و تابع شباهت شامل بهبود تابع شباهت و بهبود بردار پرس‌وجو استفاده می‌شود. به این صورت که ابتدا وزن‌های تابع شباهت تصحیح می‌شود، سپس برای بهبود بردار پرس‌وجو، از میانگین نقاط

می‌شوند، یعنی اینکه $F_i = [f_i^1, f_i^2, \dots, f_i^K]$ که در آن، f_i^k بیانگر ویژگی نوع k است و $k = \{1, 2, \dots, K\}$ [۲۵].

در روش چند پرسشی پیشنهادی، ابتدا کاربر یک تصویر را به عنوان مثال به سامانه ارائه می‌کند. سپس ویژگی‌های سطح پایین آن استخراج شده و بازیابی بر اساس بردار ویژگی آن تصویر شروع می‌شود. سامانه، تصاویر بازیابی شده را به کاربر نشان داده و کاربر تصاویر مرتبط را مشخص می‌کند. در مرحله بعد جستجو در فضای هر نوع ویژگی به صورت جداگانه انجام شده و نتایج حاصل به صورت و زنده ترکیب می‌شوند. برای جستجو در فضای هر نوع ویژگی از روش چند پرسشی استفاده می‌شود. به این صورت که تصاویر مرتبط خوشه‌بندی شده و مرکز هر خوشه به عنوان یک پرس‌وجوی جدید در نظر گرفته می‌شود. بعد از جستجوی پایگاه تصاویر با مرکز هر خوشه، برای هر تصویر پایگاه، کم‌ترین فاصله از مراکز خوشه‌ها به عنوان میزان شباهت آن تصویر به بردار پرس‌وجو در نظر گرفته می‌شود و تصاویر بر اساس این مقادیر مرتب می‌شوند. در هر مرحله از تصاویر مرتبط مرحله قبل هم در خوشه‌بندی استفاده می‌شود. برای خوشه‌بندی تصاویر مرتبط از الگوریتم خوشه‌بندی سلسله مراتبی WPGMC¹ [۲۶] و برای بدست آوردن تعداد مناسب خوشه‌ها از روش پیشنهادی در مرجع [۲۷] استفاده شده است.

به منظور ترکیب کردن نتایج بازیابی بر اساس هر نوع ویژگی، برای هر تصویر، مجموع وزن داری از رتبه‌های آن تصویر در لیست‌های بازیابی مختلف (بازیابی بر اساس ویژگی‌های مختلف) محاسبه و تصاویر پایگاه بر اساس این معیار مرتب می‌شوند. وزن مربوط به هر نوع ویژگی، متناسب با عکس مجموع رتبه‌های تصاویر مرتبط در بازیابی بر اساس آن نوع ویژگی در نظر گرفته می‌شود. فرض کنید در هر مرحله از بازیابی، مجموعه تصاویر $X^+ = \{X_1^+, X_2^+, \dots, X_m^+\}$ ، به عنوان تصاویر مرتبط این مرحله و مراحل قبل باشند. برای تعیین وزن مربوط به هر نوع ویژگی در مرحله بعد، رتبه هر یک از تصاویر مجموعه X^+ ، در بازیابی بر اساس هر یک از ویژگی‌ها مشخص می‌شود. سپس، وزن مربوط به هر نوع ویژگی طبق رابطه (۱) تعیین می‌شود.

$$w^k = \frac{1}{\sum_{i=1}^m \text{rank}^k(X_i^+)}, w_n^k = \frac{w^k}{\sum_{k=1,2,\dots,K} w^k} \quad (1)$$

که در آن، $\text{rank}^k(X_i^+)$ بیانگر رتبه تصویر مرتبط X_i^+ در بازیابی بر اساس ویژگی نوع k و w_n^k وزن نرمالیزه شده مربوط به آن ویژگی است. سپس برای هر تصویر پایگاه داده، رتبه آن تصویر در بازیابی بر اساس هر یک از ویژگی‌ها بدست آمده و معیار شباهت آن تصویر با بردار پرس‌وجو طبق رابطه (۲) تعیین می‌شود:

مرتبط استفاده می‌کند. در تحقیق [۲۲] از روش ترکیب طبقه‌بندها^{۱۰} (CC) که یک روش چندپرسشی است به منظور یادگیری کوتاه استفاده شده است. در این روش، در هر مرحله فاصله تمام تصاویر پایگاه از همه تصاویر مرتبط و نامرتب محاسبه شده و رتبه هر تصویر پایگاه با توجه به فاصله آن از تصاویر مرتبط و نامرتب محاسبه می‌شود. سپس تصاویر با رتبه بالاتر بازیابی شده و به کاربر نشان داده می‌شوند. هرچه فاصله تصویر از تصاویر مرتبط کمتر و از تصاویر نامرتب بیشتر باشد، رتبه آن بالاتر خواهد بود. این روش به دلیل اینکه در هر مرحله تمام تصاویر مرتبط و نامرتب به عنوان پرس‌وجو در نظر گرفته شده و نتایج حاصل از بازیابی آن‌ها با هم ترکیب می‌شوند، جزو روش‌های چند پرسشی است. در تحقیق [۲۳] از الگوریتم خوشه‌بندی سلسله مراتبی ward برای خوشه‌بندی در روش چند پرسشی استفاده کرده است. در [۲۴] از الگوریتم خوشه‌بندی سلسله مراتبی single link برای خوشه‌بندی در روش چند پرسشی استفاده شده است.

در تمام روش‌های موجود در زمینه یادگیری کوتاه مدت مبتنی بر سیستم چند پرسشی، عمل خوشه‌بندی برای تمام ویژگی‌ها به صورت یک بردار واحد انجام می‌شود. از این رو هم‌زمان با اجرای روش چند پرسشی، روش‌های بهبود تابع شباهت نیز عملیاتی می‌شوند. در روش پیشنهادی از یک ایده جدید استفاده شده است. بدین ترتیب که پیشنهاد می‌شود روش چند پرسشی برای هر یک از انواع ویژگی به تنهایی انجام شده و در نهایت نتایج حاصل از بازیابی‌های مختلف بر مبنای ویژگی‌های گوناگون در قالب یک روش ابداعی با یکدیگر ترکیب شوند. یکی از محاسن این روش، عدم نیاز به روش‌های تصحیح تابع شباهت به معنای آنچه را که متداول است، می‌باشد. در ادامه در بخش بعدی به جزئیات این روش پرداخته می‌شود.

۳- روش چند پرسشی پیشنهادی

ابتدا لازم است اشاره شود که در سامانه پیشنهاد شده، ویژگی‌های عام سطح پایین از تصاویر پایگاه استخراج می‌شوند. برای این منظور فرض کنید که تعداد N تصویر در پایگاه تصویر وجود دارد $X = \{X_1, X_2, \dots, X_N\}$. متناظر با تصور X_i بردار ویژه F_i وجود دارد که شامل ویژگی‌های سطح پایین مرتبط با آن است. بنابراین، پایگاه ویژگی شامل N بردار ویژگی به قرار $F = \{F_1, F_2, \dots, F_N\}$ است. بردار ویژگی F_i ، ترکیبی از چند بردار ویژگی ناهمگون است. به عنوان مثال فرض کنید از یک تصویر، K نوع ویژگی مختلف (ویژگی نوع k شامل L_k مؤلفه ویژگی است و $k = \{1, 2, \dots, K\}$) استخراج شده و ویژگی‌های استخراج شده در قالب یک بردار ویژگی به یکدیگر الحاق

گیرد. برای محاسبه وزن‌ها ابتدا مطابق جدول (۲) رتبه تصاویر مرتبط را در فضای ویژگی‌های مختلف بدست آورده، سپس طبق رابطه (۱) وزن مربوط به هر فضای ویژگی محاسبه می‌شود. حال با توجه به اطلاعات موجود در جدول (۲) و با استفاده از رابطه (۱) وزن مربوط به هر یک از ویژگی‌ها برای مثال نمونه قابل محاسبه است (روابط) ۳ تا (۵).

جدول (۲): رتبه تصاویر مرتبط در هر یک فضاهای ویژگی برای مثال نمونه

تصویر	رتبه بر اساس ویژگی		
	رنگ	بافت	شکل
A	۱	۱	۶
B	۶	۷	۹
C	۳	۱۰	۱۰
D	۴	۶	۴
E	۵	۵	۳
F	۲	۳	۸

$$w^S = \frac{1}{6+9+10+4+3+8} = \frac{1}{40}, w_n^S = 0.2407 \quad (۳)$$

$$w^C = \frac{1}{1+6+3+4+5+2} = \frac{1}{21}, w_n^C = 0.4585 \quad (۴)$$

$$w^T = \frac{1}{1+7+10+6+5+3} = \frac{1}{32}, w_n^T = 0.3009 \quad (۵)$$

در نهایت رتبه نهایی هر تصویر طبق رابطه (۲) محاسبه می‌شود. برای مثال امتیاز نهایی تصویر A طبق رابطه (۲) در رابطه (۶) محاسبه شده است. در جدول (۳) رتبه نهایی تصاویر پایگاه آورده شده است.

$$Score(A) = \frac{0.4585}{1} + \frac{0.2407}{6} + \frac{0.3009}{1} = 0.7494 \quad (۶)$$

$$Score(X_j) = \sum_k \frac{w_n^k}{rank^k(X_j)}, k \in \{1,2,\dots,K\}, j = 1,2,\dots,N \quad (۲)$$

که در آن، $rank^k(X_i^+)$ بیانگر رتبه تصویر X_i در بازیابی بر اساس ویژگی نوع k و $Score(X_j)$ میزان شباهت تصویر j به پرس‌وجوی کاربر است. برای بیان بهتر از یک مثال نمونه استفاده می‌شود. فرض کنید تصاویر $\{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J\}$ تصاویر پایگاه هستند که با سه نوع ویژگی رنگ، بافت و شکل نمایه سازی شده‌اند $\{A, B, C\}$ تصاویر مرتبط مراحل قبلی و $\{D, E, F\}$ تصاویر مرتبط مرحله کنونی هستند. در شکل (۲) دیاگرام کلی روش پیشنهادی (با استفاده از مثال نمونه) نشان داده شده است. در روش پیشنهادی، جستجو در فضای هر نوع ویژگی به صورت جداگانه، به شیوه چند پرسشی انجام شده و نتایج حاصل از بازیابی‌های مختلف با هم ترکیب می‌شوند.

دیاگرام استفاده از روش چند پرسشی در بازخورد ربط در فضای هر نوع ویژگی (به عنوان مثال ویژگی بافت در مثال نمونه) در شکل (۳) نشان داده شده است. در روش چند پرسشی، تصاویر مرتبط توسط الگوریتم خوشه بندی سلسله مراتبی خوشه بندی شده و مرکز هر خوشه به عنوان یک پرس‌وجوی جدید در نظر گرفته می‌شود. بعد از جستجوی پایگاه تصاویر با مرکز هر خوشه، برای هر تصویر پایگاه، کم‌ترین فاصله از مراکز خوشه‌ها به عنوان میزان شباهت آن تصویر به بردار پرس‌وجو در نظر گرفته شده و تصاویر بر اساس این مقادیر مرتب می‌شوند. جدول (۱) مرتب شده تصاویر پایگاه در فضاهای ویژگی مختلف را در این مثال نشان می‌دهد.

جدول (۱): لیست تصاویر بازیابی شده پایگاه به ترتیب رتبه در فضای هر یک از ویژگی‌ها برای مثال نمونه

لیست بازیابی بر اساس یک ویژگی		
رنگ	بافت	شکل
A	A	J
F	G	I
C	F	E
D	H	D
E	E	H
B	D	A
I	B	G
G	J	F
H	I	B
J	C	C

بعد از مرتب سازی تصاویر پایگاه در هر یک از فضاهای ویژگی، نتایج با هم ترکیب می‌شوند تا یک نتیجه نهایی بدست آید. به این منظور در روش چند پرسشی پیشنهادی به هر نوع ویژگی یک وزن تعلق می-

دارند. تمام تصاویر متعلق به یک گروه معنایی به طور قطع در یک ویژگی معنایی با یکدیگر اشتراک دارند که ما آن را به عنوان گروه معنایی اصلی برای آن تصویر در نظر گرفته‌ایم.

۴-۲- ویژگی‌های پایه

از خصوصیات سامانه ارائه شده این است که چندان به نوع ویژگی استفاده شده در آن حساس نیست. از این رو سعی شده که ویژگی‌ها هر چه عام‌تر بوده و تعداد مؤلفه‌های آن‌ها زیاد باشند. در این مطالعه از سه نوع ویژگی رنگ، بافت و شکل از استاندارد MPEG7 استفاده شده است. هیستوگرام رنگ و هیستوگرام راستای لبه‌ها به ترتیب به عنوان ویژگی‌های رنگ و شکل انتخاب شده‌اند. برای استخراج ویژگی بافت از فیلترهای گابور استفاده شده است. ویژگی‌های استفاده شده در سامانه در ادامه توصیف شده‌اند. طول بردارهای ویژگی رنگ، لبه و بافت به ترتیب برابر ۶۰ و ۱۵۰ و ۶۰ است و در مجموع هر یک از تصاویر با برداری به اندازه ۲۷۰ نمایه می‌شوند.

هیستوگرام رنگ

برای نمایه‌سازی رنگ در تصاویر، از هیستوگرام رنگ در فضای HSV استفاده شده است. در این تحقیق هیستوگرام رنگ پیشنهادی با ۶۰ بازه از تصاویر استخراج شده و تمام پایگاه تصویر بر این مبنا نمایه سازی شده است. برای محاسبه هیستوگرام رنگ پیشنهادی، هر یک از بازه‌های H، S و V به ترتیب به ۶، ۳ و ۳ بازه به طور خطی و یکنواخت چندی شده (در کل تعداد ۵۴ بازه به سطوح رنگ اختصاص داده شده است) و ۶ بازه برای سطوح خاکستری در نظر گرفته می‌شود. از آنجا که در فضای رنگ HSV، پیکسل‌هایی که مقادیر s و v آن‌ها کمتر از ۰/۲ است رنگی به نظر نمی‌آیند و مثل پیکسل‌های با سطوح خاکستری هستند، این بخش از فضای رنگ به عنوان سطوح خاکستری در نظر گرفته شده و به ۶ سطح حول محور V به طور خطی و یکنواخت چندی می‌شود. می‌کند در نهایت هیستوگرام رنگ با ۶۰ کلاس محاسبه می‌شود.

ویژگی‌های گابور

به علت خاصیت تفکیک پذیری خوب و چندگانه در حوزه‌های مکان و فرکانس به عنوان ابزاری قوی در تحلیل بافت استفاده می‌شوند. در این تحقیق در مجموع از ۳۰ فیلتر گابور در ۵ مقیاس ۱۷ و ۶ جهت ۱۸ استفاده شده است.

فرکانس مرکزی حداکثر، $2\sqrt{18}$ سیکل بر پهنای تصویر و فرکانس مرکزی حداقل، $2\sqrt{16}$ سیکل بر پهنای تصویر انتخاب شده‌اند.

جدول (۳): رتبه نهایی تصاویر مرتبط در مثال نمونه

تصاویر پایگاه	رتبه در فضای ویژگی			امتیاز نهایی (رابطه ۲)	رتبه نهایی
	رنگ	بافت	شکل		
A	۱	۱	۶	۰.۷۴۹۴	۱
B	۶	۷	۹	۰.۱۴۴۲	۱۰
C	۳	۱۰	۱۰	۰.۲۰۷۰	۸
D	۴	۶	۴	۰.۲۳۰۰	۶
E	۵	۵	۳	۰.۲۴۰۱	۵
F	۲	۳	۸	۰.۳۴۷۱	۳
G	۹	۲	۷	۰.۲۱۴۳	۷
H	۸	۴	۵	۰.۱۷۷۷	۹
I	۷	۹	۲	۰.۲۴۲۷	۴
J	۱۰	۸	۱	۰.۳۷۶۸	۲

سپس با توجه به امتیاز نهایی (جدول ۳)، تصاویر پایگاه مرتب می‌شوند. در این مثال رتبه نهایی به صورت $\{A, J, F, I, E, D, G, C, H, B\}$ خواهد بود.

لازم به ذکر است که در روش پیشنهادی ممکن است با افزایش تعداد تکرارها (تعداد دفعات عامل کاربر با سامانه بازیابی تصویر)، تعداد خوشه‌ها افزایش یافته و به تبع آن پیچیدگی جستجو به واسطه افزایش تعداد بردارهای پرس‌وجو افزایش یابد. برای این منظور در پیاده‌سازی روش پیشنهادی، تعداد خوشه‌ها به یک مقدار حداکثر محدود می‌شود. بنابراین، با افزایش تعداد تکرارها پیچیدگی محاسباتی از یک حد مشخص فراتر نمی‌رود.

۴- معرفی سامانه پیاده سازی شده

در این تحقیق، ساختار سامانه بازیابی تصویر ارائه شده در شکل (۱) پیاده سازی شده است.

۴-۱- پایگاه تصویر

هدف اصلی این تحقیق طراحی فیلترهایی با دوره زمانی (مکانی) محدود در سامانه پیاده سازی شده از یک پایگاه تصویر عام استفاده شده است. برای تشکیل پایگاه از سه پایگاه تصویر مشهور که در بسیاری از تحقیقات به آن‌ها ارجاع شده، استفاده شده است: الف پایگاه داده ۲۰۰۰۰ تصویری ImageCLEF 2007 photo [۲۸]، ب پایگاه داده MSRC، شامل ۴۳۲۰ تصویر با ۳۳ گروه معنایی [۲۹]، ج پایگاه تصویر SIMPLISity شامل ۱۰۰۰ تصویر با ۱۰ گروه معنایی [۳۰]. از مجموع ۲۵۳۲۰ تصویر این سه پایگاه تصویر، تعداد ۱۰۰۰۰ تصویر انتخاب و پایگاه تصویر تشکیل شد. تمام تصاویر پایگاه، رنگی و در حوزه فشرده JPEG هستند. تصاویر انتخاب شده در ۸۲ گروه معنایی اصلی قرار

استفاده شده است. روش پیشنهادی به عنوان یک ابزار در بازخورد ربط در سامانه بازیابی تصویر پیاده‌سازی و نتایج آزمایش‌ها در قیاس با روش تک پرسشی Rui [۳۴]، روش چند پرسشی CC [۲۲] و یک روش چند پرسشی پایه [۲۳] ارائه می‌شوند.

در روش چند پرسشی پایه، ابتدا کاربر یک تصویر را به عنوان مثال به سامانه ارائه می‌کند. سپس، ویژگی‌های سطح پایین آن استخراج شده و بازیابی بر اساس بردار ویژگی آن تصویر شروع می‌شود. سامانه تصاویر بازیابی شده را به کاربر نشان داده و کاربر تصاویر مرتبط را مشخص می‌کند. در مرحله بعد، برای بازیابی از روش چند پرسشی استفاده می‌شود. به این صورت که تصاویر مرتبط خوشه‌بندی شده و مرکز هر خوشه به عنوان یک پرس‌وجو در نظر گرفته می‌شود. سپس پایگاه داده با هر کدام از بردارهای پرس‌وجو جستجو شده و نتایج حاصل از آن‌ها با هم ترکیب می‌شوند. در این روش در هر مرحله، از تصاویر مرتبط مرحله قبل نیز در خوشه‌بندی استفاده می‌شود. برای خوشه‌بندی تصاویر مرتبط از الگوریتم خوشه‌بندی سلسله مراتبی استفاده می‌شود. برای بدست آوردن تعداد مناسب خوشه‌ها از روش ارائه شده در [۲۷] استفاده می‌شود. بعد از جستجوی پایگاه تصاویر با مرکز هر خوشه، برای هر تصویر پایگاه، کمترین فاصله از مراکز خوشه‌ها به عنوان میزان شباهت تصویر به تصویر پرس‌وجو در نظر گرفته شده و تصاویر بر اساس این مقادیر مرتب می‌شوند.

۴-۵- رابط گرافیکی

برای برقراری ارتباط بین سامانه و کاربر، باید یک رابط گرافیکی کاربر (GUI) طراحی شود. از طریق GUI، کاربر می‌تواند با سامانه ارتباط برقرار کرده و کار جستجو را انجام دهد. در جستجو، عموماً کاربران کار بازیابی را با جستجوی معنایی آغاز می‌کنند. برای دریافت گروه معنایی مورد دلخواه کاربر، جستجو با ارایه یک تصویر نمونه انجام می‌شود. کاربر یک تصویر از نوع آنچه به دنبال آن است را از طریق رابط گرافیکی به سامانه ارائه می‌کند و رابط گرافیکی، تصاویر بازیابی شده را به کاربر نشان داده و اطلاعات لازم برای ادامه بازیابی را از کاربر دریافت و به سامانه ارائه می‌کند.

۵- نتایج آزمایش‌ها و مقایسه

چهار روش یادگیری کوتاه مدت، شامل روش چند پرسشی پیشنهادی "The Proposed MQ"، چند پرسشی پایه "Basic MQ"، چند پرسشی "CC MQ" و روش تک پرسشی Rui، "Rui SQ" به منظور یادگیری کوتاه مدت پیاده‌سازی شدند. برای مقایسه این روش‌ها، ۲۵ تصویر پرس‌وجو از ۲۵ گروه معنایی مختلف انتخاب و به سامانه ارائه

بنابراین مقدار ضریب مقیاس، ۲ خواهد بود. این فیلترها در ابعاد 256×256 پیکسل طراحی شده‌اند. برای نمایه سازی تصویر، در مرحله پیش پردازش از تصویر رنگی، تصویر خاکستری ساخته شده و این تصویر به ابعاد 256×256 نرمالیزه می‌شود. سپس زیرتصویرهای فیلتر شده، محاسبه می‌شوند. از هر زیر-تصویر دو پارامتر میانگین و انحراف معیار به عنوان ویژگی استخراج می‌شود. این ویژگی بر مبنای استاندارد MPEG-7 انتخاب و طراحی شده است [۳۱] بردار نمایه ویژگی‌های گابور ۶۰ بعدی است.

هیستوگرام لبه

لبه، یک ویژگی مهم در بیان محتوای تصویر است. در استاندارد MPEG-7 برای نمایش توزیع لبه در تصویر، از هیستوگرام لبه استفاده می‌شود. هیستوگرام توزیع لبه‌های محلی^{۱۹} با ۸۰ کلاس در MPEG-7 به عنوان توصیف‌گر هیستوگرام لبه استاندارد شده است. برای بالا بردن کارایی بازیابی به توزیع لبه در کل تصویر نیاز است زیرا توزیع محلی لبه‌ها برای بیان ویژگی‌های توزیع لبه در کل^{۲۰} تصویر کافی نیستند. بنابراین، دو نوع توزیع لبه دیگر نیز برای تصویر معرفی شده است: الف) توزیع لبه سراسری ب) توزیع لبه نیمه سراسری. در استاندارد MPEG-7، ۵ نوع لبه، شامل یک لبه بدون جهت و ۴ لبه‌ی جهت‌دار در جهت‌های افقی، عمودی، ۴۵ درجه و ۱۳۵ درجه برای تشکیل هیستوگرام لبه تعریف شده‌اند. طول بردار ویژگی هیستوگرام لبه (ترکیب ویژگی-های سراسری و نیمه سراسری) ۱۶۰ بعد است. برای مشاهده جزئیات مربوط به استخراج هیستوگرام لبه به مرجع [۷] مراجعه کنید.

۴-۳- معیار عدم شباهت

نتایج آزمایش‌ها در مرجع [۳۳] نشان می‌دهد که معیار χ^2 در رابطه (۷) کارایی قابل قبولی در بازیابی برای هر سه ویژگی هیستوگرام رنگ، لبه و ویژگی‌های گابور را دارد. بنابراین این معیار به عنوان معیار عدم شباهت انتخاب می‌شود.

$$d(F_i, F_j) = \sum_l \left(\frac{f_{i,l} - f_{j,l}}{f_{i,l} + f_{j,l}} \right)^2 \quad (7)$$

که در این رابطه F_i, F_j و d به ترتیب بیانگر بردارهای ویژگی دو تصویر i و j و معیار عدم شباهت بین این دو بردار ویژگی هستند. مؤلفه l از تصویر i است و L طول بردار ویژگی را نشان می‌دهد.

۴-۴- یادگیری کوتاه مدت سامانه

در سامانه پیاده‌سازی شده به منظور یادگیری کوتاه مدت از تبدیل بردار پرس‌وجو به چند بردار یا روش چند پرسشی در هر فضای ویژگی

نمایه‌سازی شدند و بازیابی برای ۲۵ تصویر پرس‌وجو از ۲۵ گروه معنایی مختلف انجام شده است. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهند که دقت روش پیشنهادی بیش از روش چند پرسشی پایه و روش تک پرسشی Rui و تقریباً برابر با روش چند پرسشی CC است اما از لحاظ زمانی برتری قابل توجهی به روش CC دارد. این موضوع نشان‌دهنده‌ی آن است که رهیافت پیشنهادی بهتر توانسته است ارتباط بین ویژگی‌های دیداری و معانی سطح بالا را برقرار کند.

سپاسگزاری

این تحقیق از پشتیبانی مالی مرکز تحقیقات مخابرات ایران در چارچوب قرار داد شماره ۵۰۰/۴۸۲۴/ت مورخ ۱۳۸۸/۳/۲۷ بین دانشگاه شهید باهنر کرمان و آن مرکز محترم برخوردار بوده است.

جدول (۴): دقت روش‌های پیاده‌سازی شده در مرحله هشتم با ۱۰، ۲۰ و ۳۰

تصویر بازیابی شده

تعداد تصاویر بازیابی شده در هر مرحله	۱۰	۲۰	۳۰
دقت روش The Proposed MQ	٪۷۸	٪۷۵	٪۷۹
دقت روش CC MQ [22]	٪۷۹	٪۷۴	٪۷۵
دقت روش Basic MQ [23]	٪۷۶	٪۷۰	٪۵۷
دقت روش Rui SQ [34]	٪۶۹	٪۴۹	٪۴۴

جدول (۵): زمان بازیابی تصاویر در یک مرحله با روش‌های پیاده‌سازی شده

روش یادگیری کوتاه مدت پیاده‌سازی شده	زمان بازیابی در یک مرحله (ثانیه)
The Proposed MQ	۶/۱۵
CC MQ [22]	۱۴/۵
Basic MQ [23]	۱/۴۳
Rui SQ [34]	۲/۲۶

مراجع

- [۱] ح. نظام آبادی پور، «کاربرد ویژگی‌های وابسته به نوع تصویر در یک سامانه بازیابی تصویر رنگی»، پایان نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، بخش مهندسی برق، تابستان ۱۳۸۳.
- [۲] س. سریزدی و ح. نظام‌آبادی پور، «روش جدیدی برای نمایه‌سازی تصاویر رنگی مبتنی بر فشرده‌سازی و مورفولوژی ریاضی»، نشریه علمی پژوهشی انجمن کامپیوتر ایران، علوم و مهندسی کامپیوتر، ۱۳۸۴، مجلد ۳، شماره ۳(الف)، صفحات ۸۱-۹۴.

شدند. از کاربر درخواست شد که هر نشست بازیابی را تا ۸ مرحله جلو برده و با سامانه تعامل کند. در هر مرحله تعداد تصاویر مرتبط با معنای کاربر ثبت شده و کاربر با مشخص کردن تصاویر مرتبط و نامرتب، بازیابی را با سامانه در فرایند بازخورد ربط ادامه می‌دهد. بر مبنای تعداد تصاویر بازیابی شده مرتبط، برای هر تصویر، گراف دقت بر حسب تعداد تکرارها بدست می‌آید. این عمل برای تمام ۲۵ تصویر پرس‌وجوی آزمون انجام شده و میانگین دقت بر حسب تکرار محاسبه و رسم می‌شود. لازم به ذکر است که تصاویر پرس‌وجو برای مقایسه هر چهار رهیافت یادگیری کوتاه مدت یکسان هستند. شکل‌های (۴)، (۵) و (۶)، به ترتیب گراف دقت بر حسب تعداد تکرار را برای این چهار رهیافت با ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تصویر بازیابی شده در هر مرحله، نشان می‌دهند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با افزایش تعداد مراحل بازیابی، دقت سامانه در بازیابی تصاویر مرتبط بیشتر می‌شود. همچنین، جدول (۴) میزان دقت روش‌های پیاده‌سازی شده را در مرحله هشتم بازیابی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، دقت روش پیشنهادی در تکرار هشتم بیش از روش چند پرسشی پایه و روش تک پرسشی Rui و تقریباً برابر با روش چند پرسشی CC است. در روش CC، در هر مرحله تمام تصاویر مرتبط و نامرتب به عنوان پرس‌وجو در نظر گرفته می‌شوند. این روش به دلیل تعداد بالای پرس‌وجوها در هر مرحله، دقت خوبی دارد اما از پیچیدگی محاسباتی بالایی برخوردار است. جدول (۵) زمان بازیابی تصاویر در یک مرحله را برای روش‌های پیاده‌سازی شده نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، روش پیشنهادی از نظر زمانی بسیار کم هزینه‌تر از روش CC است.

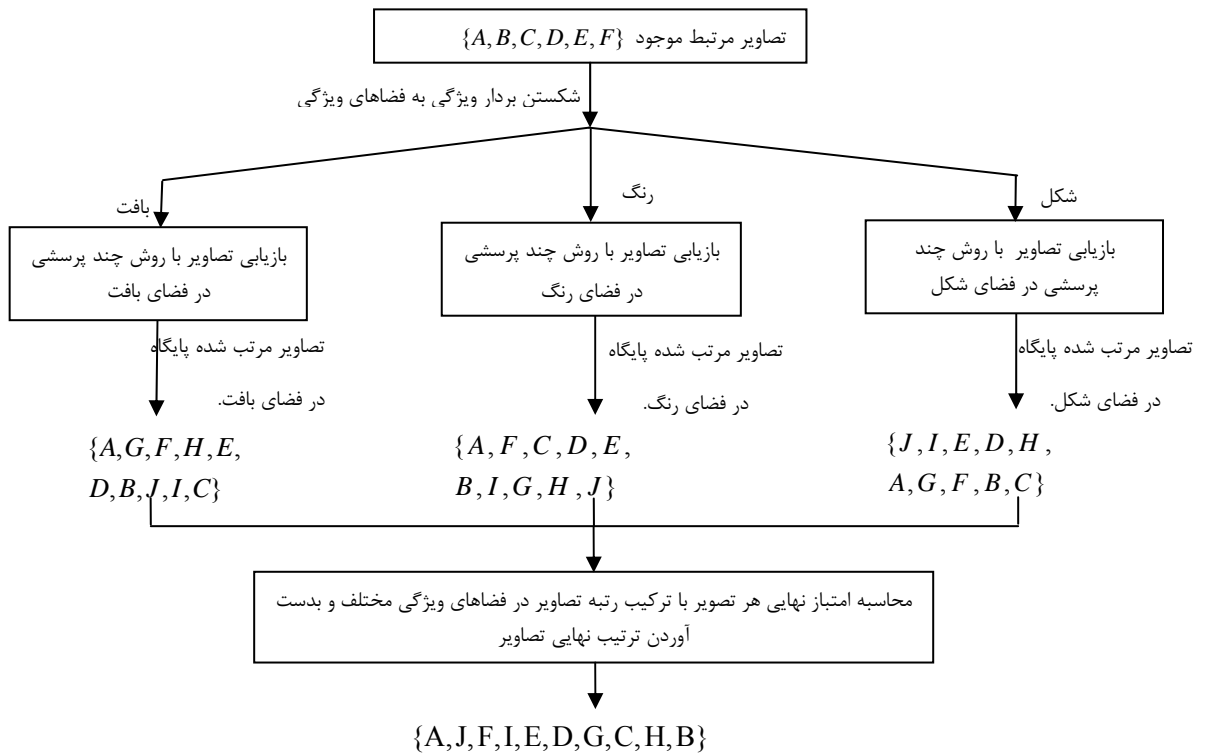
۶- جمع بندی

در سامانه‌های بازیابی تصویر بر اساس محتوا از ابزارهای بازخورد ربط، نظیر بهبود بردار پرس‌وجو، بهبود تابع شباهت و روش چند پرسشی به منظور بالا بردن کارایی سامانه استفاده می‌شود. در بهبود بردار پرس‌وجو و بهبود تابع شباهت معمولاً از تصاویر مرتبط و نامرتب برای تصحیح بردار پرس‌وجو و وزن‌های مؤلفه‌های ویژگی استفاده می‌شود و در روش چند پرسشی تصاویر مرتبط خوشه بندی شده و مرکز هر خوشه به عنوان یک پرس‌وجوی جدید در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق، روشی جدید در بازخورد ربط پیشنهاد گردیده که در آن از روش چند پرسشی در تک‌تک فضاهای ویژگی و ترکیب نتایج آن‌ها استفاده شده است.

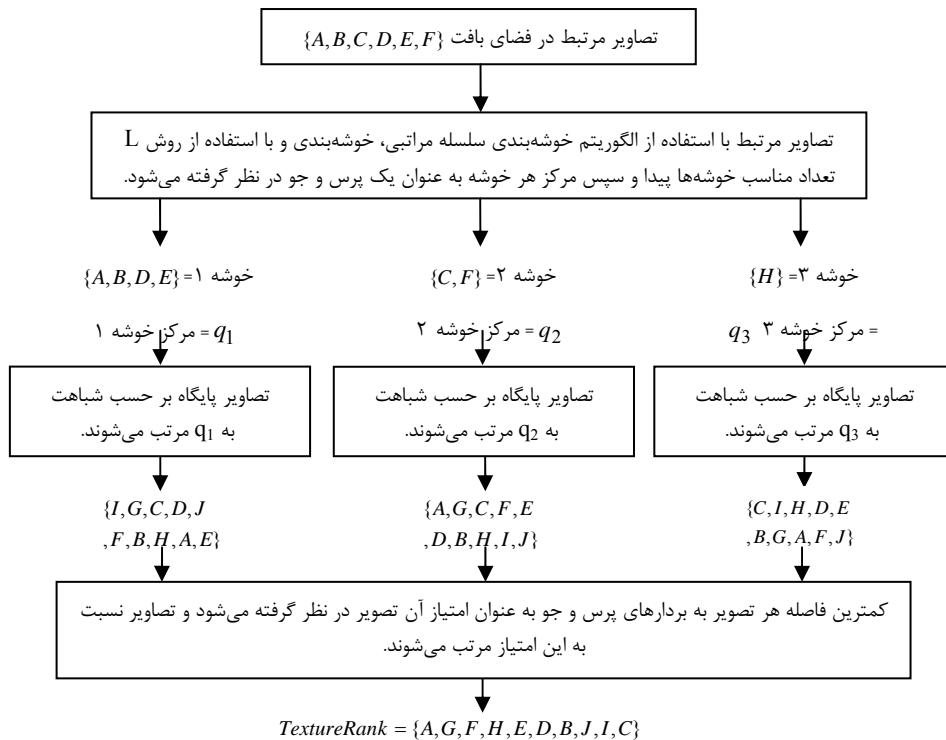
به منظور ارزیابی روش پیشنهادی از یک پایگاه تصویر شامل ۱۰۰۰۰ تصویر از ۸۲ گروه معنایی متفاوت استفاده شده است. تصاویر پایگاه با استفاده از ویژگی‌های گابور، هیستوگرام رنگ و هیستوگرام راستای لبه

- [19] K. Porkaew, K. Chakrabarti and S. Mehrotra, "Query refinement for multimedia similarity retrieval in MARS", Proceedings of the ACM International, Multimedia Conference, pp. 235–238, 1999.
- [20] D.H. Kim, C.W. Chung and K. Barnard, "Relevance feedback using adaptive clustering for image similarity retrieval", The Journal of Systems and Software, vol. 78, pp. 9–23, 2005.
- [21] J. French, X.-Y. Jin, "An empirical investigation of the scalability of a multiple viewpoint CBIR system", Proceedings of the CIVR, Ireland, pp. 252–260, 2004.
- [22] T. Deselaers, R. Paredes, E. Vidal, H. Ney, "Learning weighted distances for relevance feedback in image retrieval", 19th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), pp. 1-4, 2008.
- [23] J. Urban and J.M. Jose, "Evidence Combination for Multi-Point Query Learning in Content-Based Image Retrieval", Proceedings of the IEEE (ISMSE'04), 2004.
- [۲۴] ا. شمسی گوشکی، «بازیابی تصاویر رنگی بر پایه محتوا با استفاده از روش‌های چند پرسشی و بازخورد ربط»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، بخش مهندسی برق، بهار ۱۳۸۹.
- [۲۵] ح. نظام‌آبادی‌پور و ا. کبیر، «ترکیب ویژگی‌های سطح پایین برای طبقه‌بندی معنایی تصاویر»، نشریه علمی پژوهشی انجمن کامپیوتر ایران، علوم و مهندسی کامپیوتر، مجلد ۲، شماره ۱ و ۳ (الف)، صفحات ۳۷-۴۶، ۱۳۸۳.
- [26] S. Theodoridis and K. Koutroumbas, *Pattern Recognition*, Academic Press, ISBN:0-21- 686140-4. 1999.
- [27] S. Salvador and P. Chan. "Determining the number of clusters/segments in hierarchical clustering/segmentation algorithms". Technical Report CS-2003-18, Florida Institute of Technology, 2003.
- [28] P. Clough, M. Grubinger, A. Hanbury and H. Muller, "Overview of the image clef 2007 photographic retrieval task", Advances in Multilingual and Multimodal Information Retrieval 8th Workshop of the Cross Language Evaluation Forum CLEF 2007, LNCS, vol. 5152, 2008.
- [29] J. Winn, A. Criminisi, and T. Minka, "Object categorization by learned universal visual dictionary". In ICCV, vol. 2, PP. 1800-1807, 2005.
- [30] J.Z. Wang, J. Li and G. Wiederhold, "Simplicity: semantics-sensitive integrated matching for picture libraries", IEEE Trans. on Pattern Anal. Mach. Intell. 23 (9), PP. 947-963, 2001.
- [31] B.S. Manjunath, P. Salembier, T. Sikora, "Introduction to MPEG-7", Wiley, New York, 2002.
- [32] D.K. Park, Y.S. Jeon and C.S. Won, "Efficient use of local edge histogram descriptor", Proceedings of the ACM workshops on Multimedia, 1-58113-311-1, pp. 51-54, 2000.
- [۳۳] ح. نظام‌آبادی‌پور و ا. کبیر، «ارزیابی معیارهای عدم شباهت در بازیابی و طبقه‌بندی تصاویر»، مجله علمی پژوهشی فنی مدرس، ۱۳۸۴، شماره ۲۲، صفحات ۸۹-۹۸.
- [34] Y. Rui, T.S. Huang, M. Ortega and S. Mehrotra, "Relevance feedback: a power tool for interactive content-
- [3] H. Nezamabadi-pour and S. Saryazdi, "Object-based image indexing and retrieval in DCT domain using clustering techniques", World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 3, pp. 207-210, 2005.
- [4] H. Nezamabadi-pour and E. Kabir, "Image retrieval using block-based color histogram and local distribution of intensity gradient", 2nd Int. Symposium on Telecommunication, IST2003, Isfahan, Iran, pp. 176-180, 2003.
- [5] H. Nezamabadi-pour and E. Kabir, "Image retrieval using histograms of unicolor and bicolor blocks and directional changes in intensity gradient", Pattern Recognition Letters, vol. 25, no. 14, pp. 1547-1557, 2004.
- [6] L. Wei, Y. Yang, R.M. Nishikawa, "Micro calcification classification assisted by content-based image retrieval for breast cancer diagnosis", Pattern Recognition, vol. 42, pp. 1126-1132, 2009.
- [7] K.K. Seo, "An application of one-class support vector machines in content-based image retrieval", Expert Systems with Applications, vol. 33, pp. 491–498, 2007.
- [8] Y. Chen, X.S. Zhou and T.S. Huang, "One-class SVM for learning in image retrieval", In: Proc. IEEE Internet. Conf. on Image Processing (ICIP'2001), Thessaloniki, Greece, pp. 815–818, 2001.
- [9] S. Barrett, R. Chang and X. Qi, "A Fuzzy combined learning approach to content-based image retrieval", Proceedings of the 2009 IEEE international conference on Multimedia, pp. 838-841, 2009.
- [10] J. Wu and M. Lu, "Asymmetric Bayesian Learning for Image Retrieval with Relevance Feedback", Lecture Notes in Computer Science, vol. 5916, pp. 650-655, 2010.
- [11] H. Modaghegh, M. Javidi, H.S. Yazdi and H.R. Pourreza, "Learning of Relevance Feedback Using a Novel Kernel Based Neural Network", Australian Journal of Basic and Applied Sciences, vol. 4, no. 2, pp. 171-186, 2010.
- [12] F. Qian, M. Li, W.-Y. Ma, F. Lin, and B. Zhang, "Alternating feature spaces in relevance feedback", in 3rd Intl Workshop on Multimedia Information Retrieval (MIR2001), 2001.
- [13] S. MacArthur, C. Brodley, and C. Shyu, "Relevance feedback decision trees in content-based image retrieval", in Proc. IEEE Workshop on Content-based Access of image and Video Libraries, pp. 68 – 72, 2000.
- [14] L. Setia, J. Ick, and H. Burkhardt, "SVM-based relevance feedback in image retrieval using invariant feature histograms", Workshop on Machine Vision Applications, Tsukuba Science City, Japan, May 2005.
- [15] C.D. Ferreira, J.A. Santos, R. da S. Torres, M.A. Gonçalves, R.C. Rezende and W. Fan, "Relevance Feedback based on Genetic Programming for Image Retrieval", Pattern Recognition Letters, vol. 32, no. 1, pp. 27-37, 2010.
- [16] L. Duan, W. Gao, W. Zeng and D. Zhao, "Adaptive relevance feedback based on Bayesian inference for image retrieval", Signal Process. vol. 85, no. 2, pp. 395–399, 2005.
- [17] A. T da. Silva, A.X. Falcao, L.P. Magalhaes, "A new CBIR approach based on relevance feedback and optimum path forest classification", Journal of WSCG, vol. 18, no. 1-3, pp. 73-80, 2010.
- [18] Y. Liua, D. Zhanga, G. Lua and W.Y. Mab, "A survey of content-based image retrieval with high-level semantics", Pattern Recognition, vol. 40, pp. 262 – 282, 2007.

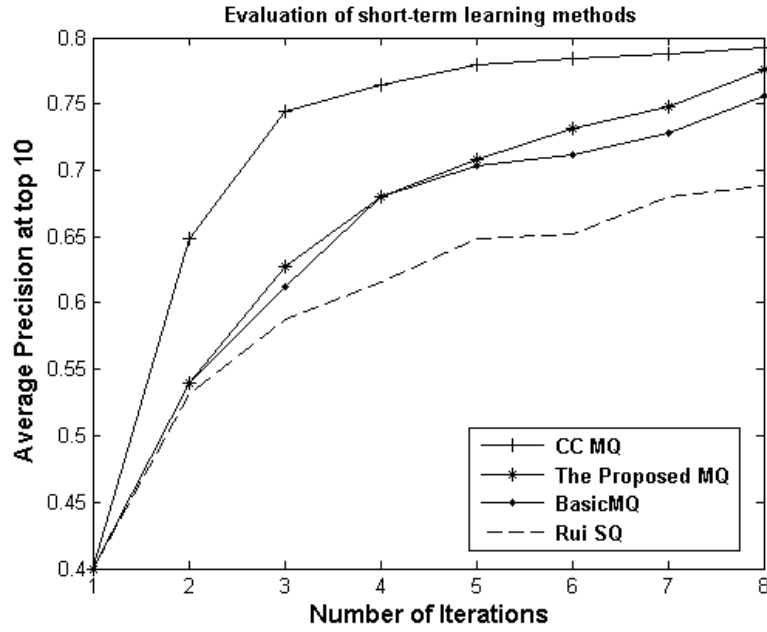
based image retrieval", IEEE Trans. Circuits Systems Video Technology, vol.8, no. 5, PP. 644–655, 1998.



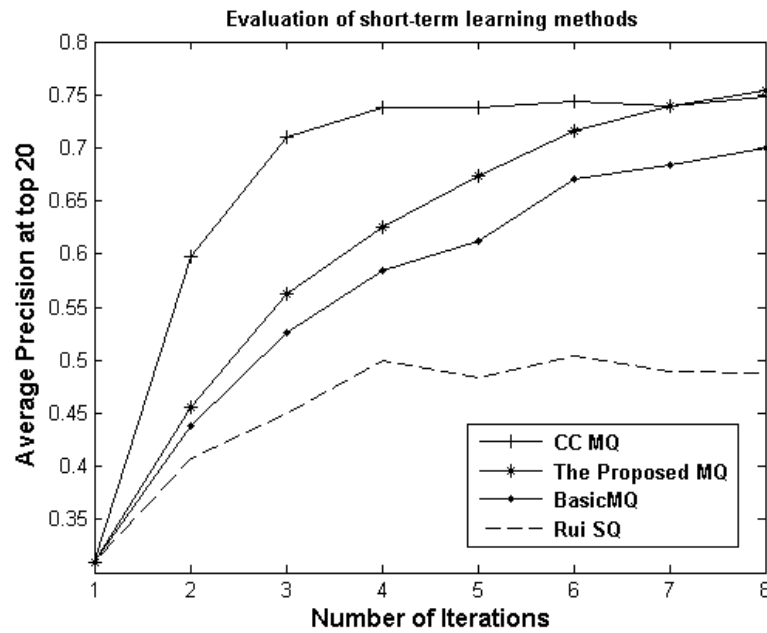
شکل (۲) بلوک دیاگرام روش پیشنهادی در قالب یک مثال



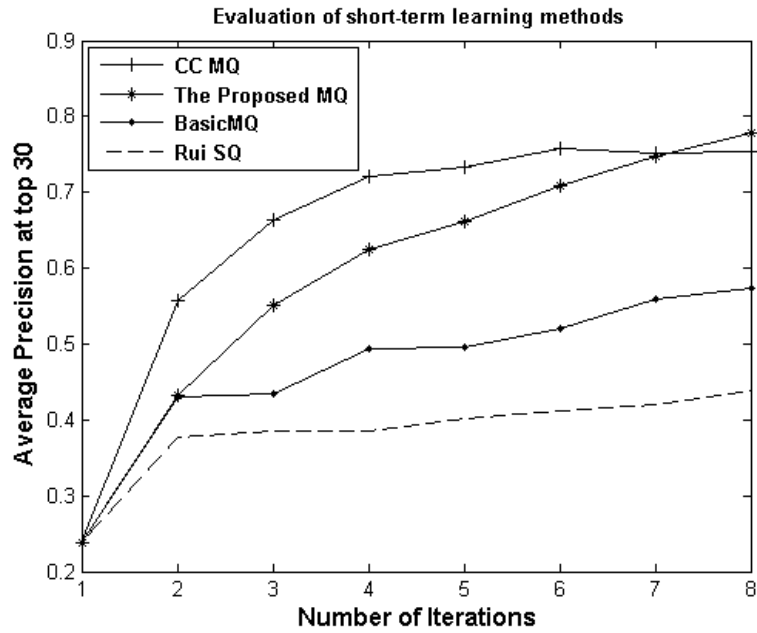
شکل (۳): مثالی از روش چند پرسشی پیشنهادی در فضای بافت



شکل (۴): گراف دقت بر حسب تعداد تکرار برای چهار رهیافت "The Proposed MQ"، "Basic MQ"، "CC MQ" و "Rui SQ" با ۱۰ تصویر بازیابی شده در هر مرحله.



شکل (۵): گراف دقت بر حسب تعداد تکرار برای چهار رهیافت "The Proposed MQ"، "Basic MQ"، "CC MQ" و "Rui SQ" با ۲۰ تصویر بازیابی شده در هر مرحله.



شکل (۶): گراف دقت بر حسب تعداد تکرار برای چهار رهیافت "The Proposed MQ"، "Basic MQ"، "CC MQ" و "Rui SQ" با ۳۰ تصویر بازیابی شده در هر مرحله.

زیرنویس‌ها

1. Machine Learning.
2. Support Vector Machine
3. Bayesian Classifier.
4. Maximum-A-Posteriori
5. Maximum-Likelihood
6. Expectation Maximization
7. Discriminate EM
8. Learning Vector Quantization
9. Self-organizing Map tree-Structured
10. Normalized Cut
11. Locality Preserving Clustering
12. Optimum-Path Forest
13. Genetic Programming.
14. Cluster-based rEtrieval
15. Classifier Combination
16. Weighted Pair Group Method Centroid
17. Scale
18. Orientation
19. Local Edge
20. Global Edge
21. Graphic User Interface