Media and Culture, Institute for Humanities and Cultural Studies (IHCS)
Biannual Journal, Vol. 11, No. 2, Autumn and Winter 2021-2022, 141-169
Doi: 10.30465/ismc.2021.33720.2294

Retrieving images based on web content

From identifying indicators to extracting common features

Abbas Ali Rezaee[*]

Solmaz Noori[**]

Abstract

If we consider today's world as the digital world, it is not far-fetched to consider the central cell of this world as information, and we have not gone too far as to consider the issue of information retrieval as one of the most important and practical issues in the field of digital information. As we know, part of the information is presented in the form of images, and therefore it is considered that there is a need to recover images. Image retrieval is not possible except through familiarity with web content-based feature extraction metrics. This matter has been studied in the present study with the library method and using valid Persian and English databases. To this end, the research question is formulated as follows: What are the criteria for extracting features for retrieving images based on web content? Is using these features effective in image recovery or not? Based on the findings of these lines, we find that two types of features are required to retrieve images; High-level features and low-level

* Associate Professor, Department of Computer Engineering and Information Technology, Payame Noor University of Tehran, Iran, a_rezaee@pnu.ac.ir

** PhD student in Information Science and Knowledge, Payame Noor University, Central Mashhad (Corresponding Author), solmaz.noori@yahoo.com

Date received: 02/06/2021, Date of acceptance: 01/09/2021

Copyright © 2018, This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

features. These two types of attributes are used in web content retrieval depending on the type of need.

Keywords: feature extraction, image retrieval, high level features, low level features.

رسانه و فرهنگ، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
دوفصل‌نامهٔ علمی (مقالهٔ علمی ـ پژوهشی)، سال ۱۱، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، ۱۴۳ ـ ۱۶۹

بازیابی تصاویر مبتنی‌بر محتوای وب
از شناسایی شاخص‌ها تا استخراج ویژگی‌های مشترک

عباسعلی رضایی*
سولماز نوری**

چکیده

اگر دنیای امروز را دنیای دیجیتال در نظر بگیریم، دور از ذهن نیست که سلول مرکزی این دنیا را اطلاعات بدانیم و همچنین خیلی به بی‌راهه نرفته‌ایم که یکی از مسائل مهم و کاربردی حوزه اطلاعات دیجیتالی را مسئله بازیابی اطلاعات قلمداد کنیم. همان‌طور که می‌دانیم بخشی از اطلاعات به‌صورت تصاویر ارائه، و لذا ملاحظه می‌شود که ضرورت پرداختن به بازیابی تصاویر وجود دارد.

بازیابی تصاویر میسر نمی‌شود مگر از طریق آشنایی با معیارهای استخراج ویژگی مبتنی‌بر محتوای وب. این امر در پژوهش حاضر با روش کتابخانه‌ای و بهره‌مندی از پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر فارسی و انگلیسی مورد مداقه قرار گرفته است. بنابر این هدف، سوال پژوهش این‌گونه بنا نهاده شده است: معیارهای استخراج ویژگی برای بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوای وب چیست؟ استفاده از این ویژگی‌ها در بازیابی تصاویر تا چه حد تاثیرگذار است؟

* دانشیار، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران،
A_rezaee@pnu.ac.ir
** دانشجوی دکتری، بازیابی اطلاعات، دانشگاه پیام نور، مشهد، ایران (نویسندهٔ مسئول)،
Solmaz.noori@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰

Copyright © 2018, This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits others to download this work, share it with others and Adapt the material for any purpose.

بر اساس یافته‌های این سطور درمی‌یابیم که برای بازیابی تصاویر، دو نوع ویژگی موردنیاز است؛ ویژگی‌های سطح بالا و ویژگی‌های سطح پایین. این دو نوع شاخصه با توجه به نوع نیاز در بازیابی مبتنی بر محتوای وب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کلیدواژه‌ها: استخراج ویژگی، بازیابی تصاویر، ویژگی‌های سطح بالا، ویژگی‌های سطح پایین.

۱. مقدمه

امروز در دنیای وب، اگرچه میزان داده‌های دیجیتالی به طور تصاعدی در حال افزایش است، تکنولوژی اطلاعات پیشرفت چندانی نداشته است. برخلاف گذشته، بارگذاری داده‌های تصویر دیگر به‌صورت دستی امکان‌پذیر نیست و با این روش داده‌های بارگذاری‌شده به‌طور دقیق طبقه‌بندی نمی‌شوند. تکنولوژی بازیابی، تکنولوژیی است که به‌منظور بازیابی تصاویر یکسان به کار گرفته می شود. تصاویر پس از بازیابی، به¬صورت خودکار، جهت استخراج ویژگی‌های مشترک تصاویر به کار می رود. (Hee-Hyung Bu, et al.2019) در سال‌های اخیر، با توسعه سریع فناوری اطلاعات جهانی و برنامه‌های هوش مصنوعی، بازیابی تصاویر در حوزه‌ی برنامه‌های کاربردی ازجمله فناوری اینترنت قرار گرفته،که یکی از شاخه‌های آن، هوش مصنوعی است. افزایش قابل توجه تعداد و تنوع تصاویر موجود در قالب دیجیتال، علاقه و رجوع به تکنیک‌های بازیابی تصویر را افزایش داده است. (Wang et al.2019) گسترش حجم تصاویر– از تصاویر درون وب گرفته تا مجموعه‌های شخصی که با دوربین‌های دیجیتال عکس برداری شده است– نیاز به طرح راه‌های مطلوب‌تر دستیابی به تصاویر را افزایش داده است. (ظریف، قاسمیان. فتاحی.۱۳۹۹) با توجه به نکات اشاره شده، مشاهده می شود که ارزش مجموعه تصاویر بسیار حائز اهمیت، و مدیریت موثر مجموعه تصاویر به موضوع پژوهشی مهمی در بازیابی تصاویر تبدیل شده است.(Tsai,Lin.۲۰۱۱)

امروز از تکنیک‌های مبتنی‌بر متن، که قبلاً براساس حاشیه‌نویسی تصاویر صورت می‌گرفتند، برای بازیابی تصاویر استفاده می‌شود، این تکنیک‌ها به‌دلیل خاصیت توصیف کلی به راحتی به محتوای بصری خاص آن متصل می‌شود.(Wang et al.2019) روش‌های زیادی برای بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا CBIR (Content-based image

retrieval) وجود دارد. ویژگی‌های موجود در CBIR را می‌توان بر اساس بافت، رنگ و شکل به سه نوع تقسیم کرد. ویژگی‌های بافت با استفاده از آمار، ساختارها و طیف‌های تصاویر استخراج می‌شوند. از آمار برای اندازه‌گیری مقادیر آماری بر اساس شدت تصویر استفاده می‌شود.(Hee-Hyung Bu, et al. 2019) بنابراین در نظام بازیابی اطلاعات سؤالی مطرح می‌شود: کاربرانی که در موتورهای کاوش به جستجوی تصاویر می‌پردازند بر پایه چه معیارهایی تصاویر را دنبال می‌کنند یا کنار می‌گذارند؟ به عبارت دیگر، کاربران بر پایه چه معیارهایی تصویری را مرتبط، کم‌ربط یا نامرتبط می‌دانند؟(ظریف، قاسمیان. فتاحی.۱۳۹۹) در سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا (CBIR)، تصویر پرس وجو معمولا توسط کاربر ارائه داده می‌شود. سپس تصویر پرس وجو با مجموعه ای از ویژگی‌های سطح پایین با شباهت بیشتر مطابق با ویژگی‌های استخراج شده، بازیابی می‌شوند. اگرچه ویژگی‌های سطح پایین می‌توانند محتوای تصاویر ساده را توصیف کنند؛ ولی نمی‌توانند به صورت صحیح تصاویر پیچیده شامل مفاهیم سطح بالا را نیز توصیف کنند.(غضنفری؛ حسن‌پور.۱۳۹۵) با توجه به مطالب مطرح شده درمی‌یابیم که در بازیابی تصاویر به تحلیل مفاهیم سطح بالا و سطح پایین نیاز است تا بتوان در بازیابی اطلاعات به نتیجه‌ی کامل‌تر و مرتبط‌تر دسترسی داشته باشیم.

۲. روش‌شناسی

پژوهش حاضر از منظر هدف، کاربردی و ازنظر ماهیت، توصیفی است. ازنظر روش جمع‌آوری اطلاعات، برگرفته از روش‌های کتابخانه‌ای، و استفاده از منابع دیجیتالی است. روش کتابخانه‌ای، عمدتاً به‌منظور مطالعه‌ی ادبیات موضوع و بررسی سابقه‌ی تحقیق و آشنایی با تجربیات به‌کار رفته است و برای شناخت شاخص‌های بازیابی تصاویر و استخراج ویژگی‌های مشترک تصاویر از منابع دیجیتالی استفاده شده است.

بدیهی است که برچسب‌های اجتماعی مرتبط با تصاویر وب، در قالب کاربرد اطلاعات معنایی، به‌عنوان توصیف معنایی در نظر گرفته می‌شوند. ازاین‌رو، ایده ساده برای پیاده‌سازی چنین سیستم بازیابی، استفاده از برچسب تصویر مبتنی‌بر وب در طراحی سیستم بازیابی است. با این حال، این برچسب‌ها اغلب مبهم، مصوت، و پیشگام در عملکرد بازیابی نامطلوب هستند.(Huang,2018)

بنابراین در این مقاله، برخی از ویژگی‌های سطح بالا و سطح پایین بازیابی تصاویر موردمداقه قرار می‌گیرد و در استخراج ویژگی‌های مشترک از آن استفاده می‌شود؛ این امر از یک سو سبب می‌شود که با ویژگی‌های حداقلی و حداکثری تصاویر بیشتر آشنا شویم و از دیگر سو، آن‌ها را به‌طور صحیح در بازیابی تصاویر به کار ببریم.

۳. چهارچوب مفاهیم

۱.۳ وب معنایی

روزانه میلیون‌ها نفر، هزاران درخواست اطلاعات کاربردی را در اینترنت جستجو می‌کنند. با توجه به این حجم دسترسی و لزوم بهره‌مندی از فرآیندی مناسب در جست‌وجوی اطلاعات، نیاز به نوعی فناوری احساس می شود که ازنظر معنایی، منظور درخواست اطلاعات کاربر را تشخیص دهد تا بدین‌ترتیب، اطلاعات درست، به سرعت در اختیار کاربر قرار گیرد و خدمات ضروری برای اجرای درخواست‌های راه دور در کوتاه ترین زمان محقق شود. با این وصف فناوری موردنظر چیزی است فراتر از وب متداول که قادر است فهم درخواست های کاربران را به لحاظ محتوایی تسهیل کند. از این فناوری به‌عنوان وب معنایی یاد می شود.

وب معنایی نه تنها منابعی از قبیل صفحات وب(Web pages)، تصاویر(Images)، کلیپ‌های صوتی(Audio clips) را که وب جاری نیز در بردارد شامل می‌شود بلکه اجزایی مانند مردم، تشکل‌ها و وقایع را نیز در بر می‌گیرد، همچنین وب معنایی شامل انواع مختلفی از روابط بین انواع گوناگونی از منابع است. وب معنایی وب مستندات نیست؛ بلکه وبی است که روابط معنایی نشان‌دهندهٔ اجزای جهان واقعی مانند انسان‌ها، مکان‌ها و وقایع را در برمی‌گیرد.(شریفی و دیگران، ۱۳۹۰)

۲.۳ استخراج ویژگی

مدل فرکانس کلمه، مدلی است که برای طبقه‌بندی متن، وب‌کاوی و متن‌کاوی استفاده می‌شود. این مدل برای استخراج ویژگی‌هایی کاربرد دارد که بسامد هر کلمه را برای تطبیق شباهت در بردار ویژگی تهیه و از آن نگهداری می‌کند.(Kumar,sarvana.2020) در

روش‌های استخراج ویژگی، باید سعی کنیم تا حداکثر اطلاعات مهم برای جداسازی کلاس‌ها را حفظ کنیم.(کشاورز، قاسمیان. ۱۳۸۳) بنابراین استخراج ویژگی نهایتا ما را در بازیابی تصاویر، ویدئو، و ....، یاری می‌کند. این امر یکی از راه‌های بازیابی اطلاعات در تصاویر است.

استخراج ویژگی یک روش کاهش ابعاد است که با مجموعه‌ی اولیه از داده‌های اندازه‌گیری شده که برای انسان قابل تفسیر است، شروع می‌شود. استخراج ویژگی برای کاهش مجموعه‌ی بزرگی از داده‌ها از منابع استفاده می‌شود. (حق‌شناس جزی، زمانی بروجنی. ۱۳۹۶)

استخراج ویژگی به‌طور معمول به دو حالت تقسیم می‌شود:

۱. توصیف ویژگی مبتنی بر کاربرد، مانند هیستوگرام رنگ CH(color histogram) ، الگوی باینریمکانی LBP(local binary pattern) و توصیفگرهای فوریه FD(Fourier descriptors) برای توصیف ویژگی‌های سطح پایین تصویر؛

۲. رویکردهای ریاضی برای کاهش ابعاد ویژگی، مانند تجزیه و تحلیل مولفه اصلی PCA(principal component analysis)، تجزیه و تحلیل سازندهٔ خطی LDA(linear discriminant analysis) و تجزیه و تحلیل مولفه مستقل ICA(independent component analysis).

برخی از روش‌های متداول، ویژگی های سطح پایین تصویر را توصیف می کند. توصیف‌کنندگان با کمک اطلاعاتی از جمله رنگ، شکل و بافت، ویژگی‌های تصویر متشکل از بردارهای ویژگی را توصیف، و سپس از آنها برای بازیابی تصاویر استفاده می‌کنند. (Wang et al.2019)

در حال حاضر در CBIR، از رنگ، بافت و شکل سطح پایین به¬طور گسترده در استخراج ویژگی استفاده می‌شود. رنگ یک ویژگی گسترده است که خصوصیات ظاهری شی در بخشی از تصویر را معرفی می‌کند. این بصری‌ترین و بارزترین ویژگی یک تصویر است که در قبال تغییرات نویز، اندازه تصویر، جهت و وضوح تصویر بسیار حائزاهمیت است. (Wang et al,2019) از یک سو، وقتی صحبت از تصویر می‌شود اولین چیزی که به ذهن ما خطور می‌کند این است که بدانیم تصویر موردنظر واقعی است یا نه؛ یعنی با توجه به ساختار، شکل و رنگ همانی است که بازیابی کرده‌ایم. ازسوی‌دیگر،

لزوم بررسی تصاویر در سایر قالب‌ها، مشخص می‌کند که ویژگی‌های دیگری هم‌چون مفاهیم سطح بالا وجود دارند که در امر بازیابی تصاویر بسیار مهم هستند؛ زیرا تصاویر فقط از طریق ویژگی‌های سطح پایین قابل بیان نیست.

مفاهیم سطح بالا، مفاهیم ادراکی انسان از تصویر است که با استفاده از ویژگی‌های سطح پایین، قابل بیان نیست. برای مثال، دو تصویر را در نظر بگیرید: اولی تصویری از جنگل و دیگری فقط زمینه و بافت سبز دارد و مفهوم جنگل در تصویر دوم وجود ندارد. در صورتی‌که ویژگی‌های سطح پایین (مانند رنگ)، هر دو تصویر را مربوط به یک کلاس می‌داند. (غضنفری؛ حسن‌پور.۱۳۹۵)

جهت دستیابی به مفاهیم سطح بالای تصویر، در دو لایه عمل بازیابی انجام می‌شود: در لایه اول، اشیاء توسط مدلی مبتنی بر قطعه جداکننده شناسایی می‌شوند؛ در لایه دوم، با توجه به رابطه بین اشیاء در تصویر، یک مفهوم سطح بالای معنایی، از تصویر استخراج می‌شود. (غضنفری؛ حسن‌پور.۱۳۹۵)

۴. بازیابی تصاویر

۱.۴ دیدگاه‌های مطرح‌شده در بازیابی تصاویر

دیدگاه‌های متفاوتی نسبت به چگونگی حل این مسئله در بین محققان وجود دارد. گستره‌ی بزرگی از تلاش محققان بر روی «برچسب‌زنی تصاویر» براساس موجودیت‌های درون آن‌ها متمرکز شده است چرا که اعتقاد دارند برچسب‌زنی تصاویر به زبان طبیعی نه تنها ما را قادر به جست‌وجوی تصاویر دیگر برمبنای محتوای آن‌ها می‌کند، بلکه مبحث بازیابی براساس «معنا» را نیز تا حدی پوشش می‌دهد چرا که برچسب‌ها قدرت نسبی بهتری در توصیف تصاویر و رخدادهای درون آن‌ها دارند تا ویژگی‌های سطح پایین. به‌عنوان مثال حتی اگر پرس‌و جوی ما یک تصویر باشد، می‌توان ابتدا برچسب‌های معنایی و موجودیتی درون آن را استخراج کرده و سپس تمامی تصاویری که ازلحاظ برچسب مشابه آن هستند را استخراج و بازیابی کرد. (حاجی اسمعیلی،منتظر. ۱۳۹۶)

۲.۴ روش‌های بازیابی تصاویر

روش های بصری و وبی دو روش مهم کاوشی هستند. روش مبتنی‌بر محتوا و روش بصری هر دو در بازیابی تصاویر نقش دارند. بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا برای برطرف‌کردن مسائل پیچیده پیشنهاد شده است، مسئلهٔ اصلی بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا جست‌وجوی تصویر دیجیتالی در پایگاه‌های وبی است. کلمات کلیدی مبتنی بر متن و تصاویر به‌صورت دستی ازطریق ویژگی‌های بصری ازجمله بافت، رنگ، شکل و ... تفسیر می‌شوند. (Pandian, 2017) سه روش سنتی برای بازیابی تصاویر عبارتند از: بازیابی انسانی، استفاده از واژگان مهارشده و بازیابی وبی. جستجوی اطلاعات و تصاویر را می‌توان از طریق ویژگی‌های بصری که مربوط به سطح پایین است بازیابی، و از روش‌های فوق در بازیابی تصاویر استفاده کرد.

در روش اول، جستجوگر اصطلاحاتی که بیانگر بهترین توصیف از تصویر باشد را برمی‌گزینند. این روش را مطلوب‌ترین روش بازیابی تصویر دانسته‌اند زیرا از فرایند مفهومی در پس تصویر استفاده می‌کند. جستجوگران انسانی قادرند نشانه‌های عاطفی و مفهومی را که در برخی اصطلاحنامه‌ها یا طرح‌های رده‌بندی و الگوریتم‌های رایانه‌ای از قلم می‌افتد درنظر بگیرند؛ با این حال، همچنان با مشکلاتی روبه‌رو هستند؛ ازجمله ذهنی‌بودن، انجام کار زیاد دستی و مشکلات مربوط به بازیابی.(رحیمی، ۱۳۹۳) همان طور که بیان شد تصاویر ذهنی را نمی‌توان دقیقا همان‌طور که تصور کرده‌ایم در پایگاه‌های وبی بازیابی کرد چون زیر پوشش ویژگی‌های سطح بالا قرار می‌گیرد؛ ویژگی هایی که مربوط به ادراک و مفهومی‌بودن تصاویر موردنظر است.

واژگان مهارشده شامل طرح‌های طبقه‌بندی و اصطلاح نامه‌ها می‌شوند که برای گسترش یک دستی و افزایش احتمال تطابق روش بازیابی با زبان کاوش توسعه یافته‌اند. واژگان مهارشده مفاهیم را به‌صورت مصنوعی با استفاده از اصطلاحاتی که در سطح زبان‌شناسی صحیح هستند محدود می‌کنند؛ حتی اگر در زندگی واقعی کاربران مورد استفاده قرار نگیرد. به‌طور مثال، در واژگان مهارشده، اصطلاح کلی دستمال کاغذی(Facial tissue) به جای کلینکس(Kleenex) به‌کار می‌رود. هر چند کلینکس نام تجاری باشد و کاربران زیادی آن اصطلاح خاص را به جای اصطلاح عام دستمال کاغذی جستجو کنند؛ درنتیجه تعداد کمتری از مدارک مرتبط بازیابی می‌شود.(رحیمی، ۱۳۹۳) به مثال‌های زیادی از این

دست می‌توان اشاره کرد کـه ممکـن اسـت از نظـر نگارشـی و نوشـتاری بسـیار شـبیه بـه هم باشند اما منظور و مفهوم آن‌ها یکی نباشد؛ این امر کاربر را در بازیابی تصاویر بـا مسـائل و مشکلاتی روبـه رو مـی‌کنـد کـه بایـد آنهـا را در نظـر گرفـت و در برطـرف‌کـردن آنهـا تلاش کرد.

در شکل خودکار، با استفاده از نرم‌افزاری خاص تـلاش مـی‌شـود ویژگـی‌هـای ابتـدایی تصـاویر بـه‌منظـور اختصـاص توصـیفگر بـه آن تعیـین و اسـتخراج شـود. (محمـودی و دیگران. ۱۳۸۱) توضیحات معنایی تصاویر توسط انسان به دقت یادداشـت مـی‌شـود کـه در مقایسه با برچسب‌های متنی دقیـق‌تـر اسـت. (Huang,2018) ایـن سـامانه سـعی در حـذف سوگیری دارد و توصیف گرها را بدون ذهنیت ذاتی جستجوگر انسانی تعیین مـی‌کنـد. البتـه هنوز سامانه‌ای در مقیـاس عمـده کـه رضـایت کـاربران را بـه‌طـور کامـل بـرآورده سـازد، وجود ندارد. اختصاص توصیفگر به‌صورت خودکار مطلوب اسـت امـا کـافی نیسـت. زیـرا الگوریتمی برای محاسبه روابط معنایی- تعیین عناصر به‌صورت فعل و صفت- و یـا کسـب فرآیند مفهومی که در پس تصویر نهفته است وجود ندارد. تنها روش کمکی اسـتخراج وبـی که در حال حاضر می‌تواند تهیه شود، تعیین اشکال و بافت‌های ابتدایی درون تصـویر اسـت و این کافی به نظر نمی‌رسد.(رحیمی، ۱۳۹۳)بدین لحاظ کاربران اینترنـت تمایـل دارنـد تـا به‌منظور یافتن تصاویر موردنظرشان از میان حجم عظیمی از داده‌های تصویری رقمـی، یـک سیستم بازیابی تصویر براساس محتوی و با کیفیت محتوا و مطلـوب را بـه خـدمت بگیرنـد. در یک سیستم بازیابی تصویر به‌طور عام، کاربرد درخواست خود را در قالـب یـک تصـویر نمونه موسوم به تصویر پرس‌و جو مطرح می‌نماید و سیسـتم وظیفـه دارد تـا کلیـه تصـاویر مشابه به آن را از پایگاه داده تصویری شناسایی و بازنمایی نماید. سیسـتم CBIR بایـد بتوانـد به‌گونه‌ای موثر (بادقـت مطلـوب) و کـارا (بـا سـرعت مطلـوب) عمـل بازیـابی تصـویر از پایگاه داده تصویر را انجام دهد. (محمودی و دیگران. ۱۳۸۱) یـک سیسـتم بازیـابی تصـویر مبتنی بر محتوا، عملیات بازیابی را براساس ویژگی‌های کاراکتری عکس‌هـا انجـام مـی‌دهـد. ویژگی‌های کاراکتری عکس‌ها به‌طور کلی به دو دسته تقسـیم مـی‌شـوند. دسـته اول شـامل ویژگی‌های سطح پایین تصاویر، شامل مفاهیم بصری‌شان مانند رنگ، شکل و بافت اسـت و ویژگی‌های معنایی شامل تعبیر و شناسایی عکس‌ها می‌باشـد. کلیـد اصـلی بازیـابی تصـویر هنوز هم ازطریق ویژگی‌های سطح پایین (رنگ، شکل و بافت) انجام می‌شود. سیسـتم‌هـای بازیابی تصویر را براساس کاربرد به سه دسته کلی تقسیم کرده‌اند. دسته اول شـامل جسـت‌و

جو براساس تداعی است که هدف از این روش به‌دست آوردن تصاویر موردنظر کاربر از بین تصاویر موجود در چندین مجموعه تصویر نامشخص است. دسته دوم شامل جست‌وجوی یک تصویر خاص می‌باشد که هدف از این روش به‌دست آوردن تصاویر مشابه با یک تصویر مشخص از مجموعه تصاویر است. منظور از تصاویر مشابه، تصویری است که بخشی از آن با تصویر موردنظر کاربر یکسان باشد و یا بخشی از یک شی در هر دو تصویر وجود داشته باشد. دسته سوم شامل جست‌و جوی تصویرهای یک دسته خاص می‌باشد که هدف از این روش به‌دست آوردن تصویری است که متعلق به دسته یا کلاس خاصی باشد مانند تصاویر دکوراسیون منزل یا تصاویر رادیولوژری. (حق‌شناس جزی، زمانی بروجنی. ۱۳۹۶)

درست است که انسان، توضیحات دقیق‌تر و مطلوب‌تری از معنای تصاویر ارائه می‌دهد؛ اما همیشه نمی‌تواند در بازیابی تصاویر عینا همان تصویری را جستجو کند که در ذهن دارد؛ زیرا در بعضی زمان‌ها، درک و فهم تصویری که در ذهن انسان است برای پایگاه‌های وبی میسر نیست، به عبارت دیگر این آگاهی در انسان وجود ندارد که بازیابی را در سیستم به‌گونه ای انجام دهد تا پایگاه‌ها هدف واقعی بازیابی را درک کنند و او را به سر منزل مقصود برسانند.

نوشته‌های همراه تصویر از اهمیت خاصی برخوردارند، این نوشته‌ها برای توصیف محتوای تصویر مفید هستند، به‌سادگی قابل استخراج هستند و برنامه‌های رایانه‌ای ازقبیل جست‌وجو و نمایه‌سازی تصاویر متن- محور را توانمند می‌سازند. بازیابی تصویر نیز مانند بازیابی اطلاعات به‌طور کلی شمایی قدیمی از تعاملی است که در آن کاربران فرایندی استدلالی را به‌منظور فهم محتوای معنایی ارائه می‌دهند. این فرایند استدلالی استنباطی برانگیزاننده تجربه شخصی، دانش حوزه(Domain knowledge) ، اوضاع فرهنگی و حافظه جمعی در رمزگشایی دانش مضبوط درون تصویر است. (رحیمی، ۱۳۹۳) بنابراین، اگر تصویری همراه با توضیحات باشد بازیابی آن تسهیل می‌شود و می توان از این طریق با سرعت و دقت بیشتری اهداف ذهنی را دنبال کرد. نوشته های همراه تصاویر در فهم و سهولت دسترسی به آن ها کمک شایانی می‌کنند.

۳.۴ نمایش تصویر

توصیف تصاویر می‌تواند به‌عنوان سیاهه‌ای از توصیف گرها (کلیدواژه‌ها) و یا به‌عنوان توصیف‌های کامل زبان طبیعی بیان شوند. تصاویر ذاتا حاوی سطوح متعدد معنایی هستند، و اغلب برای نشان دادن یک شیء مشخص، و بیان احساس خاصی توأمان به کار می‌روند. (رحیمی، ۱۳۹۳) منابع خوبی از داده‌های تصویری برای تحقیقات خدماتی شامل Flicker.com، Instagram و Pinterest وجود دارد، جایی که تعداد زیادی از کاربران تصاویری از غذا، مد، عکس سلفی را ارسال می‌کنند. (Villarroel ordenes’zhang ۲۰۱۹.)

امروز، داده‌های تصویری متعددی را می‌توان در دنیاهای وبی و مجازی (Instagram, Twitter) مشاهده کرد که برای کاربردهای مختلف و متعدد استفاده می شوند. این تصاویر تاثیرات زیادی بر کاربران و بازیابی آن ها جهت توصیفگرهای خود دارند؛ به‌عنوان مثال، تصاویری متنوع از مسائل اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، سیاسی، و ...، را می‌توان در این‌گونه محیط‌های مجازی بازیابی کرد؛ بدین‌صورت که هر کاربری با توجه به درک و فهم و ذهنیت خود و نیز نوشته‌های همراه تصاویر، ادراکی از آن تصاویر داشته باشد.

روش بازیابی تصویر، مبتنی بر نگرش، و درک بازیابی تصویر با توجه به کلمات کلیدی ارزیابی می‌شود. (Hussain, Abid,2019) ازطریق بازیابی تصویر، امکان شفاف‌سازی اطلاعات نهفته نیز امکان‌پذیر است. (Villarroel ordenes’zhang 2019.) ارزیابی عملکرد تاثیرگذاری بازیابیISEs(The information sceinces experiment system) بسیار شبیه عملکرد تاثیرگذاری بازیابی موتورهای جستجوی وبی است. مجموعه‌ای از پرس‌وجوهای تنظیم‌شده که ازطریق سیستم جستجو حاصل، و تصاویر ظاهرشده از نظر ربط و کارایی بررسی شوند. گردش اطلاعات وبی در رسانه‌های مختلف و برجسته‌سازی کارایی موتورهای جستجوگر وبی، ازطریق نرم‌افزار قابل دسترسی میان کاربران عام و وبی صورت می پذیرد. (Hussain, Abid,2019) کارایی استفاده از ویژگی‌های مناسب برای بازیابی موثر تصویر الزامی است. نمایش و استخراج ویژگی چاپی را می‌توان در قالب ویژگی‌های مفهومی و بصری سطح پایین محلی و سراسری طبقه‌بندی کرد. (Tsai,lin.2011)

بازیابی تصاویر ازطریق جستجوی توصیفگرها یا کلمات کلیدی انجام می‌شود به عبارت دیگر با جستجوی کلمات کلیدی می‌توان تصاویر موردنظر را بازیابی کرد؛ اما این عملکرد

ممکن است در همه بازیابی‌ها همواره با کلیت ویژگی‌ها هماهنگ نباشد البته در برخی مواقع نیز فقط ازنظر ویژگی‌های سطح پایین (رنگ، بافت، شکل و ...) هماهنگ و یک‌سان است.

همان‌طور که اشاره شد فرایند رایج در بازیابی تصاویر یکی استخراج خودکار ویژگی‌های تصاویر است و دیگری به‌صورت دستی مفاهیم سطح بالا را برای تصاویر تعیین می‌کند. روش نخست به کاربران امکان تعیین مکان تصاویر را در وب براساس ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها (رنگ، شکل، بافت) فراهم می‌کند و روش دوم بازیابی براساس معانی و مفاهیم تصاویر را امکان‌پذیر می‌کند. پژوهش‌های حوزه بازیابی تصاویر نیز به تبع این دو، شامل دو بخش می‌شوند. روش اول اساسا ریشه در علوم رایانه و روش دوم در علم اطلاعات و دانش‌شناسی دارد.(رحیمی، ۱۳۹۳)

از نظر نگارنده، بازیابی تصاویر به‌صورت خودکار برای کاربران عام مناسب تر و پسندیده‌تر است هر چند که بازیابی در قالب معانی و مفاهیم تصاویر و براساس هدف و انگیزه پژوهشی، نیاز به درک و فهم درستی از بازیابی تصاویر منطبق با ویژگی‌های سطح بالا دارد تا بتواند بازیابی خود را طبق استنادات و درک قبلی و آشنایی با مفاهیم مربوط به تصاویر دریافت کند.

در بازیابی محتوا، تصاویر براساس محتوای آن‌ها ازقبیل رنگ، شکل، بعد، بافت، روابط فضایی و غیره بازیابی می‌شوند.این نوع بازیابی، توسط نرم‌افزار الگوریتم‌هایی ایجاد می‌کند که توانایی تشخیص رنگ، شکل، بافت، و غیره را دارند. برخلاف متن، تصاویر خود را توضیح نمی‌دهند. هرگاه بخواهیم تصویری را تعریف کنیم، همه چیز دربارهٔ آن تصویر غیر از رنگ، شکل و بافت باید با واژگان تشریح شوند. بنابراین، برای درک این‌که چه چیزی در تصویر است، چه کسی آن را ایجاد کرده و چگونه می‌توان آن را یافت به واژگان نیاز داریم.(رحیمی، ۱۳۹۳) این توضیحات نشان می‌دهد که برای درک تصاویر، علاوه بر رنگ و شکل و بافت، باید از نوشته‌های همراه تصاویر نیز استفاده کرد تا جست‌وجوی تصاویر با توجه به واژگان و نوشته‌های مربوط به آن تسهیل شود .

۴.۴ ارزیابی سطوح تصاویر

به‌طور کلی از ویژگی‌های تصویر و تفاوت آنها با محتوای معنایی متنوع می‌توان برای بازیابی تصاویر مربوط استفاده کرد. (Tsai,lin,2011) بازیابی تصویر، پدیده‌ای پیچیده است که در آن کاربران از قبل می‌دانند در جستجوی چه چیزی هستند، اما نتایج به قابلیت سیستم‌های بازیابی تصویر و میزان تشخیص آنها از سوالی که برای آن سیستم ارائه شده است بستگی دارد. سیستم‌های بازیابی تصویر رو به توسعه و به روزشدن هستند تا در کم‌ترین زمان، نتایج دقیق را در اختیار کاربران قرار دهند.(Hussain, Abid.2019)

بازیابی تصویر مطلوب، روشی است که با درک انسان تطابق داشته باشد، پس بدین لحاظ باید در مقابل انتقال، تغییر اندازه، تغییر رنگ و نورپردازی و چرخش مقاوم باشد. (محمودی و دیگران. ۱۳۸۱)

یک تصویر ممکن است با اهداف متفاوتی به کار رود. عقیده بر این است که انسان‌ها تصاویر را براساس سه سطح، ارزیابی می‌کنند و به آنها معنی می‌دهند. سطح نخست، ویژگی ابتدایی شامل رنگ، شکل و بافت تصویر است. سطح دوم، موضوعی است و شامل مردم، مکان‌ها و رخدادهای درون تصویر است. سطح سوم که پیچیده‌ترین بخش است شامل تفاسیر استنباطی از تصویر می‌شود و اینجاست که موضوع ذهنی بیننده تصویر شکل می‌گیرد. بیننده ممکن است نمادی سمبلیک یا نشانه‌ای عاطفی که ممکن است از تصویر ساطع شود را ببیند. اما یکی از مسائل نمایه‌سازان این است که نمی‌دانند چه سطحی را نمایه‌سازی کنند، چند سطح را نمایه کنند، و پیش‌بینی این‌که چه واکنش عاطفی ممکن است از سوی کاربران رخ دهد.(رحیمی، ۱۳۹۳)

استخراج ویژگی سطح پایین براساس سیستم‌های CBIR است. کارایی CBIR این است که ویژگی‌های تصویر را از کل تصویر و سطوح آن استخراج کند. سطوح ظاهری تصاویر به سیستم درک انسان بسیار نزدیک است. (Liu and et al,2007)

سیستم‌های بازیابی تصویر تک بعدی به دو دسته تقسیم می‌شوند: بازیابی تصویر مبتنی‌بر محتوا (CBIR) ؛ و بازیابی تصویر مبتنی بر مفهوم COIR (Concept- based Image retrieval). طراحی سیستم‌های CBIR معمولا براساس توصیف گرهای بصری محلی و سراسری همراه با تصویر به‌عنوان پرس‌وجو و برخی از مشابهت‌های خاص برای ارزیابی نزدیکی بردارهای ویژگی انجام می‌شود(Huang.2018)

پیاده‌سازی مفهوم واضح از شمارش تعداد اشیاء در عکس، ازطریق تصویرکاوی ایجاد شود. ویژگی از پیش تعیین‌شده (به‌عنوان مثال کیفیت زیبایی عکس) را می‌توان با استفاده از روش‌های آموزشی ماشینی پیش‌بینی و استخراج کرد این آموزش، تاثیر برخی از این ویژگی‌ها را روی متغیر موردنظر از نظر کمی مورد بررسی قرار می‌دهد. ممکن است موضوعات پنهان با تصویرکاوی بررسی شوند؛ مانند تکنیکی که در آن نوع خوشه‌ها مطابق با نوع ویژگی‌هایی که در تصاویر محصول ظاهر می‌شود، مورد شناسایی قرار می‌گیرد. (Villarroel ordenes’zhang .2019)

تصاویر وبی دو حالت است: حالت بصری و متنی. بسیاری از روش‌های بازیابی تصویر به‌صورت چند حالته و دوسویه ارائه شده است که همبستگی بین تصویر بصری و متنی را بررسی می‌کند. (Huang.2018)

۵. ویژگی‌های مفاهیم سطح بالای تصویر

۱.۵ کاهش شکاف معنایی

جهت دستیابی به مفاهیم سطح بالای تصویر، در دو لایه عمل بازیابی انجام می‌شود. در لایه اول اشیاء توسط مدلی مبتنی بر قطعه جداکننده، شناسایی می‌شوند. در لایه دوم باتوجه‌به رابطه بین اشیاء در تصویر، یک مفهوم سطح بالای معنایی، از تصویر استخراج می‌شود. از روش یادگیری ماشین برای غلبه بر چالش شکاف معنایی استفاده شده است. (غضنفری؛ حسن‌پور.۱۳۹۵)

سه سطح مختلف برای پرس‌و جوهای محتوامحور وجود دارد:

۱.سطح اول: بازیابی براساس ویژگی‌های اصلی تصویر همچون رنگ، شکل، بافت یا مکان فضایی عناصر درون تصویر، پرس‌و جوی عمومی این دسته غالبا به شکل « عکس‌هایی شبیه این عکس را پیدا کن» است.

۲.سطح دوم: بازیابی اشیایی از یک نوع خاص (که توسط کاربر مشخص می‌شود) که ممکن است با استنتاج منطقی همراه باشد. به‌عنوان مثال «تصویر یک زرافه را جستجو کن».

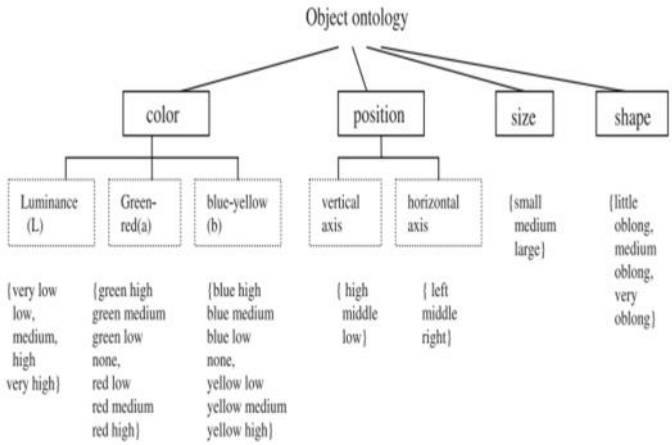
۳.سطح سوم: بازیابی بر مبنای ویژگی‌های انتزاعی سطح بالا که همراه بـا اسـتنتاج بعضـا قوی درمورد چگونگی تصویر است. به‌عنوان مثال«تصویر کودکـانی در حـال بـازی بـا یـک گربه در پارک» ازجمله این پرس‌و جوهای سطح بالا است.

سطح دوم و سوم در کنار هم با نام «بازیابی معنایی تصویر» شناخته می‌شـوند و شـکافی که بین آن دو با سطح اول بـه‌وجـود مـی‌آیـد، بـا نـام «شـکاف معنـایی» معرفـی مـی‌شـود. به‌عبارت دیگر، اختلاف عمیق بین قدرت تشریحی ضعیف ویژگی‌های سطح پـایین عکـس و درخواست‌های بعضـا غنـی و پیچیـده سـطح بـالای کـاربر، بـه‌عنـوان «شـکاف معنـایی» شناخته می‌شود. (حاجی اسمعیلی،منتظر. ۱۳۹۶)

بسیاری از الگوریتم‌های استخراج ویژگی‌ها در سطح بالا طراحی شـده‌انـد و بـه راحتـی قابل دست‌رس هستند. (Liu and et al,2007)به‌منظور استخراج معناشناسی سطح بالا بـر روی تکنیک‌های استفاده شده تمرکز، و ۵ دسته را بـه شـرح ذیـل شناسـایی مـی‌کنـیم: ا. کـاربرد هستی‌شناسی شیء بـرای تعریـف مفـاهیم سـطح بـالا؛ ۲. اسـتفاده از روش‌هـای یـادگیری کنترل‌شده یا بدون کنترل برای ارتباط بین ویژگی‌های سـطح پـایین بـا مفـاهیم پـرس‌وجـو؛ ۳. معرفی RF به‌عنوان حلقه بازیابی برای کمک پیوسته به هدف کاربران؛ ۴. تولیـد ST بـرای پشتیبانی از بازیابی تصاویر سطح بالا؛ ۵. استفاده از اطلاعات متنی مبتنی بـر وب و محتـوای بصری از تصاویر وبی. بسیاری از سیستم‌ها از یک یا چند تکنیـک ارائـه‌شـده بـرای اجـرای بازیابی تصویر مبتنی بر معنا در سطح بالا استفاده می‌کنند. (Liu and et al,2007)

از دیگر روش‌ها جهت کاهش شکاف معنایی بین ویژگـی‌هـای سـطح پـایین تصـویر و مفاهیم سطح بالا، می‌توان به استفاده هم‌زمان از چند ویژگـی سـطح پـایین و ترکیـب آن‌هـا به‌طوری‌که به مفاهیم سطح بالا نزدیک شوند، اشـاره کـرد. نمونـه‌هـایی از ایـن روش‌هـا را می‌توان به اسـتفاده از بافـت و رنـگ بـه‌صـورت فـازی، اسـتفاده از SVM(Support vector machine) در کنار ویژگـی‌هـای رنـگ، بافـت و شـکل، ترکیـب ویژگـی‌هـای رنـگ و لبـه به‌صورت موثر و جداسازی مولفه‌های بافت و ساختار به‌منظور استخراج موثر و ویژگی‌هـای بافتی و لبه اشاره کرد. (غضنفری؛ حسن‌پور.۱۳۹۵)

برای بازیابی تصاویر وب، از اطلاعات متنی مبتنـی بـر وب و محتـوای بصـری تصـاویر استفاده می‌شود. بسیاری از سیستم‌ها از یک یا چند تکنیک مطرح‌شـده بـرای انجـام بازیـابی تصویر مبتنی بر ویژگی‌های معنایی سطح بالا استفاده می‌کنند. (Liu and et al,2007)



برگرفته از شکل (Liu and et al. 2007.)

۲.۵ هستی‌شناسی اشیاء

معنی‌شناسی در بعضی موارد، به‌راحتی از زبان روزمره استخراج می‌شود؛ به‌عنوان مثال، آسمان را می‌توان به‌عنوان «منطقه فوقانی، یکنواخت و آبی» توصیف کرد. در سیستم‌هایی که از چنین معانی ساده‌ای استفاده می‌کنند، اولا فواصل مختلفی برای ویژگی‌های سطح پایین تصویر تعریف شده که هر بازه مربوط به توصیف سطح متوسط تصاویر است؛ به‌عنوان مثال، «سبز روشن، سبز میانی، سبز تیره». توصیفگرها واژگان ساده را تشکیل می‌دهند، به عنوان مثال، اصطلاح «شیء- هستی‌شناسی» که تعریف کیفی از مفاهیم جست‌وجوی سطح بالا را ارائه می‌دهد. تصاویر پایگاه داده‌ها را می‌توان براساس نقشه‌برداری از این توصیفگرها در معنای سطح بالا (کلمات کلیدی) به دسته‌های مختلف طبقه‌بندی کرد؛ به‌عنوان مثال، «آسمان» را می‌توان به‌عنوان منطقه‌ای از «آبی روشن» (رنگ)، «یکنواخت» (بافت)، و «بالا» (موقعیت مکانی) تعریف کرد. (Liu and et al,2007)

۳.۵ یادگیری ماشین

در بیش‌تر موارد برای به‌دست‌آوردن ویژگی‌های معنایی سطح بالا، به استفاده از ابزارهای رسمی مانند تکنیک‌های یادگیری ماشین تحت نظارت یا بدون نظارت نیاز است. هدف از یادگیری نظارت‌شده، پیش‌بینی ارزش یک معیار (مثلا برچسب دسته معنایی) براساس مجموعه‌ای از اندازه‌گیری ورودی است. در یادگیری بدون نظارت، نتیجه‌گیری وجود ندارد و هدف، توصیف چگونگی سازماندهی یا خوشه‌بندی داده‌های ورودی است. (Liu and et al,2007)

۱.۳.۵ یادگیری تحت نظارت

ازجمله یادگیری های تحت نظارت، ماشین‌بردار پشتیبانی(SVM) ، و طبقه‌بندی بیزی[1] است که اغلب برای یادگیری مفاهیم سطح بالا از ویژگی‌های تصویر سطح پایین استفاده می‌کنند. با وجود مبانی نظری مستحکم، SVM برای شناسایی اشیا، طبقه‌بندی متن و ... استفاده شده، و مورد مناسبی است برای یادگیری در سیستم بازیابی تصویر. (Liu and et al,2007)

یکی از روش‌های یادگیری که به‌طور گسترده از آن استفاده می‌شود، طبقه‌بندی بیزی است. با استفاده از رده‌بندی باینری بیزی، مفاهیم سطح بالای چشم‌اندازهای طبیعی، از ویژگی‌های تصویر سطح پایین گرفته و تصاویر پایگاه‌داده به‌طور خودکار به‌صورت الگوهای کلی داخلی و خارجی طبقه‌بندی می‌شوند، همچنین تصاویر خارجی بیش‌تری براساس شهر، منظره و ...، طبقه‌بندی می‌شود. (Liu and et al,2007)

یادگیری عمیق یکی از زیرشاخه‌های یادگیری ماشین است که هدف آن یادگرفتن چکیده‌ای سطح بالا از داده‌ها با استفاده از معماری‌های سلسله‌مراتبی است و یک رویکرد درحال ظهور است که به‌طور گسترده در حوزهٔ هوش مصنوعی مانند پردازش زبان طبیعی و بینایی ماشین استفاده شده است.(سزاوار ودیگران. ۱۳۹۵)

یادگیری درخت تصمیم در مقایسه با سایر روش‌های یادگیری، ازنظر مفهومی، ساده و با توجه به ویژگی‌های ورودی، ناقص و پر سر و صدا است. علاوه بر این، درخت تصمیم به‌راحتی به مجموعه‌ای از قوانین تبدیل می‌شود که می‌تواند در یک سیستم خبره برای تصمیم گیری خودکار ادغام کند. با این حال، برای بازیابی تصویر در مفاهیم سطح بالا، مشکل اساسی فقدان مدولار بودن است؛ به‌عنوان مثال، اگرچه در روش‌های ذکرشده بالا، از

ویژگی‌های ورودی اسمی استفاده می شود، اما معمولاً ویژگی‌های سطح پایین تصویر، مقادیر مداوم دارند. اگرچه برخی از الگوریتم‌ها برای تشخیص ویژگی‌های مداوم طراحی شده‌اند، اینکه آیا این الگوریتم‌های طراحی‌شده همیشه تقسیم معنی‌داری از فضای ویژگی‌های تصویر ارائه می دهند، جای سوال دارد! (Liu and et al,2007)

۲.۳.۵ یادگیری بدون نظارت

برخلاف یادگیری تحت نظارت که در آن وجود متغیر، پیامد فرآیند یادگیری را هدایت می‌کند؛ یادگیری بدون نظارت، هیچ بازده‌ای از نتیجه ندارد و کارایی‌اش این است که دریابیم ویژگی ورودی، چگونه سازمان یافته یا خوشه‌بندی شده است. خوشه‌بندی تصویر، روش معمول برای یادگیری بدون نظارت و بازیابی است. این خوشه‌بندی، مجموعه‌ای از داده‌های تصویر را به‌گونه‌ای گروه‌بندی می‌کند که شباهت را در خوشه‌ها به حداکثر و شباهت بین خوشه‌های مختلف را به حداقل برساند. هر خوشه با یک برچسب کلاس مرتبط است و تصور می‌شود تصاویر موجود در یک خوشه مشابه یکدیگر باشند. (Liu and et al,2007)

۳.۳.۵ تکنیک‌های تشخیص اشیا برای بازیابی تصویر

تشخیص اشیاء در تصاویر، در کاربردهای بصری کامپیوتر ازجمله حاشیه‌نویسی تصویر، نظارت، و بازیابی تصویر، مسئلهٔ مهمی است. اخیرا الگوریتم‌های تشخیص اشیاء تحت نظارت و نظارت‌نشده، برای بازیابی تصویر مبتنی بر معنا ایجاد شده است؛ به عنوان مثال، روش یادگیری معیار نامتغیر نظارت‌نشده، به‌منظور فراگیری و شناخت مدل‌های کلاس اشیاء از منظر چشم‌اندازهای رابط بدون برچسب و جدانشده معرفی شده است. در این روش، اشیاء به دسته‌های انعطاف‌پذیر بخش‌های نمایش احتمالی تبدیل شده که برای همهٔ تصویرهای اشیاء کاربردی است؛ شکل، منظر، مقیاس نسبی و انسداد از جمله این دسته ها هستند. مدل بیزی برای طبقه‌بندی تصاویر به رسمیت شناخته شده است. ماهیت انعطاف‌پذیر این مدل با نتایج عالی در طیف وسیعی از مجموعه داده‌ها ازجمله کلاس‌های هندسی (مانند چهره‌ها، اتومبیل‌ها) و موضوعات تغییرپذیر (مانند حیوانات) مطرح شده است. (Liu and et al,2007)

بیش‌تر کاربران تمایل به بازیابی تصویر بر اساس اشیاء موجود در تصاویر را دارند. (Liu and et al,2007)

۴.۵ بازخورد ربط

RF (Relevance feedback) ابزاری قدرتمند است که به‌طور سنتی در سیستم‌های بازیابی اطلاعات مبتنی بر متن استفاده می‌شود. این ابزار در اواسط دهه ۱۹۹۰ به‌صورت CBIR معرفی شد، با این هدف که کاربر را در حلقه بازیابی قرار دهد تا «شکاف معنایی» بین آنچه نمایش داده می‌شود (ویژگی های سطح پایین) و آنچه کاربر فکر می‌کند را کاهش دهد. یادگیری مداوم ازطریق تعامل با کاربران نهایی، نشان می‌دهد که RF ، عملکرد سیستم‌های CBIR را به صورت چشم گیری افزایش می‌دهد. (Liu and et al,2007)

پژوهش‌ها درمورد قضاوت ربط نشان می‌دهد که موضوعیت نقش مهمی در تعیین ربط ایفا می‌کند؛ اما این واقعیت نیز وجود دارد که متغیرهای دیگری به غیر از موضوعیت مانند: کیفیت اطلاعات، روزآمدی، ویژگی‌های پدیدآورنده و جاذبه اطلاعات تصویر در تعیین ربط تصاویر بازیابی شده توسط کاربران دخیل می‌باشند. بنابراین منطقی است که فکر کنیم، سازوکارهای بازیابی گرچه در درجه نخست مبتنی بر هم‌خوانی موضوع می‌باشد؛ ولی ممکن است قادر به برآورده ساختن نیازهای اطلاعاتی کاربران نباشند.(ظریف قاسمیان؛ فتاحی؛ نوکاریزی.۱۳۹۹)

۵.۵ الگوی معنایی

ST (Semantic template) نقشه‌ای بین مفاهیم سطح بالا و ویژگی‌های بصری سطح پایین است. ST به‌عنوان ویژگی «نمایشگر» مفهوم به‌صورت مجموعه‌ای از تصاویر الگو محاسبه می‌شود. در برخی از سیستم‌ها، آیکون‌ها یا تصاویر مدل برای سهولت درخواست کاربر ارائه می‌شوند. (Liu and et al,2007)

ایده الگوی بصری معنایSVT، پیونددادن ویژگی تصاویر سطح پایین با مفاهیم سطح بالا به‌منظور بازیابی فیلم است. الگوی تصویری، مجموعه‌ای از نمادها یا نمونهٔ منظرها و اشیا است که نشانه‌ای اختصاصی از مفاهیمی مانند مجامع و افول را دربردارد. بردارهای ویژگی این نمونه از منظرها و اشیا، برای فرآیند پرس وجو استخراج می‌شوند. برای تولید

SVT، ابتدا کاربر با تعیین اشیا و محدودیت‌های مکانی و زمانی آنها، وزن اختصاص داده‌شده به هر ویژگی از هر شی- الگو را برای مفهومی خاص تعریف می‌کند. این سناریوی جستجوی اولیه در اختیار سیستم قرار می‌گیرد و سرانجام سیستم ازطریق تعامل با کاربران به مجموعه کوچکی از پرس وجوهای نمونه همگرا می‌شود که «بهترین» آن با مفهوم ذهن کاربر مطابقت دارد (به حداکثر رساندن یادآوری). (Liu and et al,2007)

۶.۵ بازیابی تصویر وبی

در تکنیک‌های پیشرفته بازیابی تصاویر سطح بالا، بازیابی تصاویر وبی را به‌عنوان حوزهٔ کاربردی خاص، طبقه‌بندی می‌کنیم، زیرا بازیابی تصاویر تفاوت تکنیکی با دیگر برنامه‌ها دارد. (Liu and et al,2007)

در بازیابی تصاویر سطح بالا، بازیابی تصاویر از نظر مفهومی و معنایی بررسی می شود، به این دلیل با دیگر بازیابی‌های مربوط به تصاویر تفاوت‌های بارزی دارد. کاربرد بازیابی تصویر وبی ذیل برخی از اطلاعات موجود در وب سبب سهولت دسترسی به بازیابی تصویر مبتنی بر معنا می شود.

کاربرد بازیابی تصویر وبی این است که برخی اطلاعات فرعی موجود در وب برای تسهیل بازیابی تصویر مبتنی بر معنا قابل دسترس خواهد بود. برای مثال، URl فایل تصویری ساختاری سلسله‌مراتبی دارد که شامل برخی اطلاعات مربوط به تصویر هم‌چون دسته‌بندی تصویر است. به‌علاوه، سند HTML حاوی برخی اطلاعات مفید در عنوان تصویر، برچسب ALT، متن توصیفی پیرامون تصویر، پیوندها و ... است. با این وجود، اطلاعات می‌تواند زیرنویس تصاویر را تا حدودی توسعه دهد. (Liu and et al,2007)

۶. ویژگی‌های مفاهیم سطح پایین تصویر

۱.۶ ویژگی رنگ

کاربران زمانی که تصاویر را بازیابی می‌کنند، اولین موردی که با آن مواجه می‌شوند شکل و شمایل و رنگ آن تصویر است، که در این ویژگی‌ها، رنگ تصویر بیشتر مورد توجه و اولین ویژگی است که کاربران آن را ارزیابی می کنند. از نظر اکثر کاربران در زمان های مختلف، رنگ اولین ویژگی است که مورد توجه قرار می‌گیرد.

رنگ یک ویژگی جهانی است که خصوصیات سطح یک شی را در هر منطقه از تصویر مشخص می‌کند. این بصری‌ترین و بارزترین ویژگی یک تصویر است که نسبت به تغییرات نویز، اندازه تصویر، جهت و وضوح آن بسیار مقاوم است(Wang et al.2019).

هم‌بستگی رنگ، روشی است که در فاصلهٔ فضایی رنگ‌ها استفاده می‌شود. (Hee-Hyung Bu, et al.2019) همبسته‌نما ابزار مناسبی برای ثبت همبستگی المان‌های تصویر است. (محمودی و دیگران. ۱۳۸۱) ویژگی رنگ یکی از پرکاربردترین ویژگی‌ها در بازیابی تصویر است. رنگ‌ها در فضایی متنوع وجود دارند که اغلب برای کاربردهای مختلف استفاده می‌شوند. (Liu and et al,2007) رنگ، مفاهیم سطوح بالای معنایی بیش‌تری برای چشم و درک انسان است. (غضنفری؛ حسن‌پور.۱۳۹۵)

هیستوگرام رنگ، روش کارا از لحاظ محاسباتی است؛ همچنین نسبت به تغییرات جزیی در نقطه دید حساس نیست؛ اما از آنجایی‌که این بردار ویژگی هیچ‌گونه اطلاعات مکانی در بر ندارد و همبستگی مکانی بین پیکسل‌های مجاور را در نظر نمی‌گیرد نسبت به اشکال و اشیاء موجود در تصویر حساس نیست. به‌عبارت دیگر می‌توان تصاویری یافت که ازلحاظ محتوایی کاملا با یکدیگر متفاوت باشند اما دارای هیستوگرام رنگ یکسان باشند. (محمودی و دیگران. ۱۳۸۱) رنگ به‌دلیل کارایی راندمان محاسباتی در استخراج آن و این حقیقت که سیستم بصری انسانی نسبت به تصاویر طیف خاکستری حساسیت بیش‌تری دارد، بیشترین کاربرد بصری در بازیابی اطلاعات تصویر را دارد. (Tsai,lin.2011) ویژگی‌های رنگ معمولا با استفاده از آمار جهانی، فاصله رنگ، ساختار، و...، استخراج می‌شود. روش‌های استخراج ویژگی رنگ شامل هیستوگرام رنگ با استفاده از آمار جهانی، همبستگی‌های رنگ، فواصل رنگ، توصیفگر ساختار رنگ CSD (color structure descriptor) و ساختارهای رنگ، توصیفگر ارتقای رنگ SCD (scalable color descriptor) ، هیستوگرام رنگ و تغییر شکل Haar و ... است(Hee-Hyung Bu, et al.2019)

از طیف رنگ‌ها برای تعریف طول موج رنگ استفاده می‌شود، به عنوان مثال قرمز، زرد، آبی که می‌تواند به‌صورت زاویه بین ۰ و ۳۶۰ درجه باشد. (لیکن مقیاس نرمال بین ۰ و ۱ است.) (Tsai,lin.2011)

در تصویر اصلی، هر چه فاصله طول موج‌ها از یکدیگر بیشتر باشد، هم‌بستگی کم‌تری بین آن‌ها وجود دارد. بنابراین به‌عنوان یک معیار برای کم کردن همبستگی، باید سعی کنیم

طول موج‌های موجود در یک گروه تا حد امکان از هم فاصله زیادتری داشته باشند. اگر بخواهیم طول موج‌های یک گروه از هم خیلی فاصله داشته باشند، به ناچار در هر گروه میزان کمی طول موج باند وجود خواهد داشت. با کم شدن تعداد طول موج‌های هر گروه، اطلاعات کافی برای استخراج ویژگی از آن‌ها وجود نخواهد داشت. بنابراین باید سعی کنیم که بین تعداد طول موج‌های یک گروه و فاصلهٔ آن‌ها از هم توازنی برقرار کنیم. (کشاورز، قاسمیان.۱۳۸۳) خود همبستگی رنگ مزایایی دارد که شامل رابطه‌ی مکانی بین رنگ‌ها است. این روش برای شناسایی توزیع کلی رابطه‌ی مکانی محلی بین رنگ‌ها استفاده می‌شود و محاسبه‌ی آن ساده است. (Anandh and et al. 2016.)

CM(Color moments)ها معمولا در گام اول فیلترگذاری، از کاهش محدودهٔ جست‌وجو با حذف تصاویری که از نظر رنگ تصویر همانند نیستند، استفاده می‌کنند.Cmهایی که نمایان‌گر یک ویژگی تصویر در CBIR هستند، نه تنها سرعت بازیابی را بهبود می‌بخشند بلکه از یکپارچگی رنگ تصویر نیز اطمینان پیدا می‌کنند. روش cmها یک الگوریتم ساده و موثر برای توصیف رنگ است. (Wang et al.2019)

۲.۶ ویژگی بافت

استخراج ویژگی یک روش، کاهش ابعاد است که با مجموعه اولیه از داده‌های اندازه‌گیری‌شده که برای انسان قابل تفسیر است، شروع می‌شود. استخراج ویژگی برای کاهش مجموعه‌ی بزرگی از داده‌ها از منابع استفاده می‌شود. (حق‌شناس جزی، زمانی بروجنی. ۱۳۹۶) تجزیه‌و تحلیل بافت، ویژگی مهمی است که در انواع برنامه‌های تصویری و بصری ازجمله تقسیم‌بندی تصویر، بازیابی تصویر، شناخت شیء (موضوع)، تشخیص کانتور، طبقه‌بندی چشم‌انداز و نمایه‌سازی تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد. (A. and R. 2017) مرحله پیش‌پردازش داده برای بهبود ویژگی‌های ظاهری از تصویر با استفاده از تکنیک‌های افزایش کنتراست استفاده می‌شود. تکنیک افزایش کنتراست درواقع برای تنظیم میزان روشنایی و یا تاریکی تصویر استفاده می‌شود. در این روش از ۳ تبدیل برای استخراج ویژگی بافت استفاده می‌شود: (حق‌شناس جزی، زمانی بروجنی. ۱۳۹۶)

- روش اول: پیش‌پردازش: در این مرحله برای بالابردن نمایش بصری تصاویر از تکنیک‌های افزایش کنتراست استفاده می‌شود. برای انجام تنظیمات تصویر در تاریکی یا روشنایی، بهره مندی از افزایش کنتراست ضرورت دارد.(A. and R. 2017)
- روش دوم: تبدیل Curvelet: تبدیل[۲] Curvelet (CT) نشان‌دهنده‌ی یک ویژگی منحنی‌مانند استفاده از بافت و اطلاعات فضایی محلی جهت تبدیل چندمقیاسی است. درواقع این تبدیل برای تحلیل داده‌های سه بعدی و مخصوصا برای تحلیل داده‌ها و تصاویر پزشکی، تجزیه و تحلیل داده‌های لرزه‌ای، مکانیک سیالات، پردازش ویدیو و ... استفاده می‌شود.
- روش سوم: تبدیل کانتور: تبدیل کانتورCont (Contourlet Transform) نوعی نمایش تصویر با روش‌های چندمنظوره است (A. and R. 2017) که شکلی از تصاویر مولتی رزولوشن است که از یک ناحیه صاف به همراه مرز صاف ساخته شده است. این تبدیل بر دو نوع است که یکی هرم لاپلاس و دیگری بانک فیلتر جهت نام دارد. تبدیل کانتورلت براساس توابع پایه با نسبت جهت انعطاف‌پذیر و جهت‌های مختلف در مقیاس‌های متفاوت است. (حق‌شناس جزی، زمانی بروجنی. ۱۳۹۶)

بافت، عنصر مهمی از تصاویر برای تشخیص سطح، شناسایی جسم و تمایز منطقه مانند تمایز «آب» از «چمن» یا «ساختمان» از «آسمان» است. برخلاف ویژگی‌های رنگی که از پیکسل‌های جداگانه استخراج می‌شود، توصیفگرهای بافت از گروه‌های پیکسل هم‌چون پنجره‌ها یا سطح‌ها استخراج می‌شوند. (Tsai,lin.2011) بافت، منبع اطلاعات اصلی در بازیابی تصویر و در تجزیه و تحلیل تصویر است. (Hee-Hyung Bu, et al.2019)

بافت، یکی از ویژگی‌های سطح پایین است که می‌تواند در تشخیص بسیاری از مواردی به کار آید که در نگاه اول به نظر حائز اهمیت نیستند. وقتی به دنبال تفکیک بین دو سطح در تصویری هستیم که رنگ‌های آن به هم شباهت دارند و از نظر معنایی و درک تصویر بسیار مهم هستند بافت به کمک کاربر می آید. با این وصف پی می‌بریم که ویژگی‌های سطح پایین و سطح بالا در تصاویر از نظر معنایی و محتوایی، کم یا زیاد، مکمل هم‌دیگر هستند.

علاوه بر ویژگی‌های بصری سطح پایین، می‌توان ویژگی‌های بافتی را نیز استخراج کرد. به‌عنوان مثال، با استخراج ویژگی محتوا مبتنی بر متن از تصاویر وب، محتوای تصاویر بهتر

نشـان داده مـی شـوند. (Tsai,lin.2011) بافـت بـه انـدازه ویژگـی‌هـای رنـگ واضـح و روشن نیست، بعضی از سیستم‌ها از ویژگی‌های بافت استفاده نمی‌کنند. با ایـن حـال، بافـت اطلاعات مهمی را در طبقه‌بندی تصویر ارائه می‌دهد زیرا مفهـومی از تصـاویر واقعـی ماننـد پوست میوه، ابرها، درختان، آجرها و پارچه را شرح می‌دهد. از این رو، بافـت یـک ویژگـی مهم در تعریف معنایی سطح بالا برای هدف بازیابی تصویر است.(Liu and et al,2007)

۳.۶ ویژگی شکل

شکل به عنوان یکی از ویژگی‌های تصویر، در سطح بالاتری از رنگ و بافت قـرار گرفتـه و روند استخراج آن پیچیده‌تر است؛ لذا کارایی و دقـت بازیـابی تصـویر را توسـعه مـی‌دهـد. تکنیک‌های بیان ویژگی شکل را می‌توان در دو گروه طبقه‌بنـدی کـرد: روش‌هـای کـانتور و منطقه‌ای. (Wang et al.2019)

روش اول، تکنیک‌هایی که برای ساخت بردار ویژگی نیاز به قطعه‌بندی تصـویر دارنـد و روش دوم، تکنیک‌هایی که بدون انجام عمل قطعه‌بندی بـا اسـتخراج پـاره‌ای از فاکتورهـای شکلی از تصویر بردار ویژگی را می‌سازند. روش‌های مبتنی‌بر قطعه‌بندی تصویر ابتدا نـواحی همگن تصویر را شناسایی می‌نمایند و سـپس بـردار ویژگـی از روی اطلاعـات مربـوط بـه نواحی تصویر استخراج می‌شـوند. (محمـودی و دیگـران. ۱۳۸۱) روش دوم، تکنیـک‌هـای مبتنی‌بر شکل سعی دارند با توجه به ماهیت زمان‌گیربودن عمل قطعه‌بندی بدون انجام عمـل قطعه‌بندی پاره‌ای از فاکتورهای شکلی را از تصویر اسـتخراج و بـردار ویژگـی تصـویر را از روی آن بسازند. (محمودی و دیگران. ۱۳۸۱) از روش‌های مبتنی بر شکل که بدون اسـتفاده از قطعه‌بندی تصویر عمل می‌نمایند می‌توان از روش‌های مبتنی بـر لبـه یـاد کـرد. مطلوبیـت استفاده از لبه‌ها به دو علت است: اولا حجم لبه‌های تصویر نسـبت بـه حجـم پیکسـل‌هـای تصویر بسیار کم است. پس به‌علت کاهش اطلاعات تحت پردازش می‌توان سیستمی کارا بـا استفاده از لبه‌ها ساخت. ثانیا لبه‌ها به‌علت استفاده از همبستگی بین پیکسل‌هـا حجـم زیـادی از اطلاعات تصویر را در بر دارند و همچنین از آنجایی‌که از دیدگاه درک انسانی نیز اشـکال به‌واسطهٔ لبه‌هایشان از یکدیگر تمیز داده می‌شوند پس می‌توان سیستمی دقیقی بـا اسـتفاده از لبه‌ها ساخت. (محمودی و دیگران. ۱۳۸۱)

در پایگاه داده ویژگی و بعد از استخراج ویژگی، بـه منظـور بـرآورد فاصـله بـین بـردار ویژگی تصویر پرس‌و جو، از تصاویر هدف‌گرا، از ارزیابی تشابه استفاده می‌شود. تصاویر بـا توجه به شباهت های آن ها، رتبه‌بندی و به‌عنـوان خروجـی پـرس‌وجـو در سیسـتم CBIR ارائه می‌شوند. میزان ارزش فاصله، میزان تشابه بین تصویر جستجوگر و تصـویر پایگـاه داده را نشان می‌دهد. (Wang et al.2019)

۴.۶ توصیف‌گر ویژگی مکانی

نمایش ویژگی بصری پایین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین ویژگی برای بازیـابی تصـویر اسـت. (Tsai,lin.2011) ویژگی‌های بصری تصویر از ویژگی سـطح پـایین (یـا توصـیفگرها) شـامل رنگ، بافت، شکل و بافت استخراج می‌شود. (Wang et al.2019)ویژگی‌هـای سـطح پـایین می‌تواند توصیف‌کننده سراسری یا محلی باشد. در توصیفگرهای سراسری، همهٔ پیکسل‌هـای تصویر درنظر گرفته می‌شوند درحالی‌که توصیفگر محلی، زیرمجموعه‌ای از تصویر است کـه در حول لبه مشخص است. (Tsai,lin.2011)

LBP یکی از توصیفگرهای ویژگی بافت متصل به نسخه باینری است. ایـن توصـیف‌گـر از روش تجزیه‌و تحلیل بافت بهره می‌گیرد و ازطریق کد LBP، مقدار پیکسـل مرکـزی را بـا اطراف خود ارزیابی می‌کند. (Wang et al.2019)نمایش ویژگی بصری از مشخصـاتی اسـت که اکثر کاربران در هر مقطع سنی آن را برای بازیابی تصویر مورد استفاده قرار می‌دهند. ایـن ویژگی، توصیفگر مکانی و جهانی و تقریبا همـه توصـیفگرهای مربـوط بـه سـطح پـایین را شامل می‌شود. البته وجـود توصـیفگر مکـانی در کنـار توصـیفگر بـافتی بـه تکمیـل هـر دو کمک می کند و مانند دیگر ویژگی‌ها با قرارگرفتن در کنار هم بهتر مـی‌تواننـد تصـویر را از نگاه ویژگی سطح پایین توصیف کنند.

۷. نتیجه‌گیری

در دنیای امروز با توجه به پیشرفت دنیای تکنولوژی، بازیابی اطلاعـات و از جملـه بازیـابی تصاویر نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. نگارنده در این پـژوهش سـعی کـرد بـه برخی از معیارهای استخراج ویژگی بازیابی تصویر اشاره کند تا نشـان دهـد کـدام معیارهـا

برای بازیابی تصویر در دنیای مجازی تاثیرگذارتر است. ویژگی‌های مطرح شده در این سطور، از نظر ویژگی محتوا در بازیابی تصاویر بسیار کاربردی است. با توجه به طرح استخراج ویژگی، پیشنهاد می‌شود برای توضیح زیر تصویر، از دستگاه تصویر (بصری) استفاده شود تا از طریق توضیح زیرتصویر (متنی) به توصیف بهتری از تصویر دست پیدا کنیم. تجربیات گسترده بر روی سیستم‌های CBIR نشان می‌دهد که ویژگی‌های سطح پایین تصویر نمی‌توانند مفاهیم معنایی سطح بالا را در ذهن کاربران توصیف کنند؛ لذا مفاهیم معنایی سطح بالا در کنار ویژگی‌های سطح پایین لازمهٔ بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوای وب هستند. با توضیحات و تعاریفی که از ویژگی‌های سطح پایین و سطح بالا ارائه شد، پی بردیم که همه معیارها برای شناسایی تصاویر لازم است و هر کاربری در هر سطحی که باشد با توجه به نیاز خود به تصاویر و اطلاعات مربوط تقریبا به هردو سطح نیاز دارد؛ البته در برخی مواقع نیز شاید بخشی از این ویژگی‌ها به کار آید. ویژگی‌های مطرح‌شده در بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا و معنای وب بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد؛ بنابراین بررسی آن ها، راه های واضح‌تر و سهل‌تری را پیش روی هر کاربر قرار می دهد تا بازیابی تصاویر بهتر صورت گیرد.

پی‌نوشت‌ها

۱. دسته‌بندی‌کننده بیز ساده به انگلیسی :(Bayesian classifier) در یادگیری ماشین به گروهی از دسته‌بندی‌کننده‌های ساده بر پایه احتمالات گفته می‌شود که با فرض استقلال متغیرهای تصادفی و براساس قضیه بیز ساخته می‌شوند. به‌طور ساده روش بیز روشی برای دسته‌بندی پدیده‌ها، بر پایه احتمال وقوع یا عدم وقوع یک پدیده است.

۲. تکنیک‌های تطابق ناپذیری برای نمایش چندمقیاسی شیء هستند.

کتاب‌نامه

حاجی اسمعیلی، محمدمهدی و غلامعلی منتظر (۱۳۹۶). « نگاهی بر بازیابی معنایی تصاویر در وب» . سومین کنفرانس بین‌المللی وب‌پژوهی . ۳۰ ، ۳۱ فروردین.

حق‌شناس جزی، شهرزاد و فرساد زمانی بروجنی (۱۳۹۶). «مروری بر روش‌های بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا براساس ویژگی بافت» . کنفرانس ملی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات. تیرماه. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سپیدان.

رحیمی، صالح(۱۳۹۴). «نگرش‌های رایج در نمایه‌سازی و بازیابی تصاویر در محیط وب». *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*. بهار.ش ۱۰۱.

سزاوار، امیر و دیگران (۱۳۹۵). « بازیابی تصویر با استفاده از یادگیری عمیق». چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی کامپیوتر و پردازش سیگنال. ۱۸ آذرماه. تهران. ایران.

شریفی، شهرزاد و دیگران (۱۳۹۰). « نقش وب معنایی در بازیابی اطلاعات» . فصلنامه *دانش‌شناسی* (علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی و فناوری اطلاعات). سال سوم. شماره (۱۲).بهار.

ظریف قاسمیان، نعیمه؛ رحمت‌الله فتاحی و محسن نوکاریزی(۱۳۹۹). «بررسی معیارهای قضاوت ربط تصاویر بازیابی شده در موتور کاوش گوگل از دیدگاه دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد». فصلنامه *کتابداری و اطلاع رسانی*. شماره ۸۹ صص ۱۰۶- ۱۲۰.

غضنفری، حامد و حمید حسن‌پور(۱۳۹۵). «بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا با استفاده از هیستوگرام رنگ». دانشگاه صنعتی امیرکبیر. کنفرانس پردازش سیگنال و سیستم‌های هوشمند.

کشاورز، احمد و حسن قاسمیان (۱۳۸۳). « بهبود طبقه‌بندی تصاویر ابرطیفی با استفاده از گروه‌بندی باندها و الگوریتم‌های استخراج ویژگی». تهران: گروه مهندسی مخابرات- دانشکده فنی مهندسی- دانشگاه تربیت مدرس.

محمودی، فریبرزو دیگران (۱۳۸۱). « بازیابی تصویر مبتنی بر شکل با استفاده از همبستگی بین لبه‌های تصویر». پاییز، سال ۱۳. ش.۵۲. تهران: امیرکبیر.

Anandh. A and al(2016). “Content based image retrieval system based on semantic information using color, texture and shape features”. 978-4673-8437-7/16 2016 IEEE

Hee-Hyung Bu. and al(2019). “Content-based image retrieval using combined texture and color features based on multi-resolution multi-direction fltering and color autocorrelogram”. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing.

Huang, Changin and al(2018). Large-scale semantic web image retrieval using bimodal deep learning techniques. Informaion sciences, Journal.hompage: www.elsevier.com/locate/ins. 430-431 (2018) 331-348.

Hussain, Abid and al(2019). “Retrieval effectiveness of image search engines”. The electronic library, http://doi.org/10.1108/El-07-2018-0142 . www.emeraldinsight. com/0264-04773.htm.

Kumar, c. s. , sarvana, Santhosh, R. (2020). «Effective information retrieval and feature minimization technique for semantic web data». Computer and electrical engineering. Journal. Homepagewww.elsevier.com/locate /compeleceng.

Liu,ying and al(2007). " A survey of content-based image retrieval with high-level semantics". PATTERN RECOGNITION.no 40. P.p. 262- 282. www.sciencedirect.comwww.elsevier.com/locate/patcog

Pandian, A. and R. Balasubramanian(2017). " performance analysis of texture image retrieval in curvelet, contourlet, and local temary pattern using Dnn and Elm classifiers for MRI brain tumor images," . in proceedings of international conference on computer vision and image processing.pp. 239-248: springer.

Tsai, chih-fong; Lin,wei- chao(2011).«Scenery image retrieval by meta- feature reprentatio ».scenery image retrieval.517. www.emeraldinsight.com/1468-4527.htm.

Villarroel ordenes, francisco; zhang, shunyuan.(2019) " from words to pixels: text and image mining methods for service research". Journal of service management, vol.30. No.50. pp.539-620.www.emeraldinsight.com/1757-5818.htm

Wang, Shenlongand and al(2019). "Review of image low-level feature extraction methods for content-based image retrieval". Sensor Review . Volume 39 Issue 6.