مقایسه تطبیقی تکنیک‌های مدلسازی در کاوش معناگرای تصویر در وب جهان‌گستر

علیرضا همتی[1]، نسیبه رهبر[2]، زهرا علی بابایی[3]

[1] هیات علمی مرکزتحقیق وتوسعه سیاست های دانشگاه علوم پزشکی تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی جهاد دانشگاهی، تهران، ایران
hemmati@tums.ac.ir

[2] دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، موسسه آموزش عالی فارابی،کرج، ایران
rahbar.mit92@hotmail.com

[3] دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات،موسسه آموزش عالی فارابی،کرج، ایران(نویسنده مسئول)
alibabae.mit92@gmail.com

چکیده

تصویرکاوی، به فرآیندی اطلاق می‌گردد که به کاوش اطلاعات، تبیین وابستگی، میان داده‌های تصویر و استخراج الگوهای غیرمبهمِ ذخیره شده در پایگاه داده‌های تصویری می‌پردازد و هدف اصلی آن، تولید الگوهای قابل فهم از تصاویریست که دانش اولیه‌ای از محتوای آن در دسترس نیست. برای اینکه تصویرکاوی براساس معنا میسر گردد، حصول سطح متوسطی از فهمِ معانی تصاویر در اولویت قرار دارد. در واقع منظور از تصویرکاوی معناگرا، پر کردن شکاف معناییِ موجود بین تفسیر انسان از یک تصویر در مقابل آن چیزی است که کامپیوتر تحت عنوان ویژگی‌های بصریِ سطح پایین از تصویر استخراج کرده است. عملیات مطرح در فرایند تصویر کاوی، مجموعه‌ای از فنون مناسب برای رفع ابهام، ذهن گرایی و کلیت موجود در برخی مسایل است و هدف آن بازیابی اطلاعات تصویری، مدلسازی، طراحی و اجرای سیستم‌هایی است که قادر باشند دسترسی سریع و کارآمد مبتنی بر محتوا را به مقادیر عظیمی از اطلاعات تصویری، مرتبط سازند. در این راستا، الگوهای بازیابی مبتنی بر محتوای تصویر با رویکرد معناگرا تکامل یافته و روش‌های متفاوتی از مدلسازی، ارائه شده است. از این رو، مقایسه تکنیک‌های مختلف مدلسازی، می‌تواند راهبردی کارا در عرصه کاوش بهینه تصویر بشمار آید. با توجه به نتایج تطبیقی حاصل از این پژوهش، بهره‌گیری از شبکه های عصبی به عنوان سریع‌ترین تکنیک، در امر تصویرکاوی معناگرا پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی:

وب کاوی ، کاوش معناگرای تصویر، تکنیک‌های مدلسازی تصویر

۱- مقدمه

با در نظر گرفتن حجم زیاد ذخیره‌سازی و آمایش داده‌های مورد نیاز برای یک پرس و جوی ساده در وب، پردازش در این محیط ضرورتاً مستلزم ابزارهای مناسبی همچون وب کاوی است تا صرفاً دانش مربوط را به عنوان نتیجه نهایی یافته‌ها تلخیص و ارائه نماید [1, 2].

در این بین پیشرفت‌های ایجاد شده در تکنولوژی تصویربرداری و ذخیره سازی تصاویر منجر به رشد فراگیر در پایگاه‌های داده وسیع از تصاویر و جزییات مربوط به آن‌ها شده است [3]. حجم بسیار بالایی از تصاویر، مانند تصاویر ماهواره‌ای، تصاویر پزشکی و عکس‌های دیجیتال به صورت روزانه تولید می‌شود. اگر این تصاویر تحلیل شوند اطلاعات بسیار مفیدی را در اختیار انسان قرار می‌دهند [4].

تصویرکاوی فرایندی است که با ایجاد وابستگی‌هایی بین تصاویر متفاوت در پایگاه داده‌های تصاویر بزرگ به کشف الگوهای نامعمول می‌پردازد [5]. این فرآیند در مجموعه‌های بزرگ تصویری، رویکردی نوین در حوزه‌های پژوهش‌های مربوط به بانک‌های اطلاعاتی تصویری از یک سو و تحقیقات داده کاوی از سوی دیگر محسوب می‌شود [6].

تغییر رویکرد از بازیابی و تحلیل مبتنی بر محتوای تصاویر به تصویر کاوی معناگرا و تنوع روش‌های تصویر کاوی باعث شده‌است تا کاربران در

Archive of SID

www.SID.ir

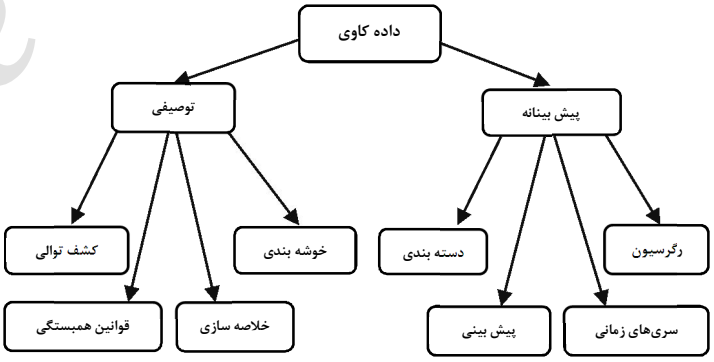
انتخاب و بکارگیری آن دچار ابهام شوند، از این‌رو مرور روش‌ها و مقایسه آن‌ها را امری ضروری تلقی گشته و پرسش اصلی پژوهش حاضر است:

- چه الگوهایی برای رسیدن به درکی مطلوب از مفاهیم محتوای تصاویر مناسب هستند؟
- مدل‌های مفهومی جهت تفسیر صحیح مفاهیم معنایی تصاویر در خصوص یک موضوع خاص، چه مدل‌هایی هستند؟

مقاله پیش رو در نظر دارد با تمرکز بر تصویرکاوی معناگرا و با استفاده از روشی کتابخانه‌ای به بررسی پژوهش‌های موجود در حوزه‌های فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، علوم کامپیوتر و تحلیل داده ها پرداخته و مطالعه تطبیقی بر نقاط ضعف و قوت روش های مدلسازی تصویر صورت داده و در نهایت با ارائه الگویی مقایسه ای، به بیان مزایا و معایب آن ها بپردازد.

۱. داده کاوی

داده‌کاوی فرآیند اکتشاف اطلاعات و الگوهای نهفته از درون حجم بسیار زیاد داده‌هایی است که در قالب پایگاه‌های داده‌ای، انباره‌های داده‌ای، یا هر نوع انباره اطلاعاتی ذخیره می‌شود [7]. براساس نظر هن و کمبر (۲۰۰۶)، داده‌کاوی به معنای استخراج الگوهایی برای بازنمایی دانش [8] یا کاوش دانش از مقادیر عظیم داده است و به عنوان مهم‌ترین مرحله در فرایند کشف دانش معرفی می‌گردد [9]. روش‌های داده‌کاوی به دو دسته کلی توصیفی و پیش‌بینانه تقسیم می‌شوند. در روش‌های توصیفی، هدف توصیف یک موجودیت است، اما در روش پیش بینی، هدف پیش بینی متغییر ناشناخته از داده‌های آتی است. شکل (۱) کارکرد و وظایف داده کاوی را نشان می‌دهد [9].



شکل (۱): کارکرد و وظایف داده کاوی [9]

متدولوژی CRISP-DM[1] به عنوان یک مدل معروف در فرایند داده کاوی، پروژه ای بودکه در سال ۲۰۰۰ به منظور ارائه مدل فرایندی جامعی که براساس آن، پروژه‌های داده‌کاوی قابل انجام باشند، ارائه گردید. در واقع، این الگو با بررسی نیازهای واقعی صنعت و عدم وجود چنین نمونه ای ارایه گردید و با اعمال آن بر پروژه‌های مختلف، اعتبارسنجی مناسبی نیز برای آن انجام گرفت و بر همین اساس، امروزه به عنوان مدلی مطرح و قابل اطمینان مورد استفاده قرار می‌گیرد [10].

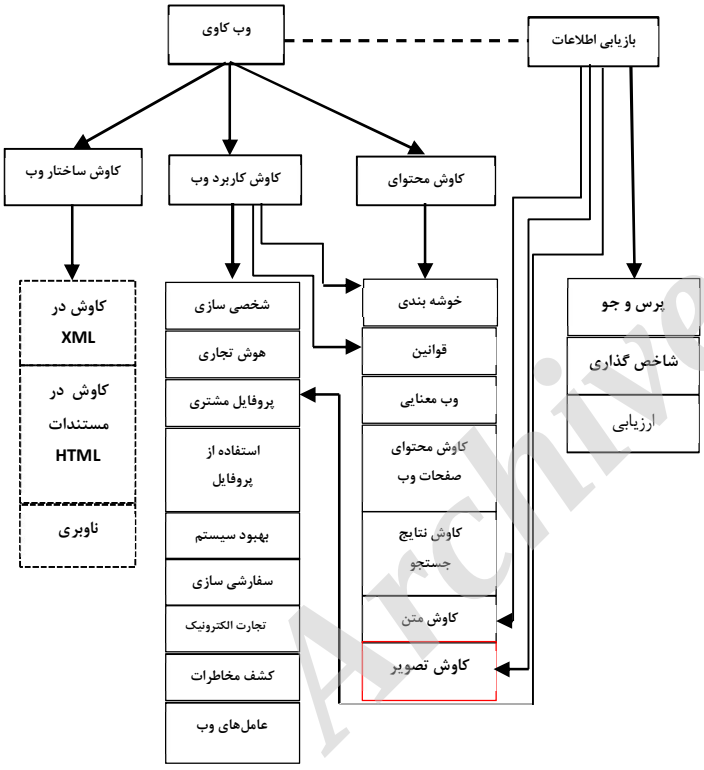
طبق مدل CRISP-DM گام‌های اصلی در فرایند داده کاوی جهت کشف دانش عبارتند از [11]:تعریف مسئله، ساختن پایگاه داده مربوط به داده‌کاوی، جستجوی داده، آماده ساختن داده برای مدلسازی، ساخت مدل، ارزیابی مدل، ساخت مدل و ارائه نتایج.

[1] Cross-Industry Standard Process for Data Mining

۲. وب کاوی [2]

وب کاوی به استفاده از فنون داده‌کاوی در راستای بازیابی، استخراج، و ارزیابی خودکار اطلاعات به منظور کشف دانش از مدارک و خدمات وب اشاره دارد. داده‌های وب غالباً توزیعی، ناهمگن و بدون برچسب گذاری هستند .بنابراین، هر رابط انسانی نیاز دارد که سوالات مبهم را بررسی کند. تقریباً نود درصد از داده‌ها در فضای وب بلا استفاده بوده و غالباً هیچ نوع اطلاعات مفیدی را به کاربر ارائه نمی‌دهند. با در نظر گرفتن حجم زیاد ذخیره سازی و آمایش داده‌های مورد نیاز برای یک پرس و جوی ساده، پردازش ضرورتاً مستلزم ابزارهای مناسبی است که صرفا دانش مربوط را به عنوان نتیجه نهایی یافته‌ها ارائه نماید [1, 2].

وب‌کاوی را می‌توان به سه دسته عمده: کاوش ساختار وب[3]، کاوش کاربری وب[4]و کاوش محتوای وب[5] تقسیم‌بندی نمود [1, 2, 12] . با توجه به کاربردهای متنوع وب‌کاوی، شکل (۲) دسته های مختلف کاوش در محیط وب را به تصویر می‌کشد. در برخی متون، وب کاوی دارای روش چهارمی هم هست که کاوش پرونده کاربران وب نامیده می‌شود [2].



شکل (۲): ساختار وب‌کاوی [1]

از وب‌کاوی می‌توان علاوه بر یافتن اطلاعات یا دانش جدید، برای مقاصد گوناگونی نظیر طراحی انطباقی وب (مثلا طراحی وب با انگیزش ناشی از کاربر)، سازماندهی دوباره وب سایت، شخصی سازی وب سایت و موارد گوناگون بهبود در اجرا استفاده کرد [12].

2 Web Mining
3 Web Structured Mining
4 Web Usage Mining
5 Content Mining

Archive of SID
www.SID.ir

۲-۱- کاوش ساختار وب

وب‌کاوی ساختار وب، فرایندی است که به استخراج اطلاعات ساختار وب از طریق پیوندهای۱ درون اسناد می‌پردازد [13]، ماحصل این فرایند، نموداری از پیوندهای موجود در یک سایت یا در بین سایت‌ها است. به عنوان مثال در گوگل، یک صفحه وب در صورتی مهم تلقی خواهد شد که صفحات مهم دیگر به آن پیوند داده باشند [1, 2, 12].

۲-۲- کاوش کاربری وب

کاوش کاربری وب، فرایندی است که به استخراج اطلاعات از سرورهای مخصوص ثبت وقایع می‌پردازد. وقایع می‌تواند از منظر مشتری یا سرور مورد ارزیابی قرار گیرد [13]. این فرایند با کاوش در میان داده‌های تولید شده توسط تعاملات کاربران با وب، که عموماً در قالب گزارش‌های دسترسی وب سرور، مشخصات کاربران، پرسش‌های کاربران، و اطلاعات مربوط به کلیک‌های آن‌ها نشان داده می‌شود، قادر به تحلیل گرایش و تحلیل الگوهای۲ رفتاری کاربران در دسترسی به وب خواهد بود [1, 2, 12].

۲-۳- کاوش پرونده کاربران وب

کاوش پرونده کاربران وب به کشف پرونده کاربران بر پایه رفتارهای آن‌ها در وب پرداخته که بیشتر کاربرد تجاری در شناسایی مشتریان دارد [2].

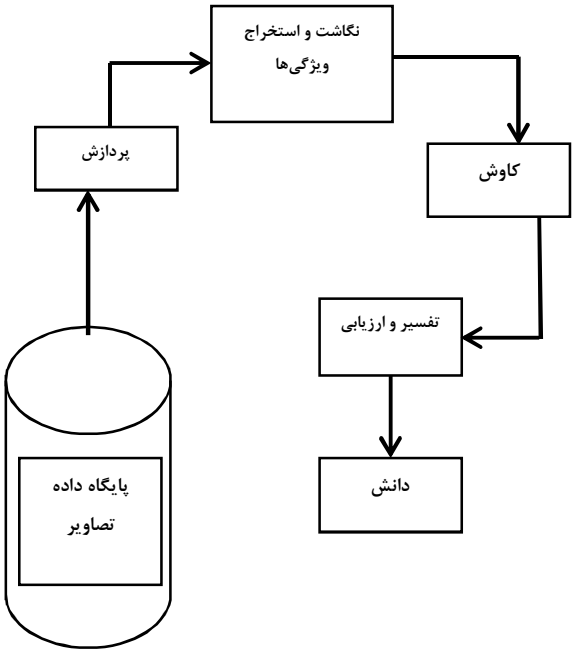
۲-۴- کاوش محتوای وب

کاوش محتوای وب فرایندی است که اطلاعات را از محتوای اسناد وب استخراج می‌نماید. محتوای وب می‌تواند ساختار نیافته (متن درون یک تصویر)، نیمه ساختار یافته (اسناد HTML) و ساختار یافته (استخراج اطلاعات از پایگاه داده‌ها) باشند [13]. در میان وب کاوی محتوای اسناد چندرسانه ای، شامل اطلاعات متنی، فرامتنی، تصاویر و دیداری- شنیداری می‌شود. این طبقه به استخراج سلسله مراتب‌های مفهومی از وب و دسته بندی خودکار آن‌ها می‌پردازد [1, 2, 12].

۲-۴-۱- تصویرکاوی

تصویرکاوی در مجموعه‌های بزرگ تصویری، رویکردی نوین در حوزه پژوهش‌های مربوط به بانک‌های اطلاعاتی تصویری از یک سو وتحقیقات داده کاوی از سوی دیگر محسوب می‌شود [6].

تصویرکاوی تکنیکی است که کار کاوش اطلاعات، وابستگی داده‌های تصاویر و الگوهای غیر مبهم ذخیره شده در تصاویر را انجام می‌دهد. هدف اصلی تصویرکاوی تولید الگوهای قابل تبیین از تصاویر بدون دانستن اطلاعاتی از محتوای تصاویر است.یعنی بدون دانش اولیه از محتوای تصاویر بصورت کاملا هوشمندانه با مجموعه‌ای از تصاویر ورودی، الگوهای مهم را استخراج می‌نماید. تصویر کاوی چیزی فراتر از توسعه داده کاوی در حوزه تصویر است. تصویر کاوی یک حوزه میان رشته ای است که براساس تخصص‌های بینایی ماشین، پردازش تصویر، بازیابی تصویر، داده کاوی، یادگیری ماشین، پایگاه داده و هوش مصنوعی بنا شده است [14]. همانگونه که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، یک سیستم تصویر کاوی باید بتواند ذخیره تصویر، پردازش تصویر، استخراج مشخصات و ویژگی‌های تصویر، شاخص گذاری و بازیابی تصاویر، کشف الگو و کشف دانش را انجام دهد [14].



شکل (۳): عملکرد یک سیستم تصویر کاوی [14]

برای بهبود فرایند جستجو و برای به دست آوردن اطلاعات تصاویر از شاخص‌هایی که شامل توضیحاتی در مورد محتویات تصویر است، استفاده می‌شود.

مشکل اصلی این است که یک روش خودکار برای شاخص‌گذاری تصاویر وجود ندارد و این شاخص‌گذاری به صورت دستی صورت می پذیرد، همچنین شاخص گذاری به خصوص شاخص‌گذاری تصاویر وابستگی زیادی به تصورات ذهنی و تفکر تشخیصی و ممیزی یک کاربر دارد. بنابراین کاربران متفاوت می‌توانند نظرات متفاوتی نسبت به یک تصویر داشته باشند و شاخص‌های متفاوتی را برای یک تصویر به کار برند یک تصویر محتویات زیادی دارد و این اطلاعات متفاوت، کارایی جستجو بر اساس کلمات کلیدی را به طور چشمگیر کاهش داده است. برای حل این مشکل و بهبود فرایند جستجوی کاوش محتوای وب را می‌توان از دید بازیابی اطلاعات برای تصاویر انجام داد و از مفهوم جدیدی به نام "بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر۳"ا استفاده کرد.

بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر تلاش می‌کند فرایند شاخص‌گذاری تصاویر موجود در پایگاه داده را به صورت خودکار انجام دهد. بازیابی مبتنی بر محتوای تصاویر، آن‌ها را براساس محتویات تصویری مانند شکل، رنگ، بافت و چگونگی طراحی شاخص‌گذاری می‌کند. هنگامی که یک تصویر به عنوان ورودی برای بازیابی داده می‌شود محتویات تصویری آن مشخص می‌شود و سپس پایگاه داده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا تصاویری که

1 hyperlinks
2 patterns
3 Content-Based Image Retrieval(CBIR)

Archive of SID
www.SID.ir

شاخص‌هایشان محتوای یکسان با محتوای تصویر درخواست شده دارند بوسیله مقایسه بازیابی شوند [15]. عموماً سیستم‌های CBIR دو کار اساسی انجام می‌دهند [16]: اولین عمل استخراج ویژگی۱ است، بهره برداری از مجموعه ای از ویژگی‌های تصویر که با عنوان بردار ویژگی معروف هستند و برای نمایش دقیق محتوای هر عکس در پایگاه داده ذخیره می‌شوند. عمل دوم اندازه گیری شباهت‌ها۲ است که به سنجش فاصله میان عکس مورد جستجو و عکس‌های موجود در پایگاه داده، با استفاده از بردار ویژگی هریک اشاره دارد. چالش اصلی که بصورت شکافی در CBIR دیده می‌شود از ۲ بعد مطرح می‌گردد[18 ,17] : شکاف اول فرق میان اشیای واقعی جهان و اطلاعاتی است که توسط کامپیوترها به نمایش در می‌آید و دومی "شکاف معنایی۳" میان ویژگی‌های تصویری سطح پایین و تفاسیر و ادراکات سطح بالای انسانی است.

از سوی دیگر جنبه‌هایی نظیر دسته‌بندی، استخراج قوانین وابستگی، ناوبری، شخصی سازی، وب معنایی، بازیابی اطلاعات، متن‌کاوی و تصویرکاوی همگی زیر مجموعه وب‌کاوی بشمار می‌آیند [1]. امروزه کاوش محتوای وب بیشتر به شکل متن کاوی در وب صورت می‌گیرد ولی پیشرفت‌های اخیر چند رسانه‌ای‌کاوی یا دسترسی وسیع به تصاویر، اصوات، ویدئوها و غیره را نیز میسر کرده است. تصاویر اهمیت زیادی برای کاربران وب دارد. با توجه به پیشرفت‌های سریع در فناوری‌های عکاسی و فیلمبرداری و رشد و توسعه نرم افزارهای گرافیکی در کنار توانمندی‌های اینترنت بر اهمیت استفاده از تصاویر افزوده شده است ولی هنوز بدست آوردن آنچه مطلوب و مدنظر کاربر است با مشکل مواجه است، چون چندرسانه‌ها هنوز کاملا با توصیف معناشناختی تعریف نمی‌شوند [2].

حجم زیادی از داده‌ها امروزه به شکل تصاویر ذخیره می‌شوند. تصاویر ماهواره‌های نقشه برداری و عکس‌های دیجیتالی، نمونه‌هایی از این نوع داده‌ها هستند. شناسایی شباهت‌ها، الگوها، وابستگی‌ها و توالی تصاویر وظیفه وب کاوی است [2]. کاویدن تصاویر به دو صورت انجام می‌شود [2]:

۱- براساس مشخصات متنی مانند نام، حجم و نوع.
۲- براساس محتوای درون عکس [2]. این خصوصیات محتوایی شامل رنگ، روشنایی و تیرگی رنگ، شدت و ضعف رنگ، بافت عکس، شکل هندسی عناصر تصویر، موقعیت مکانی عناصر تصویر و اندازه آن‌ها است [14].

یک مدل معتبر تصویر، توسعه یک روش تصویرکاوی و تحلیل‌های تئوریک آن را تسهیل می‌کند و روش‌های بهبود کارایی را نمایان می‌سازد [14].

انواع مدلسازی در تصویر کاوی را می توان به طور کلی به دو دسته زیر تقسیم نمود [14]:

- مدلسازی مبتنی بر مشخصات و ویژگی‌ها
- مدل سازی مبتنی بر معنا

با این تقسیم‌بندی می‌توان پذیرفت که تصویرکاوی عبارت است از فرایند تبدیل ویژگی‌های سطح پایین تصویر به ویژگی‌های مفهومی سطح بالا [6]. سمت وسوی این تعریف رویکردی به تصویرکاوی معناگرا است. این رویکرد با بهره‌گیری از دانش دامنه و با استفاده از روش‌های تشخیص الگو۴، الگوهای بصری موجود در تصاویر را کشف و با هدایت متخصص دامنه مفاهیم انتزاعی سطح بالا را به آن‌ها منتسب می‌نماید. بر این اساس رویکرد مذکور معناشناسی را در حد طبقه بندی تصاویر پایگاه داده براساس مفاهیم انتزاعی سطح بالا، که به هریک از تصاویر منتسب نموده است، پوشش می‌دهد [20].

سیستم های بازیابی مبتنی بر محتوای تصویر سنتی اغلب به علت وجود "شکاف معنایی" موجود میان عکس استخراج شده و درخواست کاربر با شکست مواجه می‌شوند. کاوش معناگرای تصویر به عنوان ضعفی در سیستم های CBIR مطرح می‌شود. به عبات دیگر این نوع سیستم ها تنها در دامنه محدودی از داده ها به درستی عمل می‌کنند، برای کسب نتایج بهتر نیاز به سیستم های بازیابی تصویر معنا گرا۵ جهت پوشش شکاف معنایی امری ضروری قلمداد می‌گردد [21].

۱-۱-۴-۲- تصویرکاوی معناگرا

برای اینکه تصویرکاوی براساس معنا میسر گردد؛ حصول سطح متوسطی از فهم معانی تصویر بسیار حائز اهمیت است. در واقع شکاف معنایی بین معانی تصویر که بین تفسیر انسان و آنچه کامپیوتر تحت عنوان ویژگی‌های بصری سطح پایین جهت بیان مفاهیم تصویر استخراج کرده است، باید پر شود [14].

بنابراین مسایل به هم مرتبط زیر باید بطور مداوم بررسی شوند [22]:

چه الگوهایی برای رسیدن به یک درک متوسط از مفاهیم محتوای تصاویر مناسب هستند؟

مدل‌های مفهومی جهت تفسیر صحیح مفاهیم معنایی تصاویر در خصوص یک موضوع خاص، چه مدل‌هایی هستند؟

لغت نامه پایه راجع به مفاهیم معنایی تصاویر در یک دامنه خاص از تصاویر چیست؟

براساس یک لغت نامه پایه از مفاهیم معنایی تصاویر چگونه می‌توان مدل-های مفهومی زیربنایی را دقیق‌تر آموزش داد؟

۲-۱-۴-۲- تکنیک‌های مدلسازی در تصویرکاوی معناگرا

محاسبات عملیاتی تصویرکاوی، مجموعه ای از فنون مناسب برای رفع ابهام، ذهن گرایی و کلیت موجود در برخی مسایل است. هدف از بازیابی اطلاعات، مدلسازی، طراحی و اجرای سیستم‌هایی است که قادر باشند دسترسی سریع و کارآمد برپایه محتوا را به مقادیر عظیم اطلاعات، مرتبط سازند. محاسبات تقریبی روش‌های متفاوتی از قبیل شبکه‌های عصبی، شبکه‌های بیزی و غیره را شامل می‌شود. مسئله بازیابی اطلاعات یک حوزه کاربردی معمول برای محاسبات تقریبی است [12]. شکل (۴) تکنیک‌های موجود در مدل‌سازیِ کاوش معناگرای تصویر را نشان می‌دهد.

1 feature extraction(FE)
2 similarity measurement(SM)
3 semantic gap

4 Pattern Recognition
5 semantic-based image retrieval(SBIR)

Archive of SID

www.SID.ir

شکل (۴): مدل سازی داده‌های تصاویر [14]

مدل پنهان مارکوف[1]

مدل پنهان مارکوف در اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی معرفی گردید [23, 24, 25]. مدل پنهان مارکوف یک مدل آماری است که برای نمایش دانش پیشین و دانش نوظهور حاصل از رفتارهای جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد [26]. با این مدل مسایل یادگیری به دو زیر مسئله تقسیم می‌شوند: تعیین ساختار مدل وپارامترهای یادگیری. در مدل پنهان مارکوف ساختار مدل توسط توپولوژی و تعداد حالات تعریف می‌شود و انتقال و انتشار احتمالات دو پارامتر عمومی برای یادگیری بشمار می‌آیند. برای تکمیل مدل پنهان مرتبه اول مارکوف، پارامترهای زیر مورد نیازند [27]:

- تعداد حالات مدل Q
- مجموعه ای از انتقال احتمالات $(A = a_{ij} \text{ where } 1 \dots i, j \dots Q)$
- توزیع احتمال در هر حالت

$(B = b_{ij} \text{ where } 1 \dots j \dots Q, 1..k..D; D$ ابعاد فضای حالت$)$

- توزیع اولیه حالات $(\pi = \pi_i \text{ where } 1..i..Q)$

مدل پنهان مارکوف یک سری متناهی از حالت‌هاست، که با یک توزیع احتمال پیوسته است. در یک حالت خاص، توسط توزیع احتمال پیوسته یک خروجی یا مشاهده، می‌تواند به دست آید. حالات از خارج مخفی هستند از اینرو مدل مخفی مارکوف نامیده شده است. مدل مخفی مارکوف، یک مدل آماری است که در آن پارامترهای مخفی را از پارامترهای مشاهده شده مشخص می‌نماید. پارامترهای بیرون کشیده شده برای آنالیزهای بعدی می‌توانند استفاده شوند، به عنوان مثال برای دستورالعمل‌های بازشناسی الگو. در مدل مارکوف معمولی، وضعیت به طور مستقیم توسط مشاهده گر قابل مشاهده است، بنابراین حالت انتقال احتمالات تنها پارامترها هستند. در مدل مخفی مارکوف، وضعیت به طور مستقیم قابل مشاهده نیست، اما متغیرها تحت تاثیر با وضعیت قابل مشاهده هستند [28, 29, 24]. مدل پنهان مارکوف معمول، با مرتبه یک، تنها قادر به بیان یک ویژگی است [30]. لذا جهت بهره گیری از مدل پنهان مارکوف، برای کاوش تصاویر دو بعدی، مدل مرتبه اول آن به مدل مرتبه دوم و بالاتر بسط داده می‌شود [31]. بدین ترتیب با اضافه شدن معنا به تصاویر، مرتبه مدل نیز افزایش می‌یابد [30].

به عنوان نمونه در مراتب بالاتر مدل، جهت نمایش هرچه بهتر ساختارهای معنایی (نظیر تغییرات، وقایع یا حرکات اشیاء) در یک دنباله از تصاویر متحرک ویدیویی، مدل پنهان مارکف به برخی نسخه‌های تغییر یافته مانند نسخه جفت شده (CHMM) و نسخه سلسله مراتبی (HHMM) توسعه می‌یابد. به عنوان مثال، یک مدل با دو جفت از مدل پنهان مارکف (با مجموعه حالات$O1،O2$)بطور موفقیت آمیزی برای مدلسازی تعاملات انسان در یک کار تصویری مورد استفاده قرار گرفت. اخیراً یک مدل پنهان مارکف (مرتبه دو) برای کاوش ساختارهای آماری- زمانی در یک تصویر متحرک پیشنهاد شده است. در این مدل عناصر ساختار مراتب بالاتر معمولاً به اتفاقات معنایی $\{q1,\dots,qn\}$ مربوط می‌شوند. به عبارت دیگر با افزایش موجودیت‌های معنایی مرتبه مدل پنهان مارکف نیز افزایش می‌یابد. در حالی که حالات در مراتب پایین تر $\{q1,\dots,qs\}$ نشان دهنده تغییراتی هستند که می‌تواند در یک اتفاق یکسان رخ دهد. این بدین معناست که هرچه مرتبه مدل افزایش یابد به همان میزان به جزییات نیز اضافه می‌شود [30].

مدل پنهان مارکف از لحاظ ساختار ریاضی بسیار قدرتمند است به همین دلیل مبانی نظری بسیاری از کاربردها را شکل داده است [23, 25]. با توجه به دقت بالای این مدل، مدت زمان لازم برای ساخت مدل، نسبتا طولانی است و این یکی از معایب این مدل محسوب می‌شود [28]. از طرفی با بالاتر رفتن مرتبه و افزایش تعداد حالات، محدودیت‌هایی نظیر پیچیدگی بالا، پوشش کمتر و حتی گاهی دقت پیش‌بینی پایین‌تر را به همراه دارد [32].

مدل شبکه بیزی[2]

شبکه‌های بیزی در دهه ۱۹۸۰ توسط پیرل،لوریزن، اسپیگل هالتر [3]و دیگر محققان مطرح و با سرعت به یکی از ابزارهای کاربردی در استدلال احتمالی در هوش مصنوعی تبدیل شد[33] . شبکه بیزی ارائه کننده یک مدل گرافیکی [34, 35] و یک چارچوب ثابت [36] برای نمایش وابستگی‌های احتمالی در میان مجموعه ای از ویژگی‌های متغییر است. شبکه بیزی از دو مؤلفه $N(G,P)$ ، تشکیل شده است [34, 36, 37, 38, 39]. مولفه اول یک گراف بدون دور جهت‌دار۴(DAG) است که هر گره معرف یک متغیر تصادفی x_i و یال بین گره‌ها، نمایانگر میزان وابستگی احتمالی میان آنها است. مؤلفه دوم مجموعه ای از پارامترهاست که توصیف کننده احتمال شرطی هر گره با توجه به والد آن است [38, 34, 39, 40]. وابستگی‌های شرطی در گراف توسط روشهای آماری و محاسباتی برآورد می‌شوند [34]. مجموعه والد x_i با π_i نشان داده می‌شود. ساختار شبکه بیانگر این مسئله است که هر نود با دانستن اطلاعات والدین بلافصل خود، از متغییرهای غیر فرزند خود مستقل است. بنابراین احتمال یک رخداد x بصورت $P(x) = \prod_{i=1}^{n} P(x_i|\pi_i)$ محاسبه می‌شود [42, 41].

1 Hidden Markov Model(HMM)

2 Bayesian Networks

3 Pearl, Laurizen,Spiegelhalter

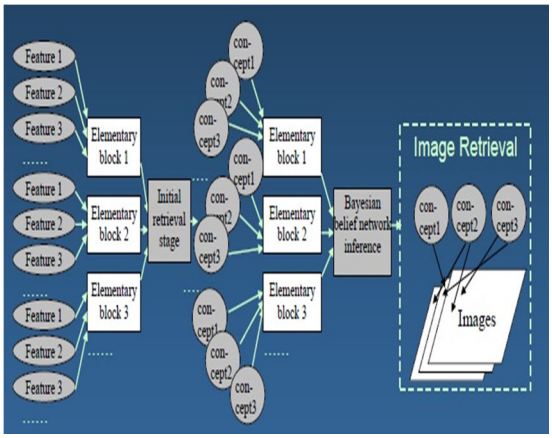
4 directed acyclic graph (DAG)

Archive of SID

www.SID.ir

مدلهای زیادی از شبکه های بیزی انتشار یافته، که در این میان می توان به شبکه های بیزی ساده NB[1] اشاره نمود، که در سال ۱۹۷۳ توسط دودا و هارت[2] ارائه گردید. در این مدل همه متغییرها موجود در شبکه، دارای یک والد واحد بوده و به علت ساختار ساده و با قابلیت تنظیم، از محبوبیت زیادی برخوردار است. درخت کامل شبکه های ساده بیزی، TAN[3] نام دارد که در سال ۱۹۶۸ توسط چوو و لیو[4] مطرح شده است. در این مدل، وابستگی بین گره‌های بوسیله درخت نمایش داده می‌شود و در عمل، کارایی بالاتری نسبت به NB دارد. جنگل کامل شبکه های ساده بیزی نیز، به نام FAN[5] معروف است، که برپایه مدل TAN شکل گرفته است، با این تفاوت که این مدل قادر به ایجاد مسیر، در بین هر دو گره انتخابی است، که نمایانگر وجود وابستگی میان گره هاست [43].

مزیت آشکار شبکه های بیزی وجود وابستگی‌های صریح و روشن در میان متغییرهای شبکه است که می‌تواند موجودیت‌های معنایی را به تصویر کشد [30]. در اوایل دهه ۱۹۹۰، سرکر و بویر[6] از شبکه های بیزی برای گروه بندی بخشهای سطح پایین در درک سطح بالای تصاویر، بهره جستند [44]. ژانگ و همکارش(۲۰۰۶) جهت بازیابی محتوای تصاویر، مدلی را ارائه نمودند که با بهره گیری از شبکه های بیزی، این امر را همانند شکل (۵)، در دو مرحله انجام می‌داد: مرحله اول بازیابی اولیه نام داشت که با تمرکز بر جستجوی ویژگی‌های چندگانه در تصاویر بلاک بندی شده به استخراج ویژگی‌ها می پرداخت و مرحله بعد با استفاده از استنتاج بیزی، توزیع احتمال در بین مفاهیم یافت شده در بازیابی اولیه انجام می‌شد و شبکه بیزی، براساس موارد یافت شده در مرحله اول، تشکیل می‌گشت [45]



شکل(۵): مدل پیشنهادی ژانگ و همکارش(۲۰۰۶) [45]

محجوب[7] و همکارش(۲۰۱۰) شیوه جدیدی را در بهبود بازیابی تصاویر براساس سه مدل مختلف از شبکه های بیزی (NB, TAN و FAN) پیشنهاد کردند که بعد از حذف برخی از وابستگی‌های بی مورد، تصاویر را با استفاده از بردارهای برچسب دار، کلاس بندی می نمود [46]. هدف بازیابی بهینه تصاویر در حالتی بود که کاوش، با ابعاد زیادی از داده، سروکار داشت. نتایج نشاندهنده این امر بود که کارایی FAN بیشتر از NB و NB نیز بهتر از TAN است [46]. اگرچه تحقیقات مذکور نشاندهنده کاربرد موفقیت آمیز شبکه های بیزی بود، اما برخلاف انتظار، در مسایل پیچیده، از کارایی لازم در مدلسازی موجودیتهای تصاویر و روابط موجود برخوردار نیست [44] به منظور تبدیل مفاهیم واقعی به ساختار گرافیکی بیزی، در توزیع احتمال، از استنتاج بیزی می شود [45]. استنتاج بیزی، یک مشکل از نوع NP سخت است [43, 47, 48] . این مشکل از طریق دورهای بدون جهتی موجود در شبکه های بیزی پدیدار می‌گردد [43]. اساساً، استنتاج احتمالی با استفاده از اتصالات چندگانه در شبکه های بیزی محقق می گردد و جهت نمایش هرچه بهتر مفاهیم در دنیای واقعی، بایستی بر تعداد متغییرها و اتصالات فی مابین آنها افزود، این امر سبب پیچیدگی مساله می شود [43, 47]. از طرفی پیچیدگی محاسباتی الگوریتم‌های یادگیری شبکه های بیزی یکی از بزرگترین معایب این روش محسوب می شود [38]، بطوریکه در بسیاری از برنامه‌های کاربردی که که دانش کافی وجود ندارد روش یادگیری بیزی در بدترین حالت با پیچیدگی $O(n^4)$ عمل می‌نماید [36].

مدل گراف ویژگی‌ها[8]

گراف ویژگی به گرافی اطلاق می گردد که رئوس آن، نمایانگر اشیاء و موجودیت‌ها، یال آن، نشاندهنده روابط بین رئوس و بردار ویژگی مرتبط به هر راس آن، حاوی ویژگی‌های رئوس باشد [49] و بصورت $G = (V, E, \Lambda)$ نمایش داده می شود، V مجموعه ای از رئوس، E مجموعه ای از یالها و $\Lambda = \{a_1, \dots, a_m\}$ مجموعه ای از m ویژگی است که خصوصیات هر راس را توصیف می نماید [50]. هر راس با یک بردار ویژگی در فضای d بعدی توصیف می‌شود [51, 52]. یکی از کاربردهای گراف ویژگی، خوشه بندی است. ویژگی های متفاوت، گراف را به سمت خوشه بندی متفاوت وا می دارد [49].

گراف ویژگی G بعد از اعمال خوشه بندی، به k دسته تقسیم می گردد. هر دسته شامل یک زیر گراف $G_i = (V_i, E_i, \Lambda)$ می شود [50]. یک گراف ویژگی شامل دو نوع اطلاعات کاملاً متفاوت می شود[53] : اتصالات ساختاری و مقادیر ویژگی‌ها.

در یک خوشه بندی مطلوب دو مشخصه به خوبی آشکار می گردد (۱) رئوس موجود در هرخوشه، از لحاظ ساختاری، به هم نزدیک و از رئوس خوشه های دیگر دورند. (۲) ویژگیهای رئوس موجود در یک خوشه بیشترین شباهت را به هم دارند [50]. گراف ویژگی مدلی ساختارمند، جهت بیان محتوای تصاویر(اشیاء و موجودیت‌ها) است که علاوه بر توصیف محتوای تصاویر، روابط بین اشیاء را نیز بیان می دارد [14]. مدلی از گراف ویژگی که در تصویرکاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد گراف رابطه ای ویژگی[9](ARG) نام دارد. گراف ARG برای نمایش یک مدل محتوایی از تصاویر، که ترکیبی از ویژگی‌های اشیاء و روابط دو به دوی میان آنهاست، مناسب بشمار می‌آید. در این گراف، اشیاء و موجودیتهای مکانی یک تصویر، توسط مجموعه ای رئوس(V)، که هر راس با یک ویژگی (a)

1 Naïve Bayesian Network
2 Duda and Hart
3 Tree Augmented Naïve Bayes
4 Chow and Liu
5 Forest Augmented Naïve Bayes
6 Sarkar and Boyer
7 Mohamed Ali Mahjoub

8 Attributed Graph
9 Attributed Relational Graph

Archive of SID
www.SID.ir

برچسب خورده است، نمایش داده می‌شود. ارتباطات مکانی میان دو راس($V\times V$)، توسط یک توصیف‌گر مکانی(r) برچسب می‌خورد. در گراف ARG، مدل محتوایی تصویر بصورت $< V, E, a, r >$ نمایش داده می‌شود[30 ,54] . بعد از آن‌که یک تصویر به صورت گراف ARG درآمد، مرحله بعد کشف الگوهای مشترک موجود در این گراف می باشد. این کاوش توسط الگوریتمهای مختلفی صورت می پذیرد. سرانجام ، محصول نهایی زیرگرافهایی هستند که بخش‌های مختلف یک تصویر خام، را کدگذاری نموده اند [55].

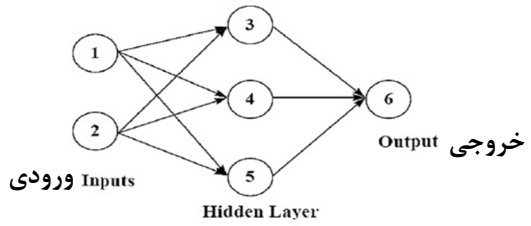
کاوش گراف با وجود مجموعه ای عظیم از رئوس و یال، می تواند بسیار چالش برانگیز باشد [56 ,54]. گراف ویژگی در بدترین حالت، با زمان $O((n!)^k)$ [55] ، به علت پیچیدگی محاسباتی حاصل از اندازه‌گیری میزان شباهت‌های ساختاری گراف که اصطلاحاً به آن مشکل انطباق گراف[1] گویند، کمتر مورد استفاده قرار می گیرد [56 ,54]. این مشکل جزء مسایل NP[2]-complete بشمار می‌آید [56]. به منظور مرتفع سازی مشکل QAP، آخرین تحقیقات صورت گرفته [54] توسط ژانگ[3] و همکاران(۲۰۱۴) حاکی از این است که با ارائه یک الگوی نرم از ویژگی‌ها[4] (SAP) به عنوان نمونه ای از ARG فازی و استفاده از راه حل‌های تخمینی در اندازه‌گیری میزان شباهت‌ها، می‌توان بر این مشکل که برخاسته از حجم عظیمی از داده های موجود در تصاویر بود، فائق آمد.

مدل شبکه‌های عصبی

شبکه‌های عصبی (NN^5) از پرکاربردترین و عملی ترین روش‌های مدل سازی مسائل پیچیده و بزرگ است [58 ,57]. کاربرد شبکه‌های عصبی در داده کاوی، برای اولین بار توسط آلن واکسمن[6] و همکارانش پیشنهاد شد[59] . شبکه‌های عصبی می‌توانند برای مسائل دسته‌بندی (که خروجی یک دسته است) یا مسائل رگرسیون (که خروجی یک مقدار عددی است) استفاده شوند [58]. شبکه های چندلایه پیش خور و پرسپترون چندلایه بصورت وسیعی در مسایل دسته بندی مورد استفاده قرار می گیرند [60, 61].

هر شبکه‌ی عصبی شامل یک لایه ورودی بوده که هر گره در این لایه معادل یکی از متغیرهای پیش بینی است. گره‌های موجود در لایه ی میانی به تعدادی گره در لایه ی نهان وصل می شوند. هر گره ورودی به همه گره‌های لایه ی نهان وصل می شود .گره‌های موجود در لایه ی نهان می‌توانند به گره‌های یک لایه ی نهان دیگر وصل شوند یا می‌توانند به لایه خروجی وصل شوند .لایه ی خروجی شامل یک یا چند متغیر خروجی است. به عنوان نمونه شکل (۶)، یک شبکه با دو متغیر ورودی، یک متغیر خروجی و یک لایه نهان را نشان می دهد [62, 58].

1 Quadratic Assignment Problem(QAP)
2 Non-Deterministic Polynomial
3 Zhang
4 soft attributed pattern
5 Neural Networks
6 Allen Waxman



شکل (۶): شبکه عصبی با یک لایه نهان [62, 58]

از آنجایی که تعداد پارامترها در شبکه‌های عصبی زیاد است، محاسبات این شبکه‌های وقت گیر است. ولی اگر این شبکه‌ها به مدت کافی اجرا شوند، معولا موفقیت آمیز خواهند بود. مشکل دیگری که ممکن است بوجود آید Over fitting است به این معنا که شبکه فقط روی داده‌های آموزشی خوب کار می کند و برای سایر مجموعه ی داده‌ها مناسب نیست. برای رفع این مشکل اطلاع از زمان توقف آموزش شبکه امری ضروری تلقی می‌شود. یکی از راه‌ها این است که شبکه علاوه بر داده‌های آزمایشی روی داده‌های تست نیز مرتباً اجرا کنیم و جریان تغییر خطا در آنها بررسی شود. اگر روند داده‌ها به جایی رسید که میزان خطا رو به افزایش بود، حتی اگر خطا در داده‌های آزمایشی همچنان رو به کاهش باشد، آموزش متوقف خواهد شد [58].

به علت کثرت پارامترهای شبکه‌های عصبی، یک خروجی خاص می‌تواند با مجموعه‌های مختلفی از مقادیر پارامترها ایجاد شود. درنتیجه این پارامترها مثل وزن یالها قابل تفسیر نبوده و معنای خاصی ندارد. یکی از مهم‌ترین فواید شبکه‌های عصبی قابلیت اجرای آنها روی کامپیوترهای موازی است [58].

یک نوع معروف از شبکه‌های عصبی، که برای اولین بار توسط کوهن ارائه گردید[63] ، نقشه‌های عصبی خودسازمانده(SOM^7) است که در حال حاضر از آن برای شاخص‌گذاری و بازیابی تصاویر براساس محتوا استفاده می‌شود [14 ,64]. یادگیری در نقشه‌های عصبی خودسازمانده، از نوع بدون نظارت است[66 ,63 ,65] که از نورون‌های عصبی در یک ساختار شبکه ای منظم با ابعاد پایین تشکیل شده است. هر نرون یک بردار وزن n بعدی دارد که در آن n برابر با ابعاد بردارهای ورودی است. بردارهای وزن (سیناپس‌ها) لایه ورودی را به لایه خروجی (که نقشه یا لایه رقابتی نامیده می‌شود) متصل می‌کنند. نورون‌ها با یک تابع همسایگی به یکدیگر متصل شده اند. هر بردار ورودی، براساس بیشترین شباهت، نورونِ لایه خروجی (سلول برنده) را فعال می‌کند. شباهت معمولا براساس فاصله اقلیدسی بین دو بردار اندازه گیری می‌شود [66].

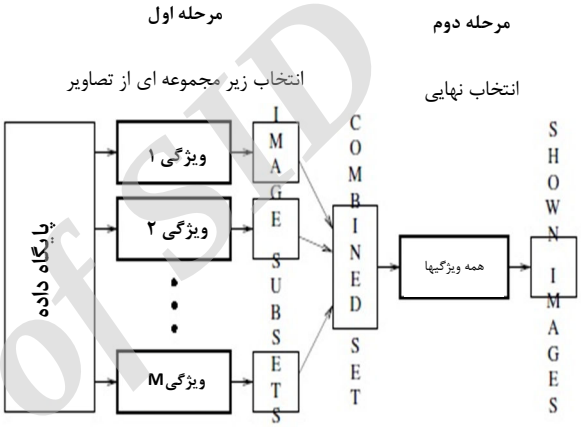
$$D_j = \sum_{i=1}^{n} \|w_{i,j} - x_i\|$$

که در آن x_i، i امین بردار ورودی بوده، $w_{i,j}$ بردار وزنی است که ورودی i را به نورون خروجی j متصل می‌کند و D_j حاصل جمع فاصله اقلیدسی بین نمونه ورودی x_i و بردار وزن ارتباطی آن را به j امین سلول خروجی است که یک واحد از نقشه نامیده می‌شود [66].

7 Self – Organizing Maps

Archive of SID
www.SID.ir

سیستم بازیابی محتوای تصاویر مبتنی بر SOM، PicSOM نام دارد که برای اولین بار، توسط لاکسونن[1] و همکارانش (۲۰۰۰) پیشنهاد گردید [67, 68]که شاخص‌گذاری تصاویر را با استفاده از مدل توسعه یافته نقشه‌های عصبی خودسازمانده (SOM) انجام می‌داد[64 ,69] . SOM به‌عنوان یک تکنیک شاخص‌گذاری در سازماندهی بردارهای ویژگی استخراج شده از تصاویر کاربرد دارد. معماری انعطاف پذیر PicSOM بصورتی است که می تواند چندین SOM موازی را در خود جای دهد. همانند شکل (۸)، سیستم PicSOM در برخورد با ویژگی های چندگانه، چندین SOM موازی را بصورت همزمان آموزش می دهند. شکل(۷) برای بازیابی ویژگی‌های چندگانه دومرحله ای تنظیم شده است، هر SOM، m=1,...,M بصورت مجزا، یک مجموعه از بهترین تصاویر را که نزدیک به ویژگی مدنظر است، می‌یابند. [69]

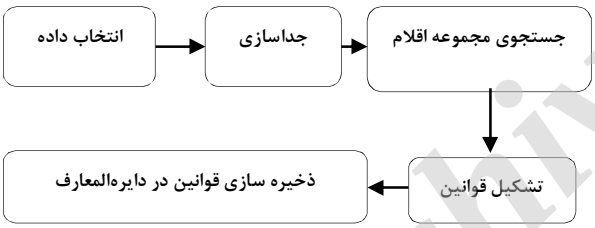


شکل(۷)سیستم PicSOM با ساختار دو مرحله ای[69]

با افزایش ابعاد ورودی، آستانه تحمل SOM در مقایسه با دیگرالگوریتم‌ها، بالاتر است. پیچیدگی زمانی آن O(n) است که n تعداد واحدهای نقشه می‌باشد. به منظور افزایش سرعت PicSOM، کویکالاینن و اوجا[2]، مدل دیگری از SOM با نام TS-SOM[3] را معرفی نمودند که توانست پیچیدگی زمانی را از O(n) به O(Log n) کاهش دهد[64] .

قوانین همبستگی[4]

استخراج قوانین همبستگی یک داده کاوی بدون نظارت است که به جستجو برای یافتن ارتباط بین ویژگی‌ها در مجموعه داده‌های می‌پردازد. به عبارت دیگر تحلیل وابستگی‌ها، مطالعه ویژگی‌ها یا خصوصیاتی است که با یکدیگر همراه هستند [9]. این مدل با تعریف فعالیتهای معمول، قادر به شناسایی ناهنجاری‌ها می‌گردد [28]. در بسیاری از مواقع این قوانین می‌توانند مجموعه آیتم اتفاق افتاده در یک پایگاه داده را کشف کنند و الگوها را به عنوان مجموعه ای از قواعد نشان دهند[11 ,70] . قالب کلی قوانین همبستگی بصورت $X \rightarrow Y$ است (X, Y دومجموعه آیتم دلخواه از پایگاه‌داده‌ها هستند).X, Y به ترتیب مقدم و موخر قانون نامیده می‌شوند [71]. اما این قوانین در تصویر کاوی اینگونه بیان می شوند که به ازای هر تصویر I در پایگاه داده DD(I □)، عبارت $X \rightarrow Y$ بدین معناست که هرگاه تصویر I حاوی موجودیتX باشد آنگاه به احتمال قوی موجودیتY را نیز شامل می‌شود [72]. معیارهای مختلفی برای ارزیابی میزان صحت و ارزشمندی قوانین ارائه شده اند که براساس انها می‌توان قوانین خوب را از میان مجموعه وسیعی از قوانین ممکن انتخاب کرد.معروف‌ترین و پرکاربردترین این معیارها حداقل درجه پشتیبانی[5] و حداقل درجه اطمینان[6] است. پشتیبانی یک مجموعه آیتم مانندX به معنای نسبت تعداد تراکنش‌های شامل تمام آیتم‌های موجود درX به تعداد کل تراکنش‌ها است. درجه اطمینان یک قانون $X \rightarrow Y$ هم به صورت نسبت تعداد دفعات تکرار همزمان X, Y به تکرار X به تنهایی تعریف می‌شود، یعنی کسری از تراکنش‌های شامل X که Y را نیز شامل می‌شوند [71]. با توجه به اینکه انتخاب قانونِ بهتر از میان قوانین موجود یکی از مشکلات این کاوش محسوب می‌شود [73] اما در مجموع قوانینی مورد قبول واقع می‌شوند که مقادیر قابل قبولی برای هر دو معیار فوق را داشته باشند [71]. محدودیت دیگر این الگوریتم در نحوه کد کردن آن است زیرا نمادهای مجزایی برای هر مقدار ممکن از خصیصه‌ها استفاده می‌شود. این شمای کد ممکن است برای خصیصه‌های با مقادیر اسمی مفید باشد، ولی برای خصیصه‌های عددی مناسب نیست. مشکل دیگر این الگوریتم این است که برای تولید قوانین، ترتیب آیتم‌ها نقش مهمی در آن بازی می‌کند [73]. شکل (۸) مراحل کاوش در میان قوانین همبستگی را نشان می دهد [74].



شکل (۸): مراحل کاوش قوانین همبستگی [74]

تصویر کاوی براساس قوانین همبستگی بسیار معمول است. این روش روابط میان موجودیت‌های در حال کاوش تصاویر را با موجودیت های معنایی برچسب خورده ایجاد می‌نماید. قوانین متنوعی در کاوش تصاویر وجود دارد: قوانین همبستگی $(e_i \rightarrow e_j)$، قوانین مشخصات $(e_i \rightarrow f_j)$ و قوانین کلاس بندی $(f_i \rightarrow e_j)$، بطوریکه e_i، i امین ویژگی تصویر (یا مجموعه ای از ویژگی‌ها) است و f_j، j امین موجودیت معنایی (یا مجموعه ای از موجودیت‌ها) است. موجودیت‌های معنایی نشاندهنده کلاس‌هایی از اشیاء هستند که به هم مرتبطند. علامت "→" نمایانگر وجود مفهوم منطقی در بین دو مولفه می باشد [30]. در حالت بهینه‌تر می توان رکوردهای پایگاه داده تصویری را ، که از قوانین همبستگی در تصویرکاوی بهره می گیرد بصورت زیر در نظر گرفت:

$$\{imageID, C_1, C_2, .., C_n, T_1, T_2, .., T_m, S_1, S_2, \ldots, S_k, f_1, f_2, .., f_i\}$$

1 Jorma Laaksonen
2 Koikkalainen & Oja
3 Tree Structured Self – Organizing Maps
4 Association Rule

5 minimum support
6 minimum confidence

Archive of SID
www.SID.ir

imageID یک عدد منحصر به‌فرد جهت شناسایی تصویر، $C_1, C_2, .., C_n$ نمایانگر مقادیر ویژگی‌های رنگ تصویر، $T_1, T_2, .., T_m$ نشاندهنده ویژگیهای متنی تصویر، $S_2, \ldots, S_k$ مقادیر خصوصیات ظاهری(نوع شکل: دایره،مربع و..) و $f_1, f_2, .., f_i$ ویژگیهای معنایی سطح بالارا نشان می دهد [75]. پیتر استنچیو [1](۲۰۰۳)[76] با استفاده از ویژگی‌های معنایی سطح بالا، روشی را برای بازیابی تصاویر پیشنهاد نمود، که در آن خصوصیات سطح پایین تصویر، نظیر رنگ، شکل و ویژگی‌های متنی، حذف و با استفاده از قوانین همبستگی فازی[2]، به ویژگیهای سطح بالای معنایی ترجمه می شوند [77]. قوانین همبستگی فازی با استفاده از منطق فازی، ویژگی های عددی را به ویژگی‌های فازی تبدیل می نماید[78] .

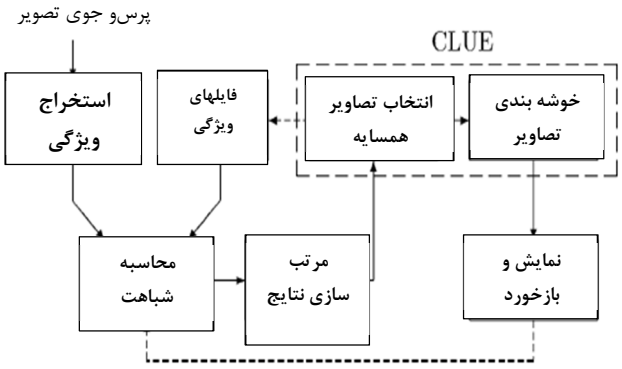
استخراج قوانین همبستگی یکی از مهمترین اهداف تصویرکاوی است و معمولا شامل دو مرحله است، در مرحله اول مجموعه موجودیت‌های مکرر موجود در تراکنشها پیدا می‌شود و در مرحله دوم قوانین همبستگی موجود در این مجموعه استخراج می‌گردد مرحله دوم این الگوریتم ها دارای پیچیدگی خاصی نیست و تمامی بار این فرایند مربوط به مرحله اول می باشد [79] با توجه به ماهیت مسئله، مرحله اول الگوریتمهای استخراج قوانین همبستگی که شامل دسترسی های متعدد به دیسک و همچنین شمارش‌های زمانبر اقلام داده جهت کشف مجموعه موجودیت‌های پرتکرار است [71]، در بدترین حالت، دارای پیچیدگی زمانی نمایی هستند [79].

مدل خوشه بندی

خوشه بندی[3] یکی از روشهای توصیفی و پرکاربرد در داده کاوی است که داده‌ها و الگوها را به گروه‌های مجزا تقسیم می‌کند [80] [9]. خوشه بندی در واقع یک عملیات یادگیری بدون نظارت است[15 ,82 ,81] . روش‌های یادگیری بدون نظارت، برای استخراج ساختار مشخصی از داده، بدون داشتن دانش قبلی طراحی شده‌اند [19]. این عملیات زمانی استفاده می‌شود که هدف یافتن گروه‌هایی از داده‌های مشابه باشد، بدون اینکه از قبل پیش بینی در مورد شباهت‌های موجود، وجود داشته باشد [82 ,83]. در واقع این روش، داده‌های بدون برچسب را در قالب گروه‌هایی تحلیل می‌کند. این تقسیم بندی به گونه‌ای است که داده‌های داخل هر خوشه بیشترین شباهت را نسبت به هم و بیشترین اختلاف را با خوشه‌های دیگر دارند [9]. خوشه بندی با کلاس‌بندی تفاوت دارد و این تفاوت به برچسب دار بودن یا نبودن دسته‌ها بر می‌گردد [80 ,83] .در خوشه بندی دسته‌ها از پیش معین نیستند [83].

فایلی و رفتری[4](۱۹۹۸) الگوریتم‌های خوشه بندی را به دو دسته سلسله مراتبی و بخش‌بندی تقسیم نمودند، علاوه بر آن، هان و کامبر[5](۲۰۰۱)، روشهای مبتنی بر چگالی و روشهای شبکه ای را نیز، به دسته‌های قبلی اضافه کردند[84] ، روش‌های بخش بندی مانند K-means[6] و C-means، روش‌های سلسله مراتبی مانند تراکمی و تقسیم کننده، روش‌های مبتنی بر چگالی مانند DBSCAN[7]، روش‌های شبکه‌ای مانند STING و روش‌های مبتنی بر مدل مانند SOM [85].

به منظور تصویرکاوی معناگرا، چن[8] و همکارانش(۲۰۰۳)یک روش جدید مبتنی بر خوشه بندی را به نام CLUE[9]، معرفی نمودند [86] ، این روش با بهره‌گیری از روش نزدیکترین همسایه (NNM)[10] قادر به جمع آوری تصاویر نزدیک به تصویر مورد پرس‌وجو و خوشه بندی معناییِ آنها است [87]. در این روش، خوشه بندی، بصورت پویا صورت می پذیرد، بدین معنا که با توجه به تصویر خواسته شده، خوشه بندی انجام می گیرد. تصویر و همسایگان تصویر، توسط الگوریتم(Ncut[11]) خوشه بندی شده و به کاربر تحویل داده می شود [87]. در شکل (۹) عملکرد CLUE به تصویر کشیده شده است [87, 86].



شکل (۹): عملکرد CLUE [86]

اگر تعداد تصاویر موجود در پایگاه داده، برابر با N باشد، پیچیدگی زمانی سیستم CLUE، برابر با حاصل جمع پیچیدگی الگوریتم‌های NNM و Ncut است. در بدترین حالت، ممکن است که تمامی تصاویر، توسط الگوریتم NNM یافت و همگی جهت خوشه بندی به الگوریتم Ncut سپرده شوند، از این رو پیچیدگی زمانی در بدترین حالت به $O(N^2)$ می رسد [86].

مدل یادگیری آماری[12]

اتکای بسیاری از روش های موجود در علوم کامپیوتر نظیر داده کاوی‌ها، وب‌کاوی ها، سیستم های یادگیری و غیره بر مفاهیم و مبانی آماری امری اثبات شده است. این اتکا تا به آن اندازه است که به اعتقاد برخی، الگوریتم

---

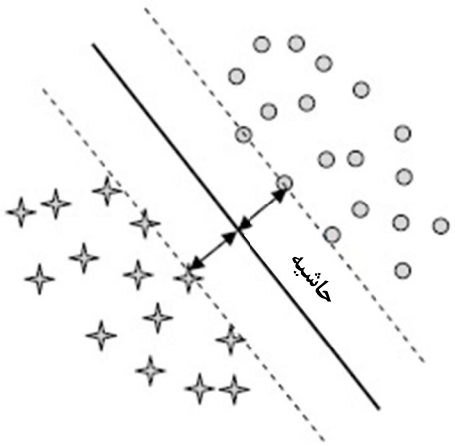
1 Peter Stanchev
2 Fuzzy Association Rule
3 Clustering
4 Failey & Raftery
5 Han & Kamber
6 روشی پرکاربرد و ساده است که برای اولین بار توسط Tou و Gonzalez(۱۹۷۴) پیشنهاد گردید، هدف این الگوریتم، کمینه سازی مجموعِ مربعاتِ تمام فواصل میان نقاط و خوشه مرکزی است [100] [98].(K =تعداد خوشه‌ها [99])
7 Density-Based Algorithms for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise: یک الگوریتم مبتنی بر چگالی است که با استفاده از حداقل تعداد پارامترهای ورودی، به کشف خوشه می‌پردازد[97] .
8 Yixin Chen
9 CLUster-based rEtrieval of images by unsupervised learning
10 nearest neighbors method
11 normalized cut
12 Statical Learning

Archive of SID
www.SID.ir

های یادگیری آماری را می توان نوعی آمار کاربردی دانست [88]. فرق اساسی بین روش های یادگیری آماری و روش های یادگیری ماشین [1]بر اساس فرضها و یا طبیعت داده هایی است که پردازش می شوند [89]. تئوری یادگیری آماری الگوریتمی است که میزان انطباق (وابستگی) نامشخصِ میان ورودی و خروجی سیستم را براساس داده های مشخص، تخمین می زند و بر اساس مبانی آماری به ساخت مدل های آماری می پردازد [90]. کاربرد این تئوری بیشتر در مسایل معناکاوی است [30]. در مقابل، روشهای یادگیری ماشین از فرضیات مربوط داده ها استفاده نمی‌کند و همین امر باعث تفاوت‌هایی بین این دو روش می شود [89]. یادگیری ماشین، از مبانی آماری و تحلیل های عملیاتی ارائه شده در تئوری یادگیری آماری بهره می جوید [14].

زمینه کاری یادگیری آماری خوشه بندی داده های تصویری، و طبقه بندی آنها براساس معناست. فرض این تئوری براین است که در یک فضای k بعدی از ویژگی، هر تصویر را با برداری از k ویژگی نمایش می دهد $\{f_1, \ldots, f_k\}$ وهر تصویر را به N خوشه منسوب می‌نماید [30]. محقق روسی ولادمیر وپنیک [2]در سال ۱۹۶۵ گامی بسیار مهم در عرصه طراحی روش‌های دسته بندی برداشت [91] و نسخه جدید تئوری یادگیری آماری با نام ماشین بردار پشتیبان [3] توسعه داد [30, 90, 91] که برای خوشه بندی داده های تصویری مناسب است و به عنوان روشی کارا در ویدئوکاوی محسوب می شود [30]. عملکرد SVM براساس یادگیری نظارت شده است [90] که قادر به حل مسایل خوشه بندی در ابعاد بالا است [14]. با اضافه شدن ابعاد معنایی به تصاویر، SMV عملکرد مناسبی را از خود به نمایش می گذارد [14].

مبنای کار SVM دسته بندی داده های خطی و غیرخطی است [92]. این الگوریتم خطوط مرزی را در فضای ویژگی های ورودی می‌یابد [93] بدین صورت که از دوخط موازی به عنوان جداکننده خوشه استفاده می کند و این خطوط را خلاف جهت یکدیگر حرکت می دهد تا هرکدام از خطوط به یک نمونه از یک خوشه خاص در سمت خود برسد. پس از انجام این مرحله بین دو خط موازی یک حاشیه شکل می گیرد. هر چه پهنای حاشیه بیشتر باشد بدان معناست که الگوریتم به بهترین شکل عمل نموده است [14] و خوشه بندی با دقت بیشتری اعمال شده است [94]. شکل(۱۰) نشانگر فاصله مابین دو خوشه است[95] .



شکل(۱۰) حاشیه در SVM [95]

در مواقعی که داده های پراکنده مسبب وقوع overfitting می‌شوند، الگوریتم SVM بخوبی عمل می نماید [93] زیرا هر چه بعد داده‌ها افزایش یابد فاصله خوشه ها از هم بیشتر شده و امکان جداسازی آنها براحتی انجام می شود [96].علاوه بر مورد فوق ماشینهای بردار پشتیبان می تواند با حداکثر تعمیم در طراحی خوشه ها، رسیدن به بهینه سراسری، تعیین خودکار ساختار و توپولوژی بهینه برای خوشه ها و مدلسازی توابع تمایز غیر خطی برتری خود را در برابر روشهای دیگر خوشه بندی به نمایش گذارد [91]. از موارد ضعف الگوریتم SVM می‌توان به یادگیری کند و پیچیده و در برخی موارد پیاده سازی دشوار آن اشاره نمود [94]. پیچیدگی زمانی الگوریتم SVM برابر با $O(n^2)$ می باشد [95]. دقت پیش بینی و تخمین مهمترین نکته ای است که باید در طراحی سیستم های یادگیری آماری مدنظر قرار گیرد [90].

۳.مقایسه تطبیقی تکنیکهای مدلسازی در تصویر کاوی معناگرا

با توجه به مطالب مندرج در بخش‌های پیشین این پژوهش، و تشریح کامل نحوه عملکرد هریک از تکنیک‌های مدلسازی، در کاوش معناگرای تصویر ، جدول (۱) به تشریح مزایا، معایب و میزان کارایی مدل‌های مذکور پرداخته است.

1 Machine learning
2 Vladimir Vapnik
3Support Vector Machine(SVM)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول (۱) : مقایسه تطبیقی تکنیک‌های مدلسازی در کاوش معناگرای تصویر

نام تکنیک	نحوه عملکرد	پیچیدگی
مدل پنهان مارکوف	شرح کوتاه: مدل پنهان مارکوف معمول، با مرتبه یک، تنها قادر به بیان یک ویژگی است. لذا جهت بهره گیری از مدل پنهان مارکوف، برای کاوش تصاویر با اضافه شدن معنا به تصاویر، مرتبه مدل نیز افزایش می‌یابد. مزایا: مدل پنهان مارکف از لحاظ ساختار ریاضی بسیار قدرتمند است به همین دلیل مبانی نظری بسیاری از کاربردها را شکل داده است. معایب: با توجه به دقت بالای این مدل، مدت زمان لازم برای ساخت مدل، نسبتا طولانی است و این یکی از معایب این مدل محسوب می‌شود. از طرفی با بالاتر رفتن مرتبه و افزایش تعداد حالات، محدودیت-هایی نظیر پیچیدگی بالا، پوشش کمتر و حتی گاهی دقت پیش‌بینی پایین‌تر را به همراه دارد.	نمایی
مدل گراف ویژگی‌ها	شرح کوتاه: گراف رابطه ای ویژگی (ARG) مدلی از گراف ویژگی که در تصویرکاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد.ARG برای نمایش یک مدل محتوایی از تصاویر، که ترکیبی از ویژگی‌های اشیاء و روابط دو به دوی میان آنهاست، مناسب بشمار می‌آید. معایب: کاوش گراف با وجود مجموعه ای عظیم از رئوس و یال، می تواند بسیار چالش برانگیز باشد. به علت پیچیدگی محاسباتی حاصل از اندازه‌گیری میزان شباهت‌های ساختاری گراف که اصطلاحاً به آن مشکل انطباق گراف گویند، کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. این مشکل جزء مسایل NP-complete بشمار می آید.	$O((n!)^k)$
مدل شبکه های عصبی	شرح کوتاه: نقشه‌های عصبی خودسازمانده(SOM) برای شاخص‌گذاری و بازیابی تصاویر براساس محتوا استفاده می‌شود سیستم بازیابی محتوای تصاویر مبتنی بر SOM، PicSOM نام دارد.PicSOM چندین SOM موازی را در خود جای دهد. مزایا: با افزایش ابعاد ورودی، آستانه تحمل SOM در مقایسه با دیگرالگوریتم‌ها، بالاتر است.	O(Log n)
مدل شبکه بیزی	شرح کوتاه: شبکه بیزی ارائه کننده یک مدل گرافیکی و یک چارچوب ثابت برای نمایش وابستگی‌های احتمالی در میان مجموعه ای از ویژگی‌های متغییر است. مزایا: مزیت آشکار شبکه های بیزی وجود وابستگی‌های صریح و روشن در میان متغییرهای شبکه است که می‌تواند موجودیت‌های معنایی را به تصویر کشد. معایب: شبکه های بیزی برخلاف انتظار، در مسایل پیچیده، از کارایی لازم در مدلسازی موجودیتهای تصاویر و روابط موجود برخوردار نیست. به منظور تبدیل مفاهیم واقعی به ساختار گرافیکی بیزی، در توزیع احتمال، از استنتاج بیزی می شود. استنتاج بیزی، یک مشکل از نوع NP سخت است. جهت نمایش هرچه بهتر مفاهیم در دنیای واقعی، بایستی بر تعداد متغییرها و اتصالات فی مابین آنها افزود، این امر سبب پیچیدگی مساله می شود. از طرفی پیچیدگی محاسباتی الگوریتم‌های یادگیری شبکه های بیزی یکی از بزرگترین معایب این روش محسوب می شود.	$O(N^4)$
مدل قوانین همبستگی	شرح کوتاه: قوانین همبستگی روابط میان موجودیت‌های در حال کاوش تصاویر را با موجودیت های معنایی برچسب خورده ایجاد می‌نماید. معایب: ضعف الگوریتم در انتخاب بهترین قانون از میان قوانین – کدکردن قوانین - اهمیت ترتیب آیتم ها در تشکیل قوانین است.	نمایی
مدل خوشه بندی	شرح کوتاه: تصویرکاوی معناگرای مبتنی بر خوشه بندی را به نام CLUE، می خوانند که با بهره‌گیری از روش نزدیکترین همسایه (NNM) قادر به جمع آوری تصاویر نزدیک به تصویر مورد پرس‌وجو و خوشه بندی معناییِ آنها است. مزایا: برای استخراج ساختار مشخصی از داده، بدون داشتن دانش قبلی طراحی شده است.	$O(N^2)$
مدل یادگیری آماری	شرح کوتاه: SVM ، نسخه جدید تئوری یادگیری آماری است که برای خوشه بندی داده های تصویری مناسب است. SVM قادر به حل مسایل خوشه بندی در ابعاد بالا است، با اضافه شدن ابعاد معنایی به تصاویر، SMV عملکرد مناسبی را از خود به نمایش می گذارد. مزایا: عملکرد خوب الگوریتم SVM، به هنگام وقوع overfitting برتری الگوریتم SVM می تواند با حداکثر تعمیم در طراحی خوشه ها، رسیدن به بهینه سراسری، تعیین خودکار ساختار و توپولوژی بهینه برای خوشه ها و مدلسازی توابع تمایز غیر خطی در برابر روشهای دیگر خوشه بندی معایب: ضعف الگوریتم SVM یادگیری کند و پیچیده و در برخی موارد پیاده سازی دشوار آن است.	$O(N^2)$

Archive of SID

www.SID.ir

۴- نتیجه گیری

سیستم‌های معناگرای بازیابیِ تصاویر، با هدف پرکردن شکاف معناییِ برخواسته از ضعف نمونه های سنتی آن، پا به عرصه وجود نهادند. بهره-گیری از تکنیکها و روش‌ها مختلف، در کاوش معناگرا نشاندهنده اهمیت معناکاوی تصاویر، در وب کنونی است. از این رو، این مقاله، با انجام مقایسه تطبیقی میان تکنیک‌های مدلسازی درکاوش معناگرای تصویر و بررسی نحوه عملکرد هرکدام از آنها؛ نظیر مدل پنهان مارکوف که تعداد مراتب مدل، نمایانگر تعداد موجودیت‌های معنایی تصاویر است و یا SOM که نماینده مدل شبکه های عصبی است، مدل شبکه بیزی که با وجود وابستگی‌های صریح و روشن در میان متغییرهای شبکه می‌تواند موجودیت‌های معنایی را به تصویر کشد و روش SVM به عنوان زیرمجموعه ای از مدل یادگیری آماری و باقی روش‌ها، به بیان تفضیلی مزایا و معایب هر یک از آنها پرداخته است. در این راستا با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان اذعان داشت، با ملاک قراردادن مرتبه اجرایی و نحوه کارایی هریک از تکنیک‌های نامبرده، می‌توان کاراترین روش در مدلسازی معناگرا را با پیچیدگی O(Log n)، به نقشه‌های عصبی خودسازمانده(SOM) نسبت داد. این مدل در مقایسه با دیگرالگوریتم‌ها، با افزایش ابعاد ورودی (موجودیت‌های معنایی تصاویر)، دارای آستانه تحمل بالاتری است. از این رو به عنوان بهترین و سریع ترین روش در کاوش معناگرای تصویر پیشنهاد می‌گردد.

۵- منابع

[1] D. Arotaritei and S. Mitra, "Web mining: a survey in the fuzzy framework," journal Fuzzy Sets and Systems, pp. 5-19, 2004.

[۲] ح. ر. رادفر, "وب کاوی: روشها و کاربردها," کلیات کتاب ماه اطلاعات، ارتباطات و دانش شناسی, جلد سال چهاردهم، شماره دوم, pp. ۷۷-۸۵ , ۱۳۸۹.

[3] R. K. De, MACHINE INTERPRETATION OF PATTERNS: Image Analysis and Data Mining, . D. P. Mandal and A. Ghosh , Eds., india Statistical Institute, India, 2010.

[4] T. Karthikeyan and P. Manikandaprabhu, "Function and Information Driven Frameworks for Image Mining," International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, vol. 2, November 2013.

[۵] س. رشیدی و م. یغمایی, "تکنیک ها، ابزارها و روشهای web data mining," پایان نامه کارشناسی مهندسی کامپیوتر, ۱۳۸۵.

[۶] م. ر. کیوان پور و ن. مقدم چرکری, "شناسایی و تحلیل رویکردهای مختلف معناشناسی در روشهای تصویرکاوی با بهره گیری از معیارهای کارکردی," چهارمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران, ۱۳۸۵.

[۷] م. بصیری, "کاربرد تکنیک داده کاوی در مدیریت روابط مشتری," چهارمین همایش ملی تجارت الکترونیکی, pp. ۱-۷, ۱۳۸۶.

[۸] ع. خائف الهی, پ. متقی و م. سبط, "بررسی تاثیر بکارگیری مدل استخدام مبتنی بر داده کاوی بر نرخ جابه جایی کارکنان," در 'IDMC۰۷ اولین کنفرانس داده کاوی ایران, تهران دانشگاه صنعتی امیر کبیر, ۲۰۰۷.

[۹] ع. م. احمدوند و ا. آخوندزاده, "چارچوب کاربردی تکنیک های داده کاوی در مدل سازی جرائم," دوماهنامه توسعه انسانی پلیس، سال هفتم، شماره ۳۰, pp. ۱۱-۲۳, ۱۳۸۹.

[۱۰] م. کیوانپور, ف. حسن زاده و م. مرادی, مباحث پیشرفته در داده کاوی, تهران: نشر دانشگاهی کیان, ۱۳۹۳.

[۱۱] کاظمی و ج. حسین پور, "کاربرد داده کاوی در سازمانهای پلیسی و قضایی به منظور شناسایی الگوهای جرم و کشف جرایم," کاراگاه، دوره دوم سال دوم شماره ۸, pp. ۳۲-۶۳, ۱۳۸۸.

[۱۲] ب. یاتاز, "بازیابی اطلاعات در وب: فراتر از موتورهای جستجوی کنونی," علوم اطلاع رسانی، دوره ۲۰، شماره ۳ و ۴, pp. ۹۹-۱۰۷, ۱۳۸۴.

[13] J. Sivakumar and . K. Ravichandran, "A Review on Semantic-Based Web Mining and its Applications," International Journal of Engineering and Technology (IJET), vol. 5, pp. 186-193, 2013.

[۱۴] ر. داوری داورانی, "مروری بر تکنیک های تصویر کاوی و استخراج دانش از تصاویر," در سمینار کارشناسی ارشد, دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلی تکنیک تهران), ۱۳۹۲.

[۱۵] ح. ا. قاسمیان دهکردی, ز. عسگری, س. احمدزاده و م. مرادی زانیارنی, "استفاده از ردیابی چشم جهت بهبود فرایند وب کاوی," هشتمین سمپوزیوم پیشرفت در علم و صنعت, ۱۳۹۲.

[16] S. Kousalya and . D. Selvadoss Thananman, "Image Mining- Similar Image Retrieval Using Multi-Feature Extraction and Content Based Image Retrieval Technique," International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, vol. 2, no. 11, pp. 4369-4373, 2013.

[17] R .DATTA, . D. JOSHI, J .LI و J. z. WANG" ,Image Retrieval: Ideas, Influences, and Trends of the New Age ",ACM Computing Surveys ,۴۰ جلد ,pp. Article ۵ :۶۰-۱, ۲۰۰۸.

[18] P. V. S. Waluj and P. Patil, "Online Image Retrieval Based on Relevance Feedback and Markov Chain for Mining User Queries," International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, vol. 4, no. 6, pp. 558-563, 2014.

[۱۹] ش. نادری, س. جلیلی و ن. مقدم چرکری, "تشخیص زاویه نورپردازی در تصاویر چهره با رویکرد یادگیری قوانین تصمیم گیری," در 'IDMC۰۷- اولین کنفرانس داده کاوی ایران, تهران دانشگاه صنعتی امیر کبیر, ۲۰۰۷.

[۲۰] م. ر. کیوان پور و ن. مقدم چرکری, "طبقه بندی تصاویر براساس الگوهای بصری مشترک," IDMC۰۷, ۲۰۰۷.

[21] H.-C. Yang and . C.-H. Lee, "Image semantics discovery from web pages for semantic-based image retrieval using self-organizing maps," Expert Systems with Applications 34, pp. 266-279, 2008.

[22] J. Fan, H. Luo, . Y. Gao and M.-S. Hacid, "Mining Images on Semantics via Statistical Learning," in KDD '05 Proceedings of the eleventh ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery in data mining, New York, 2005.

[۲۳] م. معطر, "مدل مخفی مارکوف و الگوریتم های آموزش," اردیبهشت ۱۳۸۵. [درون خطی]. Available: http://araku.ac.ir/~d_comp_engineering/۱۷۵pdf-t. [دستیابی در ۱ ۱۰ ۱۳۹۳].

[۲۴] شکاری شهرک و م. خادمی , "بازشناسی دست نوشته فارسی با مدل مخفی مارکوف," در هشتمین سمپوزیوم پیشرفت در علم و صنعت, مشهد, ۱۳۹۲.

Archive of SID
www.SID.ir

[25] Maleki, . S. R. Khaze and S. A. R. Abedini, "APPLICATION OF HIDDEN MARKOV MODEL IN QUESTION ANSWERING SYSTEMS," International Journal on Computational Sciences & Applications (IJCSA), No.5, vol. 3, pp. 17-28, 2013.

[26] R. Brown, B. Pham and O. de Vel, "Design of a Digital Forensics Image Mining System," Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems Lecture Notes in Computer Science, vol. 3683, pp. 395-404, 2005.

[27] Ridia and J. Hennebert, "Hidden Markov Models for ILM appliance identification," International Workshop on Enabling ICT for Smart Buildings (ICT-SB 2014), pp. 1010-1015, 2014.

[28] M. Khosronejad, E. Sharififar, H. Ahmadi Torshizi and M. Jalali, "Developing a hybrid method of Hidden Markov Models and C5.0 as a Intrusion Detection System," International Journal of Database Theory and Application, vol. 6, pp. 165-174, 2013.

[29] S. N. Jadhav and K. Bhandari, "Anomaly Detection Using Hidden Markov Model," International Journal of Computational Engineering Research, vol. 3, no. 7, pp. 27-35, 2013.

[30] R. Missaoui and . R. M. Palenichka, "Effective Image and Video Mining: an Overview of Model-Based Approaches," Sixth International Workshop on Multimedia Data Mining, pp. 43-52, 2005.

[31] J. Li, A. Najmi and . R. M. Gray, "Image classification by a two dimensional hidden Markov model," in IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Phoenix, AZ, 1999.

[۳۲] ش. کاظمی, م. قادریان و ا. عبداله زاده, "مدل مارکوف ترکیبی برای پیش بینی رفتار پیمایشی کاربر در وب," در اولین کنفرانس داده کاوی ایران, تهران, ۱۳۸۶.

[33] C. R .Twardy, . A. E. Nicholson, K. B. Korb و J . McNeil" ,Data mining cardiovascular Bayesian networks [درون خطی]. ۲۰۰۴. ",Available: www.datamining.monash.edu.au.[۲۰۱۴ ۱۲ ۳۰ دستیابی در] .

[34] M. S. Vijayarani and . M. M. Muthulakshmi, "Comparative Analysis of Bayes and Lazy Classification Algorithms," International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, vol. 2, no. 8, pp. 3118-3125, 2013.

[35] S. Shariat, . H. R. Rabiee and . M. Khansari, "Inferring a Bayesian Network for Content-Based Image Classification Content-Based Image Classification," Advances in Computer Science and Engineering Advances in Computer Science and Engineering, vol. 6, pp. 211-218, 2009.

[36] H. Peng and . C. Ding, "Structure Search and Stability Enhancement of Bayesian Networks," ICDM 2003. Third IEEE International Conference onData Mining, pp. 621-624, 2003.

[37] S.-M. Lee and P. A. Abbott, "Bayesian networks for knowledge discovery in large datasets:basics for nurse researchers," Journal of Biomedical Informatics 36, p. 389–399, 2003.

[38] L. Zhang and Q. Ji, "A Bayesian Network Model for Automatic and Interactive Image Segmentation," IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, vol. 20, pp. 2582-2594, 2011.

[۳۹] ن. صابری و م. غلامعلی, "طراحی و پیاده سازی سامانه چند کارگزاره آموزشیار هوشمند مبتنی بر شبکه بیز در محیط آموزش الکترونیکی," نشریه فناوری و آموزش دوره ۵ , شماره ۲ , pp.۸۷-۹۹, ۱۳۸۹.

[۴۰] م. ر. رمضانیان, ا. نصیر و ع. عیدی, "تحلیل ریسک توسعه محصول جدید(NPD) با استفاده از شبکه های بیز(BNs)," فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات بازریابی نوین سال دوم شماره اول, pp.۱۸۵-۲۰۲ , ۱۳۹۱.

[41] R. Chen, K. Sivakumar and H. Kargupta, "Collective Mining of Bayesian Networks from Distributed Heterogeneous Data," Knowledge and Information Systems, vol. 6, no. 2, pp. 164-187, 2004.

[۴۲] زارعی, س. لایقی, م. وفایی جهان و م. جلالی, "تشخیص بازدیدکنندگان مخرب و غیر مخرب وب سایت های مبتنی بر شبکه های باور بیزی," در هجدهمین کنفرانس ملی سالانه انجمن کامپیوتر ایران, تهران, دانشگاه صنعتی شریف, ۱۳۹۱.

[43] J. P. Sacha, "New Synthesis of Bayesian Network Classifiers and Cardiac SPECT Image Interpretation," Doctor Of Philosophy degree in Engineering Science , the university of Toledo, pp. 1-187, 1999.

[44] L. Zhang and Q. Ji, "A Bayesian Network Model for Automatic and Interactive Image Segmentation," IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, vol. 20, pp. 2582-2594, 2011.

[45] Q. Zhang and E. Izquierdo , "A Bayesian Network Approach to Multi-feature Based Image Retrieval," Semantic Multimedia Lecture Notes in Computer Science, vol. 4306, pp. 138-147, 2006.

[46] K .Jayech . و M. A. Mahjoub" ,New approach using Bayesian Network to improve content based image classification systems ",IJCSI International Journal of Computer Science Issues ۶ شماره ,۷ جلد ,pp. ۶۳–۵۳, ۲۰۱۰.

[47] G. F. Cooper, "The Computational Complexity of Probabilistic Inference Using Bayesian Belief Networks," Artificial Intelligence, pp. 393-406, 1990.

[48] P .Dagum و M .Luby" ,Approximating probabilistic inference in Bayesian belief networks is NP-hard ", Artificial Intelligence ,۱ شماره ۶ جلد ,pp. ۱۵۳–۱۴۱, ۱۹۹۳.

[49] B. Perozzi, L. Akoglu, P. Iglesias Sánchez and E. Müller, "Focused Clustering and Outlier Detection in Large Attributed Graphs," in 20th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, New York City, USA, 2014.

[50] Y. Zhou , H. Cheng and J. Xu Yu, "Graph Clustering Based on Structural/Attribute Similarities," VLDB Endowment , vol. 2, no. 1, pp. 718-729, 2009.

[51] E .M¨uller, P. I .S´anchez, Y .M¨ulle و K .B¨ohm , "Ranking Outlier Nodes in Subspaces of Attributed Graphs ",IEEE International Conference on Data Engineering,ICDE Works Shops ,pp. ۲۲۳–۲۱۶, ۲۰۱۳.

[52] Y. Zhou, H. Cheng and J. Xu Yu, "Clustering Large Attributed Graphs: An Efficient Incremental Approach," in IEEE International Conference on Data Mining, Washington, DC, USA, 2010.

[53] Z .Xu, Y .Ke و Y. Wang" ,A Model-based Approach to Attributed Graph Clustering در ",SIGMOD ' ۱۲ Proceedings of the ۲۰۱۲ACM SIGMOD International Conference on Management of Data , NewYork, U.S, ۲۰۱۲.

[54] Q. Zhangy, X. Songy, X. Shaoy و H. Shibasaki , "Attributed Graph Mining and Matching: An Attempt to Define and Extract Soft Attributed Patterns در ",IEEE

Archive of SID

www.SID.ir

[68] H.-C. Yang a و C.-H. Lee“ ,Image semantics discovery from web pages for semantic-based image retrieval using self-organizing maps ”,Expert Systems with Applications , ۳۴p. ۲۰۰۸ ,۲۷۹–۲۶۶

[69] Z. Yang و J. Laaksonen“ ,Interactive retrieval in facial image data baseusing Self Organizing در ”,roceedings of the ۹th IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA ,(۲۰۰۵Tsukuba Science City, Japan, ۲۰۰۵

[70] T. Manjunath , R. S .Hegadi و G. K .Ravikumar“ , A Survey on Multimedia Data Mining and Its Relevance Today ”,IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security NO ,۱۰ جلد ,۱۱pp. –۱۶۵ ۱۷۱, ۲۰۱۰.

[۷۱] س. فخر احمد, م. صدرالدینی و م. ذوالقدری جهرمی, “روشی سریع برای کاوش قوانین انجمنی در مجموعه داده های حجیم با استفاده از عملگرهای منطقی,” در دوازدهمین کنفرانس بین المللی انجمن کامپیوتر ایران, تهران دانشگاه شهید بهشتی, ۱۳۸۵.

[72] P .Kaur و K. Kaur“ ,Review of Different Existing Image Mining Techniques ”,International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering ,۶ شماره ,۴ جلد ,pp. ۵۲۵–۵۱۸, ۲۰۱۴.

[۷۳] م. نصیری, ا. اسمعیلی, ب. مینایی و ن. مزینی, “پیشنهاد شیوه ای مبتنی بر الگوریتم PSO چند هدفه جهت استخراج قوانین انجمنی در داده کاوی,” مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال هشتم، شماره ۴, ۴۸–۴۱pp. ۱۳۹۰.

[74] P. Kumar and M. T. U. Haider, "Efficient Technique for Web Image Mining," in International Conference on Advances in Computer Engineering & Applications (ICACEA), IMSEC, GZB, 2014.

[75] V .Kundlikar و M. Nagori“ ,Image Mining Using Image Feature ”,International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET ,(۲۰۱۴. ,۲۵–۳۱ .pp جلد ۳, شماره ۱,

[76] P .Stanchev“ ,USING IMAGE MINING FOR IMAGE RETRIEVAL در ”,computer science and technology , mexico, ۲۰۰۳.

[77] C. L. Devasena, T. Sumathi and D. M. Hemalatha, "An Experiential Survey on Image Mining Tools,Techniques and Applications," International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE), vol. 3, no. 3, pp. 1155-1168, 2011.

[78] P. Rajendran و M. Madheswaran“ ,Novel Fuzzy Association Rule Image Mining Algorithm for Medical Decision Support System ”,International Journal of Computer Applications, No ,۱ جلد ,۲۰pp. ۹۵–۸۷, ۲۰۱۰.

[۷۹] م. گوهردانی, س. هاشمی و م. کنگاوری , “ارائه یک الگوریتم جدید داده کاوی برای تولید قوانین انجمنی از داده های حجیم,” در دهمین کنفرانس سالانه انجمن کامپیوتر ایران, تهران, ۱۳۸۳.

[80] y. Lu, t. Ma, Yinchanghong, x. Xie, w. Tian و s. Zhong , “Implementation of the Fuzzy C-Means Clustering Algorithm in Meteorological Data ”,International International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR ۲۰۱۴ ,(

[55] H. Jiang و C.-W .Ngo“ ,Image Mining Using Inexact Maximal Common Subgraph of Multiple ARGs در ”,In International Conference on Visual Information Systems(VIS ۲۰۰۳ ,(۰۳’

[56] B. J. JAIN and F. WYSOTZKI, "Central Clustering of Attributed Graphs," Machine Learning, pp. 169-207, 2004.

[57] s. Barai و Y. Reich“ ,Weld Classification In Radiographic Images:Data Mining Approach ”, NDE۲۰۰۲, National Seminar of ISNT ۲۰۰۲ ,

[۵۸] ک. محمودی, ح. رستمی, م. سایبانی و ع. مرادی, “مروری بر علم داده کاوی و کاربردهای آن در صنایع فراساحل,” در پنجمین همایش ملی صنایع فرا ساحل, تهران دانشگاه صنعتی شریف, ۱۳۹۲.

[59] O. Parsons . و G. A. Carpenter“ ,ARTMAP neural networks for information fusion and data mining:map production and target recognition methodologies ”, Neural Networks ,۱۶pp. ۱۰۸۹–۱۰۷۵, ۲۰۰۳.

[60] R. Ashokrao Dugane و A. B. Raut“ ,Review On Data Mining using Neural Network ”,International Journal of Science and Research (IJSR ,۴ شماره ,۳ جلد ,(pp. ۷۰۵–۶۰۹, ۲۰۱۴.

[61] D. K. U. Rani“ ,ANALYSIS OF HEART DISEASES DATASET USING NEURAL NETWORK APPROACH ”,International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process (IJDKP) , No. ,۱ جلد ,۵ ۲۰۱۱.

[62] M.-L. Antonie, O. R. Za¨ýane and A. Coman, "Application of Data Mining Techniques for Medical Image Classification," in Proceedings of the Second International Workshop on Multimedia Data Mining (MDM/KDD'2001), in conjunction with ACM SIGKDD conference., San Francisco, USA, 2001.

[63] M. Sap و E. Mohebi“ ,Hybrid Self Organizing Map for Overlapping Clusters ”,International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition , ۲۰۰۸. ,۱۱–۲۱ .pp جلد ۱,

[64] M. Koskela“ ,INTERACTIVE IMAGE RETRIEVAL USING SELF-ORGANIZING MAPS ”,for the degree of Doctor of Science in Technology at Helsinki University ,pp. ۱۰۷–۱, ۲۰۰۳.

[65] C. L. Devasenaa و M. Hemalathab“ ,Video Mining using LIM Based Clustering and Self Organizing Maps ”,International Conference on Communication Technology and System Design ,pp. ۹۲۱–۹۱۳, ۲۰۱۲.

[۶۶] ح. قیومی زاده, ع. دروگر مقدم, ج. حداد نیا و م. محمد زاده, “خوشه بندی و غرالگری سرطان پستان براساس تصاویر حرارتی با استفاده ازترکیب شبکه عصبی SOM و MLP,” فصلنامه بیماریهای پستان ایران،سال پنجم،شماره دوم و سوم, ۶۹pp.–۸۴ ,۱۳۹۱.

[67] J. Laaksonen, M. Koskela, S. Laakso و E. Oja , “PicSOM _ content-based image retrieval with self-organizing maps ”,Pattern Recognition Letters , ۲۱pp. ۱۲۰۷–۱۱۹۹, ۲۰۰۰.

Archive of SID

www.SID.ir

AND INTERPRETABILITY ",For the degree of doctor of philosophy in computer science in university of Illionois URBANA-Champaign ,pp. ۱۹-۱۵, ۲۰۰۴.

[۹۶] کشاورز و ح. قاسمیان یزدی, "یک الگوریتم سریع مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان برای طبقه بندی تصاویر ابر طیفی با استفاده از همبستگی مکانی," نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، سال ۳،شماره ۱, ۴۵-۳۷pp. ۱۳۸۴.

[97] M. Parimala, D. Lopez و N. Senthilkumar" ,A Survey on Density Based Clustering Algorithms for Mining Large Spatial Databases ",International Journal of Advanced Science and Technology ,۳۱ جلد ,pp. ۶۷-۵۹, ۲۰۱۱.

[98] K. Koonsanit, C. Jaruskulchai و A. Eiumnoh , "Determination of the Initialization Number of Clusters in K-means Clustering Application Using Co-Occurrence Statistics Techniques for Multispectral Satellite Imagery ",International Journal of Information and Electronics Engineering ,۲ جلد ,pp. ۷۹۰-۷۸۵, ۲۰۱۲.

[99] K. Singh, D. Malik and N. Sharma, "Evolving limitations in K-Means algoritm in data mining and their removal," IJCEM International Journal of Computational Engineering & Management, vol. 12, pp. 105-110, 2011.

[100] M.-C. HUNG, J. WU و J.-H. CHANG" ,An Efficient k-Means Clustering Algorithm Using Simple Partitioning ",JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING ,۲۱pp. ۱۱۷۷-۱۱۵۷, ۲۰۰۵.

Journal of Database Theory and Application ,no. ۶ جلد ,۶pp. ۱۸-۱, ۲۰۱۳.

[81] M. Yambal و H. Gupta" ,Image Segmentation using Fuzzy C Means Clustering: A survey ",International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering ,۷ شماره ,۲ جلد ,pp. -۲۹۲۷ ۲۹۳۰, ۲۰۱۳.

[82] C. Borgelt, "Accelerating fuzzy clustering," Information Sciences, vol. 179, no. 23, pp. 3985-3997, 2009.

[۸۳] م. یقینی, م. رنجپور و ف. یوسفی, "مروری بر الگوریتم های خوشه بندی فازی," سومین کنفرانس داده کاوی, ۱۳۸۸.

[84] T. Gnanaraj, K و .N. Monica" ,Survey on mining clusters using new k-mean algorithm from structured and unstructured data ",International Journal of Advances in Computer Science and Technology ,۳ جلد , pp. ۶۵-۶۰, ۲۰۱۴.

[۸۵] انصاری کلاچاهی, ع. کوهی بدر آباد و س. ج. ابراهیمی , "الگوریتم جدید خوشه بندی براساس وب کاوی کاربرد برای استخراج شبکه اجتماعی," پنجمین کنفرانس داده کاوی،دانشگاه صنعتی امیر کبیر, ۱pp.-۱۵ , ۱۳۹۰.

[86] Y. Chen, J. Z. Wang و R. Krovetz" ,CLUE: Cluster-Based Retrieval of Images by Unsupervised Learning ", IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, NO. ,۱۴ جلد ,۸pp. ۱۲۰۲-۱۱۸۷, ۲۰۰۵.

[87] Y. Chen, J. Z. Wang and R. Krovetz3, "AN UNSUPERVISED LEARNING APPROACH TO CONTENT-BASED IMAGE RETRIEVAL," Seventh International Symposium on Signal Processing and Its Applications, vol. 1, pp. 197-200, 2003.

[88] T. Hastie, R. Tibshirani and J. Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, February 2009.

[89] F. E. Streib and M. Dehmer, Information Theory and Statistical Learning, Springer Science & Business Media, 2009.

[90] N. Zheng and . J. Xue, Statistical Learning and Pattern Analysis for Image and Video Processing, London New York: Artech House Publishers, 2009.

[۹۱] ج. کبودیان و م. مرادی, "یک ماشین بردار پشتیبان فازی جدید با فازی سازی در دو مرحله," در دوازدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران, مشهد - دانشگاه فردوسی مشهد, ۱۳۸۳.

[۹۲] ع. طلوعی اشلقی, ع. پورابراهیمی, م. ابراهیمی و ل. قاسم احمد, "پیش بینی عود مجدد سرطان پستان به کمک سه تکنیک داده کاوی," فصلنامه بیماری های پستان ایران ، سال پنجم، شماره چهارم, ۲۳pp.-۳۵ , ۱۳۹۱.

[93] . T. Hastie, R. Tibshirani and J. Friedman, The elements of statistical learning: data mining, inference and prediction, Springer Science & Business Media, 2009, p. 767.

[94] Q. Gu and Z. Song, "Image Classification Using SVM, KNN and Performance Comparison with Logistic Regression," 15 3 2009. [Online]. Available: http://www.cs.dartmouth.edu/~afra/courses/44/w09/project/report/. [Accessed 26 12 2014].

[95] H. Jo Yu" ,DATA MINING VIA SUPPORT VECTOR MACHINES:SCALABILITYt APPLICABILITYt

Archive of SID

www.SID.ir