



Research Trends in Ontology-Driven Image Retrieval

Razieh Farshid

PhD Student in Information Retrieval at Kharazmi University

Saeid Asadi*

Associate Professor, Shahed University

Azadeh Fakhrzadeh

Assistant Professor, Iranian Institute of Information Science and Technology

Davood Haseli

Assistant Professor, Kharazmi University

Abstract

Given the increase in digital images and easy access to digital cameras, image processing and retrieval has become one of the most important research fields. Therefore, the aim of this article is to examine the research trend in image retrieval using ontology. The statistical population of this study is all the research that has been indexed in the Scopus database by the end of 2024, which is 716 works. Excel, Gephi, BibExcel, SPSS software was used for data analysis, and VOS Viewer, Excel, and SPSS software were used to draw the graphs. The results showed that the keyword image retrieval is in the first place with a frequency of 572. Co-occurrence analysis led to the formation of six clusters. Infrastructures and fundamental technologies of image retrieval, semantic techniques and image content analysis, machine learning and intelligent applications in image retrieval, semantic web and ontology-based search, managerial and human aspects in information retrieval, quality improvement, and query processing in image retrieval. Among the existing concepts, some of them have received the highest number of citations: such as image retrieval, machine learning, computer vision, deep learning, database systems, digital libraries, Internet, WordNet, artificial

* Corresponding Author: s.asadi@shahed.ac.ir

How to Cite: xxxxxxxx

intelligence, information retrieval. A hierarchical diagram of four thematic clusters was formed: semantic-based image retrieval, intelligent image retrieval with learning algorithm, semantic image retrieval with annotation, intelligent image retrieval. Scientific maps are a suitable way to display the increasing growth of scientific activities and organize the intellectual and scientific structure constituting a subject area.

Keywords: Ontology-based information retrieval, Image Retrieval, Ontology, Hierarchical Clustering



تحلیل روندهای تحقیقاتی در بازیابی تصاویر با استفاده از هستی شناسی

راضیه فرشید  دانشجوی دکتری رشته بازیابی اطلاعات، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

سعید اسدی  دانشیار دانشگاه شاهد، تهران، ایران

آزاده فخرزاده  استادیار پژوهشکده فناوری اطلاعات، تهران، ایران

داود حاصلی  استادیار دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده

باتوجه به افزایش تصاویر دیجیتالی و دسترسی آسان به دوربین‌های دیجیتال، پردازش و بازیابی تصویر به یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی تبدیل شده است. از این رو هدف این مقاله بررسی روند تحقیقاتی در بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی است. جامعه آماری این پژوهش تمامی پژوهش‌هایی است که تا پایان سال ۲۰۲۴ در پایگاه اسکوپوس نمایه شده است که تعداد آنها ۷۱۶ اثر می باشد. برای تحلیل داده‌ها از نرم افزار اکسل، گفی، بیب اکسل، اس پی اس اس و برای ترسیم نمودار از نرم افزار ووس و یور، اکسل و اس پی اس اس استفاده شد. نتایج نشان داد کلیدواژه بازیابی تصاویر با فراوانی ۵۷۲ در جایگاه اول قرار دارد. تحلیل هم‌واژگانی به تشکیل شش خوشه منجر شد. زیرساخت‌ها و فناوری‌های بنیادین بازیابی تصویر، تکنیک‌های معنایی و تحلیل محتوای تصویر، یادگیری ماشین و کاربردهای هوشمند در بازیابی تصویر، وب معنایی و جستجوی مبتنی بر هستی‌شناسی، جنبه‌های مدیریتی و انسانی در بازیابی اطلاعات، بهبود کیفیت و پردازش پرس‌وجو در بازیابی تصویر. در میان مفاهیم موجود، برخی از آنها بیشترین تعداد استناد را دریافت کرده‌اند: مانند بازیابی تصویر، یادگیری ماشین، بنیایی کامپیوتر، یادگیری عمیق، سیستم‌های پایگاه داده، کتابخانه‌های دیجیتال، اینترنت، وردنت، هوش مصنوعی، بازیابی اطلاعات. نمودار سلسله مراتبی چهار خوشه موضوعی بازیابی تصویر مبتنی بر معنا شناسی، بازیابی هوشمند تصاویر با الگوریتم یادگیری، بازیابی معنایی

تصاویر به کمک حاشیه نویسی، بازیابی هوشمند تصاویر تشکیل شد. نقشه‌های علمی روش مناسبی برای نمایش رشد روزافزون فعالیتهای علمی و سازماندهی ساختار فکری و علمی تشکیل دهنده‌ی یک قلمروی موضوعی است.

کلیدواژه‌ها: بازیابی اطلاعات مبتنی بر هستی‌شناسی، بازیابی تصاویر، هستی‌شناسی، خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی

زودایند ویراستاری نشده (نشریه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی)

مقدمه

باتوجه به رشد چشمگیر و روزافزون تصاویر رقومی و دسترسی آسان به دوربین‌های دیجیتال، پردازش و بازیابی تصویر دیجیتال به یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی تبدیل شده است. دو دهه گذشته روش‌های کارآمد زیادی برای تجزیه و تحلیل تصویر و بازیابی پیشنهاد شده است. کاربران برای به دست آوردن تصاویر مورد نیاز باید از ابزارهای جستجوی کارآمد و قابل اعتمادی استفاده کنند تا بتوانند در میان حجم عظیم مجموعه‌های تصاویر آنچه را که می‌خواهند، بازیابی کنند (اسمیت^۱، ۲۰۰۱).

در بازیابی تصاویر^۲، تصویر با مجموعه‌ای از کلمات کلیدی یا متن فراداده توصیف می‌شود و معمولاً این اطلاعات توسط کاربر ارائه می‌شود. بازیابی تصاویر مبتنی بر متن (Text-Based Image Retrieval) در این روش، تصاویر با استفاده از مجموعه‌های از کلمات کلیدی یا فراداده‌های متنی توصیف می‌شوند که معمولاً توسط کاربر یا سیستم ارائه می‌گردد. سیستم‌های بازیابی تصویر مبتنی بر کلیدواژه، با تطابق پرس‌وجوی متنی کاربر با توصیفات تصاویر، نتایج مرتبط را بازیابی می‌کنند. محدودیت‌های سیستم‌های مبتنی بر کلیدواژه، حساسیت به خطاهای املائی، خطا در توصیف تصویر توسط کاربر (مانند اشتباه تایپی) می‌تواند منجر به عدم بازیابی تصویر مورد نظر شود، وابستگی به توصیف دقیق: کاربران ممکن است در ارائه توضیحات متنی مناسب برای تصاویر با مشکل مواجه شوند یا سیستم نتواند کلیدواژه‌های مرتبط را پیشنهاد دهد (منظور و همکاران^۳، ۲۰۱۵).

ایراد اصلی این سیستم‌ها شکاف معنایی (Semantic Gap) است؛ یعنی ممکن است تصاویر با ویژگی‌های بصری مشابه، از نظر معنایی با نیاز کاربر تفاوت داشته باشند (رحمان^۴ و

-
1. Smith
 2. Image Retrieval
 3. Manzoor, U & et.al
 4. Rahman

همکاران، ۲۰۰۷؛ هویی^۱ و همکاران، ۲۰۱۳ به نقل از فرهادی، جم زاد، ۱۳۹۶). برای کاهش این شکاف، از راهکارهایی مانند هستی‌شناسی استفاده می‌شود تا ارتباطات معنایی بین مفاهیم بهبود یابد. هستی‌شناسی با ایجاد پل بین سطوح پایین (پیکسل‌ها) و سطوح بالا (مفاهیم انسانی)، دقت سیستم‌های بازیابی تصویر را بهبود می‌بخشد. (لیو^۲ و همکاران، ۲۰۰۷).

هستی‌شناسی، یک رویکرد دانش‌منا از اطلاعات درباره مفاهیم متعلق به هر واژه و حوزه، خصوصیت‌های واژگان و چگونگی ارتباط آن‌ها با یکدیگر، در اختیار کاربر و نظام ذخیره و بازیابی قرار می‌دهد. یک ساختار داده‌ای هستی‌شناسی یک رویکرد قراردادی دانش‌منا است که واژگان با مفاهیم ابهام‌زدایی شده، تعاریف آن‌ها، عملگرهای مجاز، روابط و همیاری‌ها با دیگر مفاهیم در هر حوزه را توصیف می‌کند (بیترز^۳، ۲۰۰۵).

هستی‌شناسی‌ها ابزار جدید برای بازنمون دانش هستند که در حوزه بازیابی اطلاعات، یک قالب قابل فهم توسط ماشین از توصیف و محتوا را مهیا ساخته‌اند؛ همانند آنچه فرآیند بازیابی اطلاعات با معنی کردن محتوا می‌تواند فراهم کند (صنعت جو، ۱۳۹۱). هستی‌شناسی‌ها نه تنها تسهیل‌کننده اشتراک و استفاده مجدد دانش توسط عاملان هوشمند و رایانه‌ها هستند، بلکه میان افراد نیز چنین نقشی را ایفا می‌کنند (اسریدهاران، تریاکو، و کیشوک، ۲۰۰۴ نقل در شریف، ۱۳۸۷). دلیل استفاده از هستی‌شناسی‌ها در یک مشترک و تسهیم شده از دامنه‌های مختلف، که می‌تواند بین کاربران و رایانه‌ها ارتباط برقرار کند است (هماوندی و همکاران، ۱۳۹۹).

1. Hui
2. Liu
3. Bitters

امروزه با استفاده از تحلیل موجودیت‌های کتابشناختی و روابط مستتر در پایگاه‌های اطلاعاتی می‌توان ساختار علم در یک حوزه معین را تبیین نمود و به ساختار فکری دانش در این پژوهش‌ها پی برد. پژوهشگران، سیاستگذاران علم، و همچنین سایر علاقه‌مندان با آگاهی از این ساختار می‌توانند اهداف خاص خود را پیش‌برده و با آگاهی بیشتری در این حوزه پیش بروند. استخراج الگوها در ساختار دانش، پژوهش‌های علم‌سنجی و حوزه‌های سنجشی وابسته می‌تواند به پژوهشگران علاقه‌مند، اطلاعات مفیدی ارائه کرده و به مدیران علمی در راستای سیاست‌گذاری‌های علمی در این حوزه کمک نماید. از این رو این پژوهش بر آن است تا با بررسی مقالات منتشر شده در حوزه بازیابی تصاویر با هستی‌شناسی به بررسی این مقالات و حوزه‌های موضوعی آنها بپردازد.

در سال‌های اخیر، تکنیک‌های علم‌سنجی برای ارزیابی کمی روندهای پژوهشی و دانش علمی ضمنی در متون با اتخاذ روش‌های ریاضی، آماری و سایر روش‌های اندازه‌گیری به کار گرفته شده‌اند (یو و همکاران، ۲۰۱۷). هدف کلی تحقیقات علم‌سنجی، کسب بینش در توسعه یک تحقیق علمی در مورد یک موضوع خاص، یک حوزه تحقیق گسترده‌تر یا حتی کل بدنه علمی دانش است. نقشه‌برداری علم‌سنجی، به عنوان زیردامنه حوزه تحقیقات علم‌سنجی، به کاربرد روش‌های کمی برای درک و نمایش بصری معیارهای خاص مرتبط با ادبیات علمی بر اساس داده‌های کتابشناختی اشاره دارد. با توسعه علوم داده و تکنیک‌های تجسم، نقشه‌برداری علم‌سنجی به روشی فزاینده برای بررسی حوزه‌های تحقیقاتی تبدیل شده است (لی و همکاران، ۲۰۲۱).

یک بررسی علم‌سنجی را می‌توان به عنوان یک تحلیل گسترده از ادبیات علمی در نظر گرفت که در درجه اول از روش‌های کمی و آماری برای بررسی ساختار، پویایی و تأثیر

تحقیقات علمی در یک حوزه یا موضوع خاص استفاده می‌کند. بررسی‌های علم‌سنجی اغلب بر ارزیابی الگوهای انتشار، شبکه‌های استنادی، هم‌نویسندگی و بهره‌وری تحقیق تمرکز دارند. این بررسی‌ها به محققان کمک می‌کنند تا ساختار و تکامل ادبیات علمی را در یک حوزه مشخص درک کنند. آن‌ها به محققان بینش کمی برای بررسی چشم‌انداز علمی ارائه می‌دهند و بینش‌هایی را ارائه می‌دهند که مکمل بررسی‌های سنتی روایی و سیستماتیک ادبیات است. آن‌ها به ویژه برای شناسایی موضوعات نوظهور، موضوعات دوباره نوظهور، موضوعات رو به زوال، موضوعات منسوخ و موجودیت‌های تأثیرگذار در یک حوزه تحقیقاتی خاص مفید هستند (حقانی، ۲۰۲۳).

هدف اصلی پژوهش حاضر ترسیم ساختار حوزه بازیابی تصاویر با هستی‌شناسی با استفاده از تحلیل هم‌رخدادی واژگان است؛ در این پژوهش همچنین اهداف ویژه‌ای نیز دنبال خواهند شد که عبارت اند از:

۱. توزیع فراوانی کلیدواژه‌های حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی چگونه است؟

۲. زمینه‌های موضوعی مطرح و توصیفگرهای پرکاربرد در حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی براساس میزان هم‌رخدادی واژگان چگونه است؟

۳. خوشه‌بندی موضوعات حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی بر اساس تحلیل خوشه‌ای چگونه است؟

۴. ترسیم ساختار بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی با استفاده از نمودار راهبردی چگونه است؟

پیشینه پژوهش

تحلیل روند علمی یکی از ابزارهای علمی برای ارائه گزارش در پژوهش‌های علم سنجی می‌باشد که سبب بازنمون تصویری موضوعات در یک حوزه موضوعی خاص می‌شود که می‌توان با آن روابط بین کلیدواژه‌ها را نیز بررسی کرد. در زمینه بازیابی تصاویر تعداد اندکی پژوهش انجام شده است که در هیچ یک از آنها به بررسی نمودار سلسله مراتبی پرداخته نشده است. در زمینه علم سنجی پژوهش‌های زیادی در حوزه‌های پزشکی، مهندسی، مدیریت پرداخته شده است که از قبیل آن پژوهش‌ها می‌توان به پژوهش طاهری و شکرزاده (۱۴۰۴)، قاسمیان و همکاران (۱۴۰۴)، اسماعیلی و عظیمی (۱۴۰۲)، خاصه و همکاران (۱۴۰۱)، موسوی و همکاران (۱۴۰۰)، علیپور و همکاران (۱۴۰۰) اشاره کرد. در ادامه به تفصیل به چند پژوهش می‌پردازیم.

دانیالی، نقشینه و فدایی (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی روند پژوهش و تعیین علایق پژوهشی در حوزه بازیابی تصویر و ترسیم نقشه هم‌رخدادی واژگان این حوزه بر اساس مقالات علمی پایگاه وب آو ساینس پرداختند. جامعه آماری تمامی مقالات نمایه شده در پایگاه وب آو ساینس طی سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ میلادی در ارتباط با بازیابی تصویر است. از این روی تعداد ۲۵۳۷ مقاله بازیابی شد. بالاترین مرکزیت مربوط به اصطلاح "بازیابی تصویر" می‌باشد و بازیابی محتوا محور تصویر و بازخورد ربط در جایگاه دوم قرار دارند. بالاترین میزان شکوفایی را انجمن تشخیص الگو بازیابی محتوا محور و پایگاه داده تصویر کسب کرده‌اند. همچنین نتایج حاصل از تحلیل شبکه هم‌رخدادی واژگان تشکیل ۹ خوشه علمی در حوزه بازیابی تصویر را نشان داد.

دانیالی و نقشینه (۱۳۹۷) با هدف بررسی روند پژوهش، تعیین عناصر برتر و ترسیم نقشه دانش حوزه بازیابی تصویر به بررسی تمامی مقالات نمایه شده در وب آو ساینس طی سال‌های

۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ میلادی پرداختند. تعداد ۲۵۳۷ مقاله بازیابی شد. نتایج بدست آمده نشان از آن دارد که در میان کشورها آمریکا با تولید ۵۸۴ مقاله رتبه نخست و ایران با تولید ۲۴ مقاله رتبه ۲۲ را به خود اختصاص داده است. مجله «لکچر نوت این کامپیوتر ساینس» با تولید ۴۵۷ مقاله و مایکروسافت با تولید ۶۱ مقاله رتبه نخست را در میان سازمان‌ها و مؤسسات برتر تولیدکننده مقاله در حوزه بازیابی تصویر کسب نموده است. همچنین در میان ۶۸ قلمرو پژوهشی در نوشتن مقالات علوم کامپیوتر حوزه پیشگام و کتابداری جایگاه ششم را کسب کرده است.

عظیمی و جوزی (۱۴۰۲) در پژوهشی با هدف بررسی مقالات حوزه هستی‌شناسی در بازیابی اطلاعات با استفاده از تکنیک‌های علم‌سنجی که با استفاده از روش اسنادی و تحلیل خوشه‌بندی واژگان انجام شده است پرداختند. نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش نشان داد رشد مقالات در زمینه هستی‌شناسی و بازیابی اطلاعات کم و نرخ رشد سالانه آن به‌طور متوسط برابر با ۰/۱۱٪ است. دانشگاه Stanford و California با همکاری در ۶ مقاله و حوزه علوم کامپیوتر با نگارش ۴۳٪ از مقالات، پرکارترین سازمان و حوزه بودند. خوشه‌بندی واژگان، منجر به تشکیل ۴ خوشه موضوعی؛ بازیابی معنایی اطلاعات، هستی‌شناسی غیرانسانی، طبقه‌بندی سیستم‌ها و نقش فناوری شد. همچنین همبستگی مثبتی بین تولید علم و مرکزیتها وجود دارد.

قنبری و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی موضوعات حوزه تصاویر آینده در پایگاه وب آو ساینس در بازه زمانی ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۴ پرداختند. نتایج بیانگر این بوده است که حوزه‌های تاریخ و جامعه‌شناسی پرکاربردترین حوزه‌ها، کشور روسیه دارای بیشترین پژوهشگر، تصویر آینده، هوش مصنوعی و علوم موضوعات ترند و افرادی همچون آرن‌گری و پتری تاپیو، ویکتور تیتو بیشترین پژوهش را در خصوص

تصاویر آینده داشته‌اند. همچنین تحلیل روند موضوعی پژوهش‌ها نشان داد که پژوهش‌ها به موضوعات artificial intelligence، image of the future پرداخته‌اند و موضوعاتی همچون youth science و نسبتاً بیشتر ترند موضوعی بوده‌اند.

لیو و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی مقالات در حوزه زیرنویس تصاویر در سالهای ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ پرداختند. پس از جمع‌آوری داده‌ها از معیارهای پایه، کاوی جامعه تحقیقاتی هسته‌ای، موضوعات کلیدی و شناسایی مراجع و مسیر تکاملی شرح تصویر برای پاسخ-Q1 Q3 استفاده شده است. نتایج تحلیل کشورها گویای آن بود که چین آمریکا و استرالیا در جایگاه اول تا سوم قرار دارند. نتیجه تحلیل موضوعات به ویژه از زمان معرفی شبکه‌های عصبی به سمت بینایی ماشین سوق پیدا کرده است. همچنین موضوعات شبکه‌های متخاصم مولد GANs^۱، یادگیری تقویتی RL^۲ و مبدلها^۳ برای استخراج عنوان تصویر استفاده می‌شوند.

جو (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی کاربرد تکنیک‌های تشخیص تصویر در حوزه میراث فرهنگی به کمک کتاب‌سنجی از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۴، با ادغام رویکردهای کیفی و کمی برای روشن کردن تکامل سطح کلان پرداخت. نتایج حاکی از آن بود که ادغام هوش مصنوعی، به ویژه یادگیری عمیق، به طور قابل توجهی مستندسازی دیجیتال، شناسایی آثار باستانی و مدیریت کلی میراث فرهنگی را بهبود بخشیده است.

خان و همکاران (۲۰۲۴) در یک پژوهش کتاب‌سنجی به بررسی مقالات مربوط به پردازش تصویر در پایگاه وب آو ساینس پرداختند. چندین پارامتر از جمله تولید علمی سالانه، استناد به هر مقاله، اسناد پر استناد، ۲۰ مقاله برتر، مرتبط ترین نویسندگان، ارزیابی نویسندگان با

^۱ .Generative adversarial networks

^۲ . Reinforcement learning

^۳ . Transformer

استفاده از شاخص ۷، منابع برتر و مرتبط (مجلات) و موضوعات داغ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. داده های بدست آمده حاکی از آن است که مجله IEEE Access با میانگین ۱۱۵ مقاله در سال مرتبط ترین منبع است. ایالات متحده پربارترین کشور است و نشریات آن بسیار مورد استناد قرار می گیرند در حالی که چین در رتبه دوم قرار دارد. بخش بندی تصویر، استخراج ویژگی و پردازش تصویر پزشکی موضوعات داغ در سال های اخیر هستند. بنیاد ملی علوم طبیعی چین ۸ درصد از کل بودجه را برای پردازش تصویر فراهم می کند.

روش^۱

پژوهش حاضر از نظر نوع، در زمره پژوهش های کاربردی است که در آن از فنون علم سنجی و تحلیل شبکه های اجتماعی استفاده شده است. جامعه پژوهش را آن دسته از پژوهش های حوزه بازیابی اطلاعات با هستی شناسی تشکیل می دهد که در بازه زمانی از ابتدا تا پایان سال ۲۰۲۴ در پایگاه «اسکوپوس» نمایه شده اند. برای بازیابی این مدارک از فرمول زیر در پایگاه اسکوپوس استفاده شد:

((("image retrieval" OR "photo retrieval" OR "picture retrieval" OR "photo* retrieval" OR "image* retrieval" OR "picture* retrieval" OR "retrieval of image" OR "retrieval of picture" OR "retrieval of picture*" OR "retrieval in picture*" OR "retrieval of photo" OR "retrieval in photo" OR "retrieval of portrait" OR "portraits retrieval" OR "portrait feature" OR "picture feature" OR "photograph feature" OR "photograph retrieval" OR "retrieval of photograph" OR "old picture" OR "portrait database" OR "image database feature" OR "image search" OR "search of image" OR "picture of archive" OR "image of archive" OR "photo of archive" OR "portrait of archive") AND ("ontology" OR "ontologi*"))

بر اساس جستجوی فوق، ۷۱۶ مقاله نمایه شده در پایگاه اسکوپوس در حوزه مورد نظر پیدا شد. به بیان دقیق‌تر، جامعه آماری این پژوهش را کلیه مقاله‌های منتشر شده در حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی تشکیل می‌دهد که تعداد آنها ۷۱۶ مقاله می‌باشد. این مطالعه تحلیلی با استفاده از روش تحلیل هم‌رخداد واژگانی (برای تحلیل شبکه‌ای روابط بین کلمات و بررسی حضور همزمان کلمات با یکدیگر و شناسایی موضوعات اصلی و کلیدی مورد استفاده در پژوهش‌ها) و خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی (برای طبقه‌بندی و دسته‌بندی واژگان در مقالات منتشر شده براساس تشابه معنایی یا آماری با استفاده از الگوریتم‌های خاص) انجام شد. پس از بازیابی رکوردهای مرتبط و یکپارچه‌سازی داده‌ها، بر اساس اهداف و پرسش‌های پژوهش اقدام به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای، Bibexcel، Gephi، Excel و برای ترسیم نقشه‌ها از نرم‌افزار SPSS و VOSviewer استفاده شده است. به منظور ترسیم نقشه‌های موضوعی و تحلیل صحیح آنها، اقدام به کنترل و یکدست‌سازی کلیدواژه‌ها از طریق ساخت Thesaurus در نرم‌افزار گردید. به گونه‌ای که کلیدواژه‌های مشابه، یکسان، متشابه و حالت‌های جمع و مفرد ادغام و کلیدواژه‌های غیرتخصصی و جستجو شده حذف شدند.

به منظور انجام طبقه‌بندی واژگان در اسناد منتشر شده براساس تشابه معنایی با استفاده از الگوریتم‌هایی مانند فاصله اقلیدسی و... معمولاً از خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی استفاده می‌شود. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی این قابلیت را دارد که خوشه‌های مربوط به هر یک از کلیدواژه‌ها را مشخص نماید و روابط بین آنها را نشان دهد. به همین دلیل، با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی انجام شد. در روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، مانند یک درخت، هر شاخه کوچکتر جزئی از یک شاخه بزرگتر است و نهایتاً، همه اینها

به صورت سلسله مراتبی به تنه آن درخت وصل می شوند. به طور خلاصه بر اساس روش وارد باید مراحل زیر طی گردد:

۱. هر شیء به عنوان یک خوشه در نظر گرفته شود.

۲. به ازاء تمام جفت خوشه های ممکن، آن دو خوشه ای انتخاب شوند که ESS کمتری دارند.

۳. دو خوشه ای که انتخاب شده اند با هم ترکیب شوند.

۴. تا زمانی که همه اشیاء در یک خوشه قرار نگرفته اند، یا تعداد خوشه ها به تعداد مورد نظر نرسیده است، مراحل ۲ و ۳ تکرار می شوند (جعفری و فرشید، ۱۴۰۰).

جهت اجرایی کردن و به نتیجه رساندن تحلیل بایستی ابتدا ملزوماتی از جمله ماتریس هم-رخدادی تهیه شود و سپس ماتریس هم-رخدادی به ماتریس همبستگی تبدیل شود. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه به منظور انجام تحلیل هم-واژگانی و تحلیل نهایی هم-واژگانی دقیق تر ماتریس را از طریق نرم افزار SPSS فراخوانی کرده و ماتریس معمولی به وسیله نرم-افزار SPSS به ماتریس همبستگی تبدیل شد. ماتریس همبستگی که بر اساس ماتریس فراوانی هم-واژگانی به دست آمده بود، سپس با استفاده از خوشه بندی سلسله مراتبی به روش ward و مربع فاصله اقلیدوسی، خوشه ها و نمودار دندروگرام ترسیم شد.

در میان ۷۱۶ مقاله بازیابی شده، برای تهیه ماتریس، کلیدواژه های دارای فراوانی ۱۱ و بیشتر برای پژوهش ها انتخاب گردید و در نهایت ماتریس مربعی ۱۴۲ در ۱۴۲ برای پژوهش ها تشکیل گردید. سلولهای مورب ماتریس ها صفر در نظر گرفته شد و سپس این ماتریس های معمولی به ماتریس همبستگی تبدیل شدند. نهایتاً خوشه بندی مفاهیم بر اساس نرم افزار

آماري SPSS (نسخه 26) ترسيم شده است در نهايت براي ترسيم نمودار راهبردي و تشخيص وضعيت توسعه و بلوغ يافتگي موضوعات به صورت جداگانه ماتريس فراواني هر يك از خوشه ها ترسيم، سپس ماتريس همبستگي آنها رسم شد تا به كمك نمودار راهبردي با استفاده از تراكم و مركزيت هر يك از خوشه ها انسجام و بلوغ آنها محاسبه گرديد. در مرحله بعد نمودار راهبردي خوشه هاي موضوعي رسم شد؛ نمودار راهبردي، توصيف ارتباط دروني و همبستگي بين خوشه هاي موضوعي متفاوت است. در اين نمودار اغلب از محور افقي جهت ارائه مركزيت (ميزان همبستگي خوشه ها) و از محور عمودي جهت ارائه تراكم (ميزان توان ارتباط دروني هر خوشه) استفاده مي شود (فرشيد و همكاران، ۱۳۹۹).

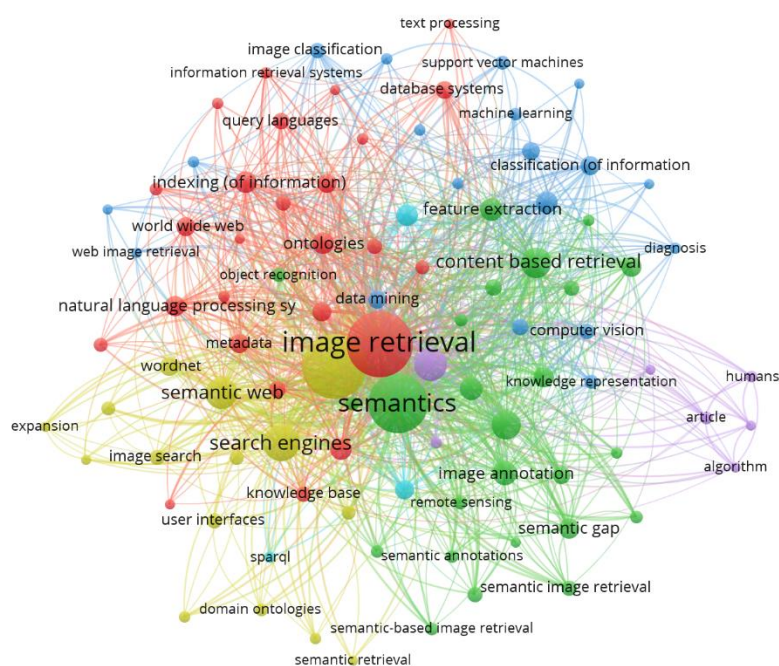
يافته ها

با توجه به هدف پژوهش پرتكرار ترين كليدواژه هاي موضوعي از پژوهش هاي مورد بررسي انجام شد و نتايج بدست آمده گوياي آن بود كه در ميان كليدواژه ها، كليدواژه بازيايي تصاوير با فراواني ۵۷۲ در جايگاه اول قرار دارد. در اين ميان كليدواژه هاي هستي شناسي و معنا شناسي به ترتيب در جايگاه دوم و سوم قرار دارند.

جدول 1. پرتكرار ترين كليدواژه هاي بازيايي تصاوير با كمك هستي شناسي

كليدواژه	فراواني
IMAGE RETRIEVAL	572
ONTOLOGY	562
SEMANTICS	398
SEARCH ENGINES	150
INFORMATION RETRIEVAL	141

برای تحلیل شبکه‌ای روابط بین کلمات و حضور همزمان کلمات با یکدیگر و بررسی روابط بین کلمات در متون منتشر شده می‌توان از تحلیل‌های مرتبط به هم‌واژگانی کلمات از نرم‌افزار ووس ویور استفاده کرد. در پاسخ به سوال دوم پژوهش تجزیه و تحلیل یافته‌های مربوط به هم‌واژگانی بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی منجر به شکل‌گیری شش خوشه‌ی موضوعی زیر شده است:



شکل ۱: نقشه هم‌رخدادی واژگان حوزه بازیابی تصاویر با هستی‌شناسی

خوشه‌ی ۱: زیرساخت‌ها و فناوری‌های بنیادین بازیابی تصویر. این خوشه از ۲۶

کلیدواژه تشکیل شده است که مهمترین کلیدواژه‌های آن عبارتند از image retrieval و indexing، knowledge based systems، ontologies این خوشه به مفاهیم بنیادی و زیرساخت‌های لازم برای بازیابی تصویر می‌پردازد. تمرکز اصلی آن بر روی سیستم‌های بازیابی اطلاعات و ابزارهای مرتبط برای سازماندهی، نمایه‌سازی و پردازش داده‌های چندرسانه‌ای است. واژگانی مانند «هستی‌شناسی»، «پایگاه‌های دانش» و «پردازش زبان طبیعی» نشان‌دهنده گرایش این خوشه به ترکیب هوش مصنوعی با بازیابی تصویر هستند. همچنین حضور مفاهیمی نظیر «خدمات اطلاعاتی» و «کتابخانه‌های دیجیتال» نشان می‌دهد که این خوشه به کاربردهای عملی بازیابی اطلاعات نیز توجه دارد.

خوشه‌ی ۲: تکنیک‌های معنایی و تحلیل محتوای تصویر. این خوشه از ۲۴

کلیدواژه تشکیل شده است. واژه‌های image، content based retrieval، semantics، image annotation، analysis نقش محوری در شکل‌دهی به این خوشه را دارند. در این خوشه تمرکز بر روی تحلیل محتوا و معنای تصاویر است. تکنیک‌هایی مانند «بازیابی مبتنی بر محتوا»، «استخراج ویژگی»، و «فاصله معنایی» نشان‌دهنده چالش‌های فنی در درک محتوای بصری توسط ماشین هستند. واژگان معنایی مانند «اطلاعات معنایی»، «مفهوم معنایی»، و «شباهت معنایی» بیانگر تلاش برای پل زدن میان درک انسانی و ماشین از تصاویر هستند. هدف این خوشه توسعه روش‌هایی برای تفسیر دقیق‌تر محتواهای تصویری از طریق مدل‌های معنایی است.

خوشه‌ی ۳: یادگیری ماشین و کاربردهای هوشمند در بازیابی تصویر. این

خوشه از ۱۹ کلیدواژه تشکیل شده است data، classification، medical imaging

learning systems، mining، واژگان محوری این خوشه هستند. این خوشه بیانگر نفوذ الگوریتم‌های یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در بازیابی تصویر است. کاربردهای تخصصی مانند «تصویربرداری پزشکی» و ابزارهای تحلیلی مانند «طبقه‌بندی تصویر»، «یادگیری عمیق» و «بردارهای پشتیبان» نشان می‌دهد که این خوشه بیشتر در زمینه بهبود دقت و کارایی بازیابی تصویر تمرکز دارد. همچنین پیوند مفهومی با بینایی ماشین و سیستم‌های هوشمند از کاربردهای این خوشه در حوزه‌هایی مانند سلامت، تشخیص خودکار، و یادگیری ماشینی حکایت دارد.

خوشه‌ی ۴: وب معنایی و جستجوی مبتنی بر هستی‌شناسی. این خوشه دارای ۱۵ کلیدواژه با محوریت واژه‌های search engines، ontology و semantic web است. این خوشه متمرکز بر کاربرد هستی‌شناسی و وب معنایی در بهبود عملکرد جستجو و بازیابی تصویر است. ترکیب ابزارهای معنایی مانند «وردنت» و مفاهیم جستجوی معنایی در موتورهای جستجو، نمایانگر تلاش برای درک بهتر هدف جستجوی کاربر است. همچنین، موضوعاتی مثل «بسط پرس‌وجو» و «سیستم‌های اطلاعاتی» به راهکارهای گسترش اطلاعات زمینه‌ای برای جستجوی دقیق‌تر اشاره دارند. این خوشه مکمل خوشه ۲ است، ولی تمرکز بیشتری بر روی زیرساخت معنایی وب دارد.

خوشه‌ی ۵: جنبه‌های مدیریتی و انسانی در بازیابی اطلاعات. این خوشه از ۶ کلیدواژه تشکیل شده است که مهمترین کلیدواژه‌های آن عبارتند از information retrieval و humans، information management این خوشه به جنبه‌های مدیریتی، انسانی و تصمیم‌گیری در حوزه بازیابی اطلاعات می‌پردازد. ترکیب واژگانی مانند «مدیریت اطلاعات»، «سیستم‌های پشتیبانی تصمیم»، و «ذخیره و بازیابی اطلاعات» به ابعاد مدیریتی بازیابی تصویر اشاره دارد. همچنین حضور «مقاله» و «انسان‌ها» نشان می‌دهد که تحقیقات

انسانی محور یا ارزیابی‌های کاربرمحور در این خوشه برجسته‌اند. الگوریتم‌ها نیز در نقش ابزارهای پیاده‌سازی تصمیم‌سازی هوشمند ظاهر شده‌اند.

خوشه‌ی ۶: بهبود کیفیت و پردازش پرس‌وجو در بازیابی تصویر. این خوشه از ۳ کلیدواژه query processing، image enhancement و sparql تشکیل شده است. این خوشه به مباحث تخصصی‌تری نظیر پردازش پرس‌وجو و بهبود کیفیت تصویر در بازیابی می‌پردازد. وجود واژه‌هایی مانند SPARQL نشان‌دهنده تمرکز بر زبان‌های پرس‌وجوی معنایی است که در کنار «پردازش پرس‌وجو» و «افزایش کیفیت تصویر» به بهینه‌سازی تجربه کاربر در دسترسی به تصاویر اشاره دارد. این خوشه را می‌توان به عنوان حلقه اتصال بین داده‌های تصویری و سامانه‌های معنایی معرفی کرد.

در ادامه نمودار روند تاریخی موضوعات ترسیم شده است. برای این کار نیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار ووس ویور مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند؛ با این تفاوت که در این نقشه روند تاریخی موضوعات مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. این بدین معنی است که میانگین سال انتشار موضوعات در این نقشه مهم است و رنگ آنها نیز نشان دهنده جدید یا قدیمی بودن این موضوعات است. همانطور که در نقشه مشخص است روند تاریخی موضوعات از رنگ بنفش که به موضوعات قدیمی می‌پردازد تا رنگ زرد موضوعاتی است که اخیراً بدان پرداخته شده است را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های بدست آمده در نقشه بیشتر موضوعات این حوزه بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ شکل گرفته اند و با توجه به پیشرفت دانش و هوش مصنوعی که همه حوزه‌ها را تحت تاثیر خود قرار داده است این حوزه نیز دستخوش تغییراتی شده است.

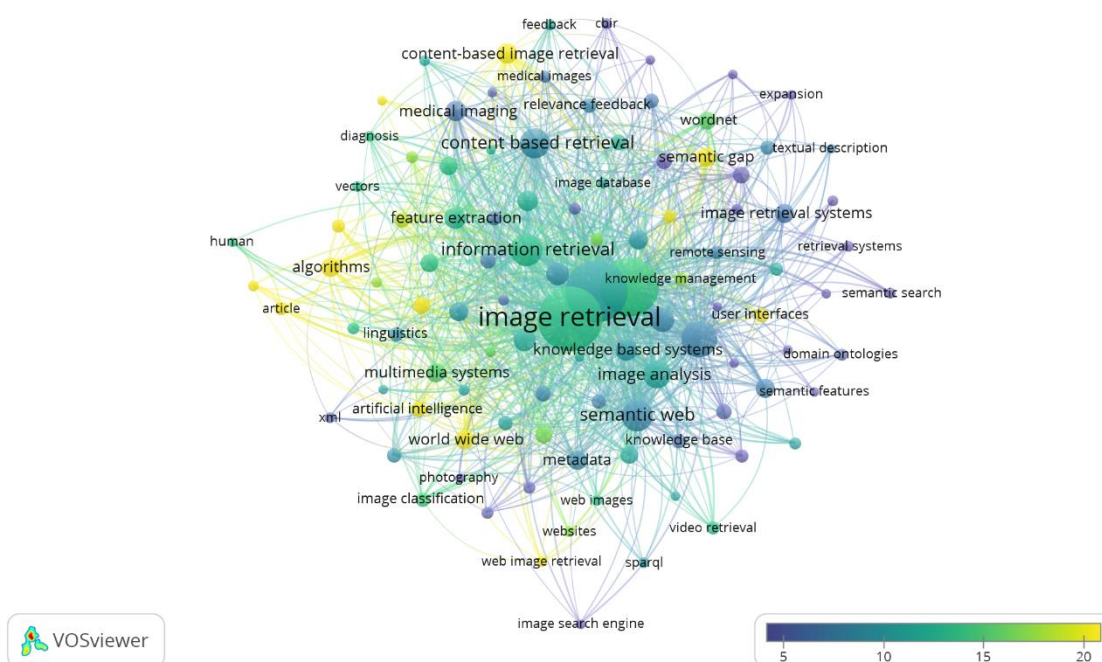
۲. مرحله گذار به محتوای چندرسانه‌ای و تعامل کاربر (اوایل تا اواسط دهه ۲۰۰۰) در این بازه، تمرکز به سمت محتواهای بصری و تعامل انسان-ماشین سوق پیدا می‌کند: واژگانی مانند multimedia systems, visual communication, motion picture experts group standards, image indexing, user interfaces, metadata, object recognition. حضور visual information, text processing, vectors و نشان‌دهنده رشد ابزارهای استخراج ویژگی و درک تصویری است.

۳. ورود به سطح مفهومی و معنایی با تاکید بر دانش (اواسط تا اواخر دهه ۲۰۰۰) در این مرحله، هستی‌شناسی و دانش مفهومی در بازیابی وارد می‌شود: واژگان کلیدی domain ontologies, ontologies, wordnet, knowledge representation, knowledge based systems, information management. تمرکز بر نمایش مفهومی محتوا و استفاده از دانش تخصصی برای تفسیر معنای تصاویر. مفاهیمی مانند semantic retrieval, automatic image annotation, computational linguistics و relevance feedback نیز گسترش می‌یابند.

۴. شکوفایی بازیابی معنایی و هوش مصنوعی (دهه ۲۰۱۰) این دوره شاهد ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی با هستی‌شناسی و بازیابی تصویر است: واژگان شاخص semantic web, semantic concept, semantic annotations, natural language processing systems, artificial intelligence, support vector machines, semantic gap, machine learning, computer vision, intelligent systems. تمرکز این دوره بر حل «شکاف معنایی» بین داده و تفسیر انسانی از طریق تکنیک‌های پیشرفته است.

۵. مرحله یادگیری عمیق و بازیابی هوشمند (دهه ۲۰۲۰ تاکنون) فناوری‌های نوین مانند یادگیری عمیق به قلب این حوزه راه یافته‌اند: واژگان نهایی deep learning, learning algorithms, semantic-based image retrievals, image classification, image enhancement, sparql, semantic similarity. استفاده از مدل‌های یادگیری برای تحلیل معنایی تصاویر و ارتباط با مفاهیم هستی‌شناختی.

در ادامه به ترسیم نقشه استنادات موضوعات بازیابی تصاویر با استفاده از هستی شناسی می پردازیم. در این نقشه نیز با استفاده از ووس ویور استنادات موضوعات این حوزه مورد بررسی قرار می گیرد. همانطور که در نقشه مشخص است موضوعات با استناد کمتر به رنگ بنفش و هرچه به رنگ سبز و زرد متمایل می شود استنادات این موضوعات بیشتر می شود.



شکل ۳. نقشه استنادات حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی شناسی

۱. موضوعات با کمترین استناد: نوظهور یا تخصصی

در ابتدای فهرست، با واژگانی مانند: semantic search, expansion, semantic image retrieval, semantic concept, semantic annotations, semantic information, semantic-based image retrievals, semantic similarity, semantic gap. روبه رو هستیم که همگی به ابعاد معنایی و هستی شناختی بازیابی تصویر اشاره دارند. تعداد استناد پایین این مفاهیم نشان می دهد که این موضوعات

نسبتاً نوظهور هستند (مخصوصاً با ظهور یادگیری عمیق و وب معنایی در دهه اخیر). یا در سطح بسیار تخصصی مورد استفاده‌اند و هنوز در مقالات عمومی‌تر جایگاه گسترده نیافته‌اند.

با توجه به روند موضوعی حوزه‌ها کلیدواژه‌های موضوعی یا به بلوغ می‌رسند و یا از دایره کلمات آن حوزه حذف می‌گردند. همچنین برخی مانند semantic gap و semantic

annotations اغلب در پژوهش‌های نظری به کار می‌روند تا کاربردی.

۲. موضوعات با استاندارد متوسط: ترکیب معنا و تکنیک

در میانه فهرست، شاهد مفاهیمی هستیم مانند: image annotation, relevance feedback, query expansion, metadata, ontology, natural language processing systems, content based retrieval, image processing, information theory, machine learning, natural languages, image analysis, feature extraction, image segmentation, computational linguistics, classification (of information) و....

این‌ها اغلب ابزارها و روش‌هایی برای پیاده‌سازی بازیابی معنایی هستند و جایگاه مهمی در تحقیقات کاربردی و بینارشته‌ای دارند. میزان استاندارد متوسط آن‌ها می‌تواند به دلیل فراگیر بودن در زمینه‌های مختلف (مانند بینایی ماشین، پردازش زبان طبیعی، پزشکی) و استفاده متوازن در مقالات مروری، توسعه‌ای و کاربردی باشد.

۳. موضوعات با بیشترین استاندارد: پایه‌ای، بین‌رشته‌ای و پر تکرار

در انتهای فهرست، مفاهیمی قرار دارند که بیشترین تعداد استاندارد را دریافت کرده‌اند: مانند

image retrieval machine learning, computer vision, deep learning, database systems, digital libraries, internet, wordnet, artificial intelligence, information retrieval, mathematical models, support vector machines, ontologies, information systems. این‌ها مفاهیم زیربنایی و فراگیر هستند که در دهه‌ها

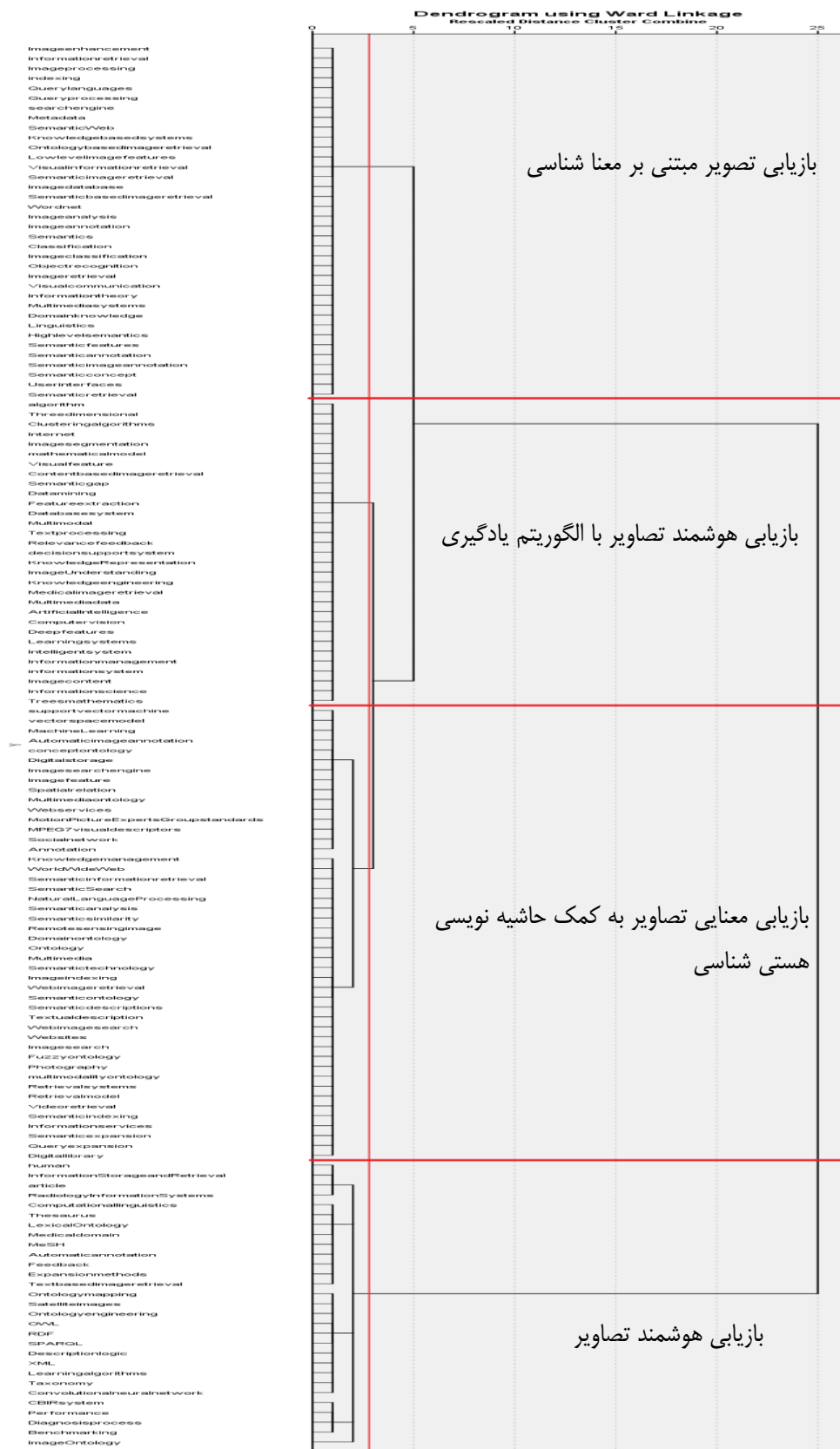
زیرشاخه علمی به کار می‌روند، به همین دلیل تعداد استاندارد بالایی دارند چون در مقالات

علمی بسیاری ذکر می‌شوند و برخی مانند machine vision, computer vision, deep learning

learning در سال‌های اخیر رشد انفجاری در ارجاع داشته‌اند.

در ادامه برای طبقه‌بندی مفاهیم مرتبط و دسته‌بندی موضوعات براساس تشابه معنایی با استفاده از الگوریتم فاصله اقلیدسی به روش Ward به ترسیم نمودار سلسله مراتبی با کمک نرم افزار اس پی اس می پردازیم.

زودایند ویراستاری نشده (نشریه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی)



شکل ۴. نمودار سلسله مراتبی حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی شناسی

در پاسخ به سوال سوم نتایج بدست آمده از نمودار سلسله مراتبی تشکیل چهار خوشه موضوعی را داد. در ذیل بدانها می پردازیم.

خوشه اول: خوشه بازیابی تصویر مبتنی بر معنا شناسی از کلیدواژگان معناشناسی سطح بالا، تجزیه و تحلیل تصویر، طبقه بندی تصویر، پایگاه داده تصویر، پردازش تصویر، بازیابی تصویر (تشکیل شده است).

خوشه دوم: خوشه بازیابی هوشمند تصاویر با الگوریتم یادگیری از کلیدواژه های هوش مصنوعی، الگوریتم های خوشه بندی، بینایی کامپیوتر، سیستم پشتیبانی تصمیم، ویژگی های عمیق، سیستم هوشمند تشکیل شده است.

خوشه سوم: خوشه بازیابی معنایی تصاویر به کمک حاشیه نویسی شامل کلیدواژگانی از قبیل حاشیه نویسی خودکار تصویر، هستی شناسی مفهومی، کتابخانه دیجیتال، ذخیره سازی دیجیتال، هستی شناسی دامنه، ویژگی تصویر، نمایه سازی تصویر، جستجوی تصویر، موتور جستجوی تصویر است.

خوشه چهارم: خوشه بازیابی هوشمند تصاویر این خوشه شامل کلیدواژگانی شامل حاشیه نویسی خودکار، سیستم CBIR، هستی شناسی تصویر، ذخیره و بازیابی اطلاعات، الگوریتم های یادگیری، هستی شناسی واژگانی، مهندسی هستی شناسی می باشد.

برای تحلیل داده های بدست آمده در نمودار سلسله مراتبی و تعیین میزان بلوغ یافتگی آنها

باید نمودار راهبردی آنها رسم گردد. در ادامه نمودار راهبردی براساس خوشه های تشکیل

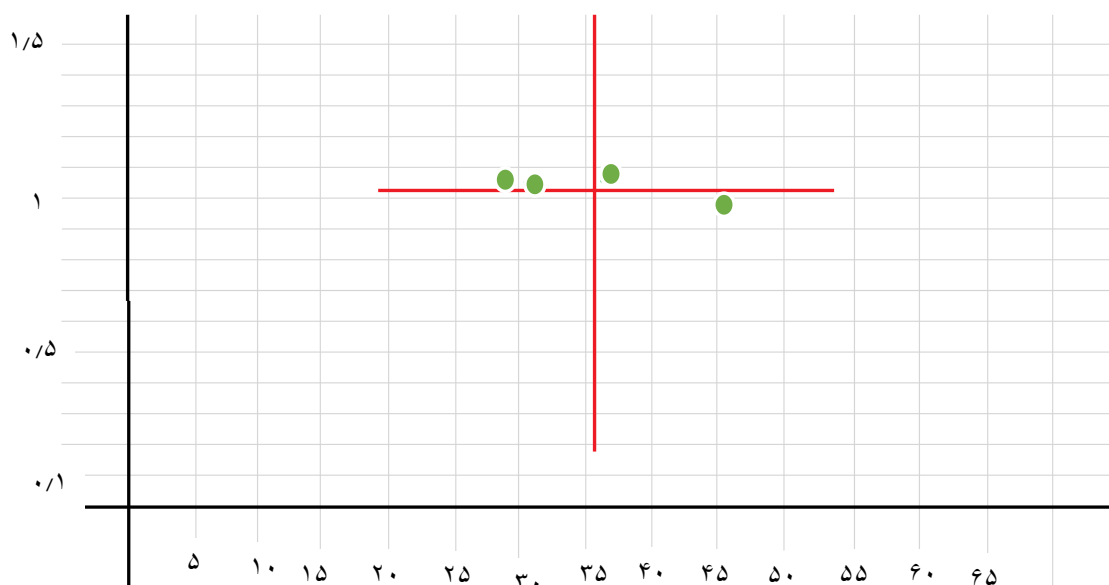
شده در نمودار سلسله مراتبی رسم گردید. نقشه ی راهبردی را می توان در قالب چهار قسمت نشان داد که هر یک تراکم و مرکزیت مختلفی دارند و خوشه هایی که در آن قسمت قرار

می گیرند، وضعیت متفاوتی دارند. خوشه‌هایی که در قسمت اول قرار می گیرند جزو خوشه - های بالغ بوده و در مرکز آن قلمرو پژوهشی مطالعه می شوند. خوشه‌هایی که در قسمت دوم جای می گیرند مرکزی نیستند، لکن قابلیت توسعه‌ی بیشتری دارند. خوشه‌های قسمت سوم حاشیه‌ای بوده و توجه اندکی را به خود جلب می کنند و در نهایت، خوشه‌های موضوعی که در قسمت چهارم قرار می گیرند، گرچه مرکزی هستند؛ اما توسعه نیافته و نابالغ هستند.

جدول ۲. چگالی و مرکزیت خوشه‌ها

چگالی	مرکزیت	
1.029	36	خوشه اول
1.033	31	خوشه دوم
1	45	خوشه سوم
1.036	29	خوشه چهارم
1.024	35.25	میانگین

در مرحله بعد بر اساس داده‌های مربوط به مرکزیت و تراکم هر یک از خوشه‌ها اقدام به طراحی نمودار راهبردی گردید تا بلوغ و انسجام هر یک از موضوعات مشخص گردد. مبدأ نمودار با توجه به میانگین مرکزیت و تراکم خوشه‌ها تنظیم شده است. هرچه مرکزیت یک خوشه بیشتر باشد، آن خوشه در جایگاه مهمتر و مرکزی‌تری قرار گرفته است. رابطه درونی خوشه‌های مورد مطالعه با میزان تراکم در محور عمودی نشان داده شده است، هرچه تراکم یک خوشه بالاتر باشد، آن خوشه جهت حفظ و توسعه خود از قابلیت بیشتری برخوردار است.



مرکزیت

شکل ۵. نمودار راهبردی داده‌های بازیابی تصاویر با هستی شناسی

در پاسخ به سوال چهارم پژوهش یافته‌های حاصل از نمودار راهبردی موضوعات بازیابی تصاویر با استفاده از هستی شناسی حاکی از آن است که خوشه ۱ به دلیل بالا بودن میزان مرکزیت و تراکم در قسمت اول قرار گرفت. این خوشه‌ها از مرکزیت و تراکم بالایی برخوردارند. خوشه ۲ و ۴ در قسمت دوم قرار گرفته است. خوشه‌هایی که در قسمت دوم نمودار راهبردی قرار می‌گیرند، خوشه‌های محوری نیستند؛ اما توسعه یافته هستند. خوشه ۳ در قسمت چهارم قرار می‌گیرد. خوشه‌های قسمت چهارم خوشه‌های محوری بوده، اما توسعه نیافته و نابالغ اند.

بحث و نتیجه‌گیری

با کمک علم‌سنجی می‌توان تصویر کلان از وضعیت پژوهش‌های صورت گرفته و چگونگی ارتباط قلمروهای مختلف را ارائه کرد. همچنین چگونگی رشد و توسعه‌ی این قلمروها در طی زمان را نشان می‌دهد. در این پژوهش برای نمایش ساختار فکری و علمی تشکیل‌دهنده قلمرو بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی در بازه زمانی از ابتدا تا پایان سال ۲۰۲۴ که تعداد ۷۱۶ مقاله را در بر می‌گیرد؛ از روش تحلیل هم‌واژگانی برای شناسایی موضوعات اصلی و تعیین روابط آنها استفاده شده است و همچنین با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و نمودار راهبردی برای گروه‌بندی واژگان و تعیین میزان بلوغ یافتگی داده‌ها، تحلیل صورت گرفت.

بررسی کلیدواژه‌های موضوعی از پژوهش‌های مورد بررسی نشان داد که در میان کلیدواژه‌ها، کلیدواژه بازیابی تصاویر با فراوانی ۵۷۲ در جایگاه اول قرار دارد. در این میان کلیدواژه‌های هستی‌شناسی و معناشناسی به ترتیب در جایگاه دوم و سوم قرار دارند. نتایج بدست آمده در پژوهش لیو و همکاران (۲۰۲۱) نشان از آن دارد که موضوعات به سمت بینایی ماشین سوق پیدا کرده است. همچنین موضوعات شبکه‌های متخاصم مولد GANs، یادگیری تقویتی RL، و روش‌های مبدل برای ایجاد توصیف متنی تصویر برای استخراج عنوان تصویر استفاده می‌شوند. خان و همکاران (۲۰۲۴) بخش‌بندی تصویر، استخراج ویژگی و پردازش تصویر پزشکی را به عنوان موضوعات داغ معرفی کردند. قنبری و همکاران (۱۴۰۲) تصویر آینده، هوش مصنوعی و علوم را پرتکرارترین کلیدواژه‌ها معرفی کردند. جو (۲۰۲۴) کلیدواژه‌های مدیریت، گردشگری، حفاظت و سیاست را به عنوان پرتکرارترین کلیدواژه‌ها معرفی کرد.

نتایج بدست آمده از هم‌واژگانی به تشکیل شش خوشه منجر شد. خوشه اول به بررسی حوزه‌های پردازش اطلاعات چندرسانه‌ای، بازیابی هوشمند داده‌ها، و سیستم‌های دانش‌بنیان می‌پردازد و در واقع ترکیبی از فناوری‌های اطلاعاتی، پردازش زبان طبیعی (NLP)، و مدیریت محتوای دیجیتال را پوشش می‌دهد. کلیدواژه‌های این خوشه ترکیبی از هوش مصنوعی (پردازش زبان و تصویر)، مهندسی دانش (هستی‌شناسی و متاداده)، و فناوری‌های اطلاعاتی (پایگاه داده و وب) را در بر می‌گیرند. خوشه دوم بازیابی معنایی تصاویر مبتنی بر محتوا: از پردازش ویژگی‌های سطح پایین تا درک مفهومی می‌پردازد. این خوشه بر درک معنایی محتوای بصری و بازیابی تصاویر مبتنی بر محتوا متمرکز است. چالش اصلی در این حوزه، برقراری ارتباط بین ویژگی‌های سطح پایین (مانند رنگ، بافت، شکل) و مفاهیم سطح بالا (مانند اشیاء، صحنه‌ها، و معانی انسانی) است. در کل این خوشه، ترکیبی از پردازش تصویر، یادگیری ماشین، و معناشناسی است که هدف نهایی آن توسعه سیستم‌های هوشمند بازیابی تصاویر است. خوشه سوم سیستم‌های هوشمند پردازش تصاویر پزشکی: از طبقه‌بندی داده‌ها تا تشخیص مبتنی بر یادگیری عمیق است. این خوشه بر پردازش تصاویر پزشکی، هوش مصنوعی و سیستم‌های یادگیری ماشین متمرکز است و هدف آن توسعه روش‌های خودکار برای تحلیل، طبقه‌بندی و تشخیص بیماری‌ها از طریق داده‌های تصویری است. هدف غایی این خوشه توسعه سیستم‌های هوشمند تشخیص پزشکی است.

خوشه چهارم بر سیستم‌های بازیابی معنایی: از هستی‌شناسی‌های تخصصی تا موتورهای جستجوی مفهومی تمرکز دارد. این خوشه بر توسعه سیستم‌های پیشرفته بازیابی اطلاعات با ترکیب تکنیک‌های معنایی و دانش‌محور تمرکز دارد. محور اصلی این خوشه برقراری ارتباط میان جستجوهای سنتی مبتنی بر کلیدواژه و درک مفهومی عمیق‌تر از محتوا است. خوشه پنجم به مفاهیمی در خصوص سیستم‌های بازیابی و مدیریت اطلاعات: از

الگوریتم‌های پایه تا سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری انسانی می‌پردازد. این خوشه موضوعی به مفاهیم بنیادین و کاربردهای عملی در حوزه ذخیره‌سازی، بازیابی و مدیریت اطلاعات می‌پردازد. محور اصلی این تحقیقات بر توسعه سیستم‌هایی است که بتوانند اطلاعات را به صورت کارآمد ذخیره کرده و در زمان نیاز بازیابی کنند، که در آن تأکید ویژه بر تعامل انسان-سیستم و کاربردهای تصمیم‌یاری شده است. این حوزه تحقیقاتی ترکیبی از علوم کامپیوتر، علم اطلاعات و علوم شناختی است که به دنبال توسعه سیستم‌های اطلاعاتی هوشمندتر و کاربرپسندتر می‌باشد. تأکید ویژه این خوشه بر پیوند بین جنبه‌های فنی سیستم‌های اطلاعاتی و نیازهای واقعی کاربران انسانی است.

خوشه ششم به مفاهیمی در خصوص پردازش پیشرفته پرس‌وجوها و بهینه‌سازی تصاویر در سیستم‌های بازیابی معنایی می‌پردازد. این خوشه موضوعی ترکیبی از سه حوزه کلیدی در پردازش اطلاعات را پوشش می‌دهد: پردازش پرس‌وجو، بهبود تصاویر و زبان پرس‌وجوی معنایی. همچنین گرایش فعلی تحقیقات به سمت سیستم‌های بازیابی هوشمندتر است که توانایی پردازش همزمان انواع مختلف داده‌ها و پرس‌وجوها را دارند. نتایج بدست آمده در پژوهش عظیمی و جوزی (۱۴۰۲) نشان از تشکیل ۴ خوشه موضوعی؛ بازیابی معنایی اطلاعات، هستی‌شناسی غیرانسانی، طبقه‌بندی سیستم‌ها و نقش فناوری دارد. همچنین نتایج بدست آمده در پژوهش لیو و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان از تشکیل پنج خوشه موضوعی می‌دهد. دانیالی نقشینه و فدایی (۱۳۹۶) تشکیل ۹ خوشه موضوعی را در پژوهش خود بیان کرده‌اند. محمدی و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش‌شان به تشکیل ۶ خوشه موضوعی اشاره کرده‌اند. که در آن بسیاری از کلیدواژگان از قبیل بازیابی، طبقه‌بندی، ماشین لرنینگ، نمایه سازی از کلیدواژگان اساسی در این پژوهش به شمار می‌آیند. روند تاریخی ظهور موضوعات حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی نشان از آن دارد که حرکت از ساختارهای داده‌ای و الگوریتم‌های سنتی به سمت تفسیر مفهومی و معنایی تصاویر مشهود

است. در سال‌های اخیر، پیوند میان هستی‌شناسی، یادگیری ماشین و پردازش زبان طبیعی تقویت شده است. همچنین استفاده از یادگیری عمیق و سیستم‌های هوشمند نقطه عطف جدیدی در بازیابی تصویر مبتنی بر معنا ایجاد کرده است.

نتایج بدست آمده از تحلیل استنادی حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی حاکی از آن است که واژگان معنایی و هستی‌شناختی به‌رغم اهمیت مفهومی، هنوز به جایگاه استنادی گسترده نرسیده‌اند؛ دلیل آن ممکن است نوظهور بودن یا کاربرد محدود در مطالعات غیرتخصصی باشد. واژگان ترکیبی و میان‌سطحی پلی بین مفاهیم پایه و مفاهیم معنایی ایجاد کرده‌اند و به تدریج در حال گسترش‌اند. واژگان پایه‌ای و عمومی با حضور پررنگ در مطالعات میان‌رشته‌ای، بیشترین استناد را جذب کرده‌اند.

در نمودار سلسله مراتبی داده‌های موضوعی چهار خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشه اول: خوشه بازیابی تصویر مبتنی بر معناشناسی است. به نظر می‌رسد مفاهیم این خوشه بیشتر بر محور مفاهیم پیشرفته فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی، مدیریت دانش و تحلیل معنایی تمرکز دارند.

خوشه دوم: خوشه بازیابی هوشمند تصاویر با الگوریتم یادگیری است. این خوشه هم‌نمای حوزه‌ای بسیار گسترده و تخصصی است که ترکیبی از پردازش تصویر، بازیابی اطلاعات، معناشناسی، و فناوری‌های هوشمند است.

خوشه سوم: خوشه بازیابی معنایی تصاویر به کمک حاشیه نویسی است. این خوشه نیز مملو از اصطلاحات فنی و پیشرفته است که علوم داده، هوش مصنوعی، بینایی کامپیوتر، و مدیریت اطلاعات را در بر می‌گیرد.

خوشه چهارم: خوشه بازیابی هوشمند تصاویر است. این خوشه به دنیای وسیعی از تکنولوژی‌های پیشرفته، هوش مصنوعی، بازیابی اطلاعات، و هستی‌شناسی را در بر می‌گیرد.

یافته‌های حاصل از نمودار راهبردی موضوعات بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی حاکی از آن است که خوشه ۱ به دلیل بالا بودن میزان مرکزیت و تراکم در قسمت اول قرار گرفت. این خوشه‌ها از مرکزیت و تراکم بالایی برخوردارند. خوشه ۲ و ۴ در قسمت دوم قرار گرفته است. خوشه‌هایی که در قسمت دوم نمودار راهبردی قرار می‌گیرند، خوشه‌های محوری نیستند؛ اما توسعه یافته هستند. خوشه ۳ در قسمت چهارم قرار می‌گیرد. خوشه‌های قسمت چهارم خوشه‌های محوری بوده، اما توسعه نیافته و نابالغ اند. در پژوهش جو (۲۰۲۴) ظهور کلمات «خدمات اکوسیستم»، «مدل‌ها» و «انرژی» نشان داده شده است همچنین کلمات کلیدی «پایداری» و «محیط زیست» نیز به عنوان کلیدواژه‌گان نوظهور معرفی شده‌اند.

بازیابی تصویر جستجو و بازیابی تصاویر مشابه از یک پایگاه داده بزرگ بر اساس یک پرس‌وجو است. این پرس‌وجو می‌تواند یک تصویر، متن، یا حتی یک طرح ساده باشد. انواع بازیابی تصویر شامل بازیابی مبتنی بر محتوا و بازیابی مبتنی بر متن است. همچنین می‌توان برای جستجوی دقیق تر از هر دو روش استفاده می‌شود. از اولین روش‌های جستجوی تصاویر استفاده از زیرنویس‌های عکس‌های موجود برای طبقه‌بندی تصاویر به کلاس‌های از پیش تعیین شده یا ایجاد یک واژگان محدود بوده است. پس از آن استفاده از حاشیه‌نویسی مورد استفاده قرار گرفت (مزاریس^۱ و همکاران، ۲۰۰۴).

بازیابی تصاویر با استفاده از حاشیه‌نویسی (Annotation) یا توصیف‌های متنی یکی از روش‌های مهم در حوزه بازیابی تصویر مبتنی بر متن (Text-to-Image Retrieval) و یکی از راهکارهای اولیه برای بازیابی تصاویر است. در این روش، از متادیتا یا توضیحات

1. Mezaris

متنی مرتبط با تصاویر برای بهبود دقت و معناشناسی بازیابی استفاده می‌شود. با پیشرفت علم و هوش مصنوعی زمینه بازیابی تصویر نیز دستخوش تغییر شد. این پیشرفت‌ها عمدتاً تحت تأثیر پیشرفتهای یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، شبکه‌های کانولوشنی و پردازش تصویر بوده-اند. یک دیگر از راهکارهای پیشنهاد شده استفاده از هستی‌شناسی بوده است. هستی‌شناسی یکی از فناوری‌ها و لایه‌های اصلی وب معنایی و ستون فقرات آن به شمار می‌رود (کیوره^۱، ۲۰۰۳). هستی‌شناسی‌ها ابزار جدید برای بازنمون دانش هستند که در حوزه بازیابی اطلاعات، یک قالب قابل فهم توسط ماشین از توصیف و محتوا را مهیا ساخته‌اند؛ همانند آنچه فرآیند بازیابی اطلاعات با معنی کردن محتوا می‌تواند فراهم کند (صنعت جو، ۱۳۹۱).

پیشنهادهای برای کارهای آتی

- توسعه هستی‌شناسی‌های تخصصی برای حوزه‌های خاص و بازیابی بهتر تصاویر آن حوزه
- ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با هستی‌شناسی برای بازیابی بهتر و خودکار سازی فرآیندها
- بررسی تأثیر فناوریهای جدید مانند متاورس و واقعیت مجازی در بهبود بازیابی تصاویر
- بهبود سیستم‌های چند زبانه برای بازیابی تصاویر مورد نیاز کاربران با استفاده از هستی‌شناسی‌های چند زبانه

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم

ORCID

Razieh Farshid

 <https://orcid.org/0000-0001-6399-8267>

Saeid Asadi

 <http://orcid.org/0000-0001-6399-8267>

Azadeh Fakhrzaheh

 <http://orcid.org/0000-0002-2211-2172>

Davood Haseli

 <https://orcid.org/0000-0002-1406-211X>

منابع

جعفری باقی آبادی، سمیه و فرشید، راضیه. (۱۴۰۰). مطالعه پژوهش های مرتبط با واکسن کووید ۱۹ در ایران و جهان: تحلیل موضوعی و همکاری های علمی. مجله میکروب شناسی پزشکی ایران، ۱۵ (۴)، ۴۱۴-۴۵۷.

دانیالی، سمیرا، نقشینه، نادر و قلدایی، غلامرضا. (۱۳۹۶). ترسیم نقشه هم‌رخدادی واژگان حوزه بازیابی تصویر بر اساس مقالات نمایه شده در پایگاه وب آو ساینس، مجله علم سنجی کاسپین، ۴ (۲): ۵۳-۶۱.

دانیالی، سمیرا و نقشینه، نادر. (۱۳۹۷). مطالعه روند پژوهش و ترسیم نقشه دانش قلمروهای پژوهشی فعال حوزه بازیابی تصویر بر اساس مقالات نمایه شده در وب آو ساینس از سال ۲۰۰۱-۲۰۱۲. پژوهش نامه علم سنجی، ۴ (۱)، ۱۱۹-۱۴۲.

شریف، عاطفه. (۱۳۸۷). کاربرد هستی‌شناسی‌ها در نظام مدیریت دانش، کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۳ (۴۳)، ۹۷-۱۱۶.

صنعت‌جو، اعظم. (۱۳۹۱). عملکرد هستی‌شناسی‌ها در نظام‌های بازیابی اطلاعات، کتاب ماه کلیات، ۱۶ (۲)، ۴۳-۴۷.

عظیمی، محمدحسن و جوزی، زینب. (۱۴۰۲). بررسی علم سنجی و تحلیل خوشه های موضوعی پژوهش های حوزه هستی شناسی در بازیابی اطلاعات. مجله علم سنجی کاسپین. ۱۰ (۲): ۵۴-۶۶.

فرشید، راضیه، سهیلی، فرامرز، غلامی، حامد و گرابی، احسان. (۱۳۹۹). واکاوی قلمروهای مطالعاتی سرطان معده با استفاده از روش خوشه بندی سلسله مراتبی. مدیریت اطلاعات سلامت. ۱۷(۳)، ۱۳۳-۱۳۹.

فرهادی، مرضیه و جم زاده، منصور. (۱۳۹۶). بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا با استفاده از معیار تشابه ناحیه بندی. علوم یارانشی، ۳-۱۲.

قنبری، میلاد، وقوفی، امید و حاجیانی، ابراهیم. (۱۴۰۲). تحلیل علم سنجی پژوهش های با موضوع تصاویر آینده در معتبرترین نشریات علمی جهان. فصلنامه علمی مطالعات راهبردی فرهنگ، ۳(۴)، 89-108.

هماوندی، هدی، فهیم نیا، فاطمه، ناخدا، مریم و حسینی بهشتی، ملوک السادات (۱۳۹۹). مطالعه روش های ایجاد هستی شناسی: شناسایی مولفه ها و ویژگی ها بر مبنای تحلیل پژوهش. تحقیقات کتابداری و اطلاع رسانی دانشگاهی، ۱(۵۴)، ۳۹-۱۳.

References

Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2023). The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. In *Linking the World's Information: Essays on Tim Berners-Lee's Invention of the World Wide Web* (pp. 91-103).

Bitters, B. (2005). A Geographical ontology of objects in the visible domain. A dissertation for a degree of doctor of philosophy. *The Florida State University college of social science*.

Cure, O. (2003). Mapping Databases to ontologies to design and maintain data in a semantic web environment. Retrieved Des ,25, 2006, From <http://www.iiisci.org/journal/cvs/sci/pdfs/p704935.pdf>

Khan, U., Khan, H. U., Iqbal, S., and Munir, H. (2024). Four decades of image processing: a bibliometric analysis. *Library Hi Tech*, 42(1), 180-202.

Li, J., Goerlandt, F., & Reniers, G. (2021). An overview of scientometric mapping for the safety science community: Methods, tools, and framework. *Safety Science*, 134, 105093.

Liu Y, Zhang D, Lu G, Ma WY (2007). A Survey of Content-Based Image Retrieval with High-Level Semantics. *Pattern Recognition*; 40(1): 262-82.

Liu, W., Wu, H., Hu, K., Luo, Q., and Cheng, X. (2021). A scientometric visualization analysis of image captioning research from 2010 to 2020. *IEEE Access*, 9, 156799-156817.

Ju, F. (2024). Mapping the Knowledge Structure of Image Recognition in Cultural Heritage: A Scientometric Analysis Using CiteSpace, VOSviewer, and Bibliometrix. *Journal of Imaging*, 10(11), 272.

Manzoor, U., Balubaid, M. A., Zafar, B., Umar, H., and Khan, M. S. (2015). Semantic image retrieval: An ontology based approach. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, 4(4), 1-8.

Mezaris, V., Kompatsiaris, I., and Strintzis, M. G. (2004). Region-based image retrieval using an object ontology and relevance feedback. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2004(6), 1-16.

Smith, J. R. (2001). Quantitative assessment of image retrieval effectiveness. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52(11), 969-979.

Yu, D., Xu, Z., Kao, Y., & Lin, C. T. (2017). The structure and citation landscape of IEEE Transactions on Fuzzy Systems (1994–2015). *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 26(2), 430-442.

Azimi, Mohammad Hassan and Jozi, Zeinab. (2023). Scientometrics and subject cluster analysis of ontology research in information retrieval. *Caspian Journal of Scientometrics*. 10(2): 54-66. [In Persian]

Alipour, O., Soheili, F., Ziaei, S. and Khasseh, A. A. (2021). co-authorship Network analysis of knowledge organization articles in Iran. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, (), -. doi: 10.22054/jks.2021.60647.1435. [In Persian]

Daniali, S., Naqshineh, N., & Fadaei, G., (2017). Drawing a co-occurrence map of image retrieval terms based on articles indexed in the Web of Science database, *Caspian Journal of Essays*, 4(2):53-61 [In Persian].

Daniali, S., & Naqshineh, N., (2018). Studying the research trend and drawing a knowledge map of active research domains in the image retrieval field based on articles indexed in the Web of Science from 2001-2012. *Scientometrics Journal*, 4(1), 119-142 [In Persian].

Esmaceli, S. and Azimi, M. H. (2023). Drawing the Intellectual Structure of Knowledge in the Field of RDF. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, (), -. doi: 10.22054/jks.2022.69907.1532. [In Persian]

Farhadi, M., Jamzadeh, M. (2017). Content-based image retrieval using segmentation similarity criterion. *Yaranshi Sciences*, 3-12. [In Persian]

Farshid, R., Soheili, F., Gholami, H., & Geraee, E., (2020). Analyzing the study areas of gastric cancer using hierarchical clustering method. *Health Information Management*. 17(3), 133-139 [In Persian].

Ghanbari, M. , Voghofi, O. and Hajiani, E. (2024). Scientometric analysis of research on future images in the world's most prestigious scientific publications. *Strategic Studies of Culture*, 3(4), 89-108. doi: 10.22083/scsj.2024.429841.1133. [In Persian]

Ghasemian, A., Nojavan, F., Asnafi, A. and Zohorifar, F. (2025). Analysis of Research Outputs in the Field of Psychology and Their Presence in Scientific Social Media. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, 12(42), 61-90. doi: 10.22054/jks.2022.67962.1504. [In Persian]

Haghani, M. (2023). What makes an informative and publication-worthy scientometric analysis of literature: a guide for authors, reviewers and editors. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 22, 100956. [In Persian]

Homavandi, H., Fahimnia, F., Nakhoda, M., and Hosseini Beheshti, M. (2020). A study on ontology building methods: understanding of the features and requirements. *The journal of Academic Librarianship and Information Research* , 54(1), 13-39. [In Persian]

Jafari Baghiabadi, S., Farshid, R. (2021). Studying of Research Related to COVID-19 Vaccine in Iran and the World: A Thematic Analysis and Scientific Collaborations. *Iran J Med Microbiol* , 15 (4) ,414-457. [In Persian]

Khasseh, A. A., Mokhtari, H. and Asheghi Moaf, M. (2022). Information Retrieval in Iran: a Scientometric Study and Scientific Visualization. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, 9(33), 1-36. doi: 10.22054/jks.2022.64246.1476. [In Persian]

Moosavi, S. S., Farshid, R., Jafari Baghi Abadi, S.(2021). The Role of Medical and Health Archives in Scientific Research from a Scientometrics Perspective. *Iran J Med Microbiol*, 15 (5) :508-536. [In Persian]

Sanatjoo, A. (2012). The performance of ontologies in information retrieval systems. *Book of Generalities*, 16(2): 43-47. [In Persian]

Sharif, A. (2008). Application of ontologies in knowledge management system. *Library and Information Sciences*, 11(3), 97-116. [In Persian]

Taheri, S. M. and Shokrzadeh, N. (2025). Mapping the Scientific Outputs of Allameh Tabataba'i University from 1974 to 2024. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, 12(42), 23-60. doi: 10.22054/jks.2024.81904.1671. [In Persian].