Knowledge Retrieval and Semantic systems
https://jks.atu.ac.ir/

ATU PRESS

12(45), 2025, 113-145 eISSN: 2783-1795 ISSN: 2980-8243
Received May 17, 2025 Received in revised form July 07, 2025 Accepted August 10, 2025 Published Online December 26, 2025 **Article Type:** Research Article

Research Trends in Ontology-Driven Image Retrieval

Razieh Farshid Department of Knowledge and Information Science, Kharazmi University, Tehran, Iran. E-mail: razieh.farshid@khu.ac.ir

Saeid Asadi * *Corresponding Author*, Department of Knowledge and Information Science, Shahed University, Tehran, Iran. E-mail: s.asadi@shahed.ac.ir

Azadeh Fakhrzadeh Department of Information Systems Research, Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc), Tehran, Iran. E-mail: fakhrzadeh@irandoc.ac.ir

Davoud Haseli Department of Knowledge and Information Science, Kharazmi University, Tehran, Iran. E-mail: dhaseli@khu.ac.ir

ABSTRACT

Given the increase in digital images and easy access to digital cameras, image processing and retrieval have 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, and SPSS software were 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 intelligence, and information retrieval. A hierarchical diagram of four thematic clusters was formed: semantic-based image retrieval, intelligent image retrieval with a learning algorithm, semantic image retrieval with annotation, and 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

Cite this Article: Farshid, R., Asadi, S., Fakhrzadeh, A., & Haseli, D. (2025). Research Trends in Ontology-Driven Image Retrieval. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, *12*(45), 113-145. https://doi.org/10.22054/jks.2025.85862.1718

© 2016 by Allameh Tabataba'i University Press
Publisher: Allameh Tabataba'i University Press

1. Introduction

Regarding the increase in digital images and easy access to digital cameras, image processing and retrieval have become an important research field. Image retrieval is one of the important subfields of information retrieval that usually uses different techniques and models than text retrieval. The main expectation of users of information retrieval systems is to find relevant resources among thousands of resources available in these systems. Creating a scientific map of articles in the field of image retrieval using ontology can provide awareness of the status of published research; it can also help to show thematic relationships, identify influential topics, mature, emerging, and undeveloped topics, thematic gaps, and create appropriate scientific policies in this field.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

2. Literature Review

A small number of studies have been conducted in the field of image retrieval using ontology, none of which have examined the hierarchical diagram. In the field of scientometric research, such as Daniali, Naghshineh, and Fadaei (2017); Daniali and Naghshineh (2018); Azimi and Jozi (2014); Ghanbari et al. (2014); Liu et al. (2021); Jo (2024); Khan et al. (2024). Scientometric studies often focus on assessing publication patterns, citation networks, co-authorship, and research productivity. These studies help researchers understand the structure and evolution of the scientific literature in a given field.

3. Methodology

In terms of type, the present study is in the category of applied research in which scientometric techniques and social network analysis have been used. The research community consists of those studies in the field of information retrieval with ontology that have been indexed in the Scopus database from the beginning to the end of 2024.

Based on the formula in the search, 716 indexed articles were found in Scopus in the desired field. To be more precise, the statistical population of this study consists of all 716 published articles in the field of image retrieval using ontology.

After retrieving relevant records and integrating data, based on the research objectives and questions, data analysis was carried out using

BibExcel, Gephi, Excel, and SPSS, and the maps were created by VOSviewer software. In order to draw thematic maps and analyze them correctly, keywords were controlled and standardized by creating a Thesaurus in the software. In such a way that identical and similar keywords and plural and singular forms were merged and non-specialized and searched keywords were removed. In order to classify words in published documents based on semantic similarity using algorithms such as Euclidean distance and..., hierarchical clustering is usually used. Hierarchical clustering was performed using SPSS software. In order to implement and achieve the analysis, requirements such as a co-occurrence matrix must first be prepared, and then the co-occurrence matrix must be converted into a correlation matrix. The statistical population of the present study was the entire population. In order to perform a more accurate synonym analysis and final synonym analysis, the matrix was called through SPSS software, and the regular matrix was converted into a correlation matrix by SPSS software. The correlation matrix that was based on the obtained cognates frequency matrix, clusters and hierarchical were drawn using hierarchical clustering using the Ward method and squared Euclidean distance. Among the 716 retrieved articles, keywords with a frequency of 11 and more were selected for the research to prepare the matrix, and finally a square matrix of 142 by 142 was formed for the research.

The diagonal cells of the matrices were considered zero and then these ordinary matrices were converted into a correlation matrix. Finally, the clustering of concepts was drawn based on statistical software (SPSS version 26). Finally, to draw a scatter diagram and identify the development and maturity status of the topics, the frequency matrix of each cluster was drawn separately, then their correlation matrix was drawn, and with the help of the strategic diagram, using the density and centrality of each cluster, their coherence and maturity were calculated. In the next step, a strategic diagram of thematic clusters was drawn; the strategic diagram describes the internal relationship and correlation between the different thematic clusters. Excel, Gephi, Babel Excel, and SPSS software were used to analyze the data, and Word Viewer, Excel, and SPSS software were used to draw the diagram.

Homepage://jks.atu.ac.ir/

4. Results

The results showed that among the keywords, the keyword image retrieval is in the first place with a frequency of 572. Among them, the keywords ontology and semantics are in the second and third places, respectively. Also, the analysis of the findings related to the synonym of image retrieval using ontology took the form of six thematic areas. Infrastructures and fundamental technologies of image retrieval, techniques of concepts and image analysis, intelligent machines and applications in image retrieval, web concepts and search based on ontology, managerial and human aspects in information retrieval, quality improvement and query processing in image retrieval.

The results obtained from the hierarchical diagram formed four topic clusters. Also, the findings from the strategic map of image retrieval topics using ontology indicate that cluster 1 was placed in the first part due to its high centrality and density. These clusters are higher in centrality and density. Clusters 2 and 4 are placed in the second part. The clusters that are located in the second part of the strategic picture are regional clusters. But they are developed. Cluster 3 is located in the fourth part. The clusters in the fourth part are the main ones, but are undeveloped and immature.

5. Discussion

With the help of scientometrics, a macro picture of the state of research and how different domains are related, can be presented. Co-occurrence analysis led to the formation of six clusters. Fundamental infrastructures and 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 of 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 intelligence, and information retrieval. A hierarchical diagram of four thematic clusters was formed: semantic-based image retrieval,

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

intelligent image retrieval with learning algorithms, semantic image retrieval with annotations, and intelligent image retrieval.

6. Conclusion

Studies in the field of image retrieval using ontology as a useful tool for effective retrieval can play an effective role. Most studies are in the field of ontology and ontology construction, but no specific research has specifically addressed this area. In this study, the emphasis is on image retrieval, but the high importance of this area, the recognition of the components of this area, and the impact of ontology on semantic retrieval require researchers to focus on these issues, and the results of this study indicate that very little attention has been paid to this area, especially in Iran. Scientific maps are a suitable method for displaying the increasing growth of scientific activities and organizing the intellectual and scientific structure that constitutes a thematic domain. Researchers, science policymakers, and other interested parties can advance their own goals and advance with greater awareness in this field by being aware of this structure.

Homepage://jks.atu.ac.ir/

بازیابی دانش و نظام‌های معنایی
https://jks.atu.ac.ir/

تحلیل روندهای تحقیقاتی در بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی

راضیه فرشید گروه آموزشی علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: razieh.farshid@khu.ac.ir

سعید اسدی ✱ *نویسنده مسئول*، گروه آموزشی علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران. رایانامه: s.asadi@shahed.ac.ir

آزاده فخرزاده گروه پژوهشی سیستم‌های اطلاعاتی موسسه ایرانداک.، تهران، ایران. رایانامه: fakhrzadeh@irandoc.ac.ir

داود حاصلی گروه آموزشی علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: dhaseli@khu.ac.ir

دوره ۱۲، شماره ۴۵، ۱۴۰۴، ۱۱۳–۱۴۵
ISSN: 2980-8243
eISSN: 2783-1795
نوع مقاله: مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۵؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۹؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۵

چکیده

با توجه به افزایش تصاویر دیجیتالی و دسترسی آسان به دوربین‌های دیجیتال، پردازش و بازیابی تصویر به یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی تبدیل شده است. ازاین‌رو 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 است. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار اکسل، گفی، بیب اکسل، اس پی اس اس و برای ترسیم نمودار از نرم‌افزار ووس ویور، 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، بینایی کامپیوتر، یادگیری عمیق، سیستم‌های پایگاه داده، کتابخانه‌های دیجیتال، اینترنت، ورد نت، هوش مصنوعی، بازیابی اطلاعات. نمودار سلسله مراتبی چهار خوشه موضوعی بازیابی تصویر مبتنی بر معناشناسی، بازیابی هوشمند تصاویر با الگوریتم یادگیری، بازیابی معنایی تصاویر به کمک حاشیه‌نویسی، بازیابی هوشمند تصاویر تشکیل شد. نقشه‌های علمی روش مناسبی برای نمایش رشد روزافزون فعالیت‌های علمی و سازماندهی ساختار فکری و علمی تشکیل‌دهنده‌ی یک قلمروی موضوعی است.

کلیدواژه‌ها: بازیابی اطلاعات مبتنی بر هستی‌شناسی، بازیابی تصاویر، هستی‌شناسی، خوشه‌بندی سلسله مراتبی

استناد به این مقاله: فرشید، راضیه، اسدی، سعید، فخرزاده، آزاده، و حاصلی، داود. (۱۴۰۴). تحلیل روندهای تحقیقاتی در بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی. *بازیابی دانش و نظام‌های معنایی*، ۱۲ (۴۵)، ۱۱۳–۱۴۵.
https://doi.org/10.22054/jks.2025.85862.1718

© ۲۰۱۶ دانشگاه علامه طباطبائی
ناشر: دانشگاه علامه طباطبائی

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

مقدمه

با توجه 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. در دهه گذشته روش‌های کارآمد زیادی برای تجزیه‌وتحلیل تصویر و بازیابی پیشنهاد شده است. کاربران برای به دست آوردن تصاویر موردنیاز باید از ابزارهای جستجوی کارآمد و قابل‌اعتمادی استفاده کنند تا بتوانند در میان حجم عظیم مجموعه‌های تصاویر آنچه را که می‌خواهند، بازیابی کنند (Smith, 2001). در بازیابی تصاویر[1]، تصویر با مجموعه‌ای از کلمات کلیدی یا متن فراداده توصیف می‌شود و معمولاً این اطلاعات توسط کاربر ارائه می‌شود. بازیابی تصاویر مبتنی بر متن[2] 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 املایی، خطا در توصیف تصویر توسط کاربر (مانند اشتباه تایپی) می‌تواند منجر به عدم بازیابی تصویر موردنظر 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 (Manzoor et al., 2015). ایراد اصلی این سیستم‌ها شکاف معنایی[3] است؛ یعنی ممکن است تصاویر با ویژگی‌های بصری مشابه، ازنظر معنایی با نیاز کاربر تفاوت داشته باشند (Rahman et al., 2007؛ Hui et al., 2013) 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. (Liu et al., 2007). هستی‌شناسی، یک رویکرد دانش مبنا از اطلاعات دربارهٔ 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

1. Image Retrieval
2. Text-Based Image Retrieval
3. Semantic Gap

هستی‌شناسی یک رویکرد قراردادی دانش مبنا است که واژگان با مفاهیم ابهام‌زدایی شده، تعاریف آن‌ها، عملگرهای مجاز، روابط و همیاری‌ها با دیگر مفاهیم در هر حوزه را توصیف می‌کند (Bitters, 2005). هستی‌شناسی‌ها ابزار جدید برای بازنمون دانش هستند که در حوزه بازیابی اطلاعات، یک قالب قابل‌فهم توسط ماشین از توصیف و محتوا را مهیا ساخته‌اند؛ همانند آنچه فرآیند بازیابی اطلاعات با معنی کردن محتوا می‌تواند فراهم کند (صنعت‌جو، ۱۳۹۱). هستی‌شناسی‌ها نه‌تنها تسهیل‌کنندهٔ اشتراک و استفادهٔ مجدد دانش توسط عاملان هوشمند و رایانه‌ها هستند، بلکه میان افراد نیز چنین نقشی را ایفا می‌کنند (اسریدهاران، ترتیاکو و کینشوک، ۲۰۰۴ نقل در شریف، ۱۳۸۷). دلیل استفاده از هستی‌شناسی‌ها درک مشترک و تسهیم شده از دامنه‌های مختلف که می‌تواند بین کاربران و رایانه‌ها ارتباط برقرار کند است (هماوندی و همکاران، ۱۳۹۹). امروزه با استفاده از تحلیل موجودیت‌های کتابشناختی و روابط مستتر در پایگاه‌های اطلاعاتی می‌توان ساختار علم در یک حوزهٔ معین را تبیین نمود و به ساختار فکری دانش در این پژوهش‌ها پی برد. تحلیل هم واژگانی که روشی مهم برای مصورسازی روابط میان مفاهیم، ایده‌ها و مسائل علمی است، می‌تواند به کشف شبکه مفاهیم حوزه‌های علمی گوناگون کمک کند (عظیمی و اسماعیلی، ۱۴۰۴). تجزیه‌وتحلیل شبکه‌های هم‌نویسی، می‌توان خصوصیات اجتماعی ساختار دانش را در سطوح مختلف مثل افراد، سازمان‌ها، بخش‌ها و کشورها آشکار ساخت (علیپور و همکاران، ۱۴۰۴).

پژوهشگران، سیاست‌گذاران علم و همچنین سایر علاقه‌مندان با آگاهی از این ساختار می‌توانند اهداف خاص خود را پیش برده 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. ازاین‌رو این پژوهش بر آن است تا با بررسی مقالات منتشرشده 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 (Yu et al., 2017). هدف کلی تحقیقات علم‌سنجی، کسب بینش در

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

توسعه یک تحقیق علمی در مورد یک موضوع خاص، یک حوزه تحقیق گسترده‌تر یا حتی کل بدنه علمی دانش است. نقشه‌برداری علم‌سنجی، به‌عنوان زیر دامنه 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 (Li, et al., 2021).

یک بررسی علم‌سنجی را می‌توان به‌عنوان 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 به‌ویژه برای شناسایی موضوعات نوظهور، موضوعات دوباره نوظهور، موضوعات روبه‌زوال، موضوعات منسوخ و موجودیت‌های تأثیرگذار در یک حوزه تحقیقاتی خاص مفید هستند (Haghani, 2023).

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 عبارت‌اند از:

- توزیع فراوانی کلیدواژه‌های حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی چگونه است؟
- زمینه‌های موضوعی مطرح و توصیفگرهای پرکاربرد در حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی بر اساس میزان هم‌رخدادی واژگان چگونه است؟
- خوشه‌بندی موضوعات حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی بر اساس تحلیل خوشه‌ای چگونه است؟
- ترسیم ساختار بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی با استفاده از نمودار راهبردی چگونه است؟

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

پیشینه پژوهش

تحلیل روند علمی یکی از ابزارهای علمی برای ارائه گزارش در پژوهش‌های علم‌سنجی است 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 علم‌سنجی 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 به‌تفصیل به چند پژوهش می‌پردازیم.

دانیالی و همکاران (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. ازاین‌روی تعداد ۲۵۳۷ مقاله بازیابی شد. بالاترین مرکزیت مربوط به اصطلاح «بازیابی تصویر» است 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 به‌دست‌آمده 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. مجلهٔ «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

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

پژوهشی در نوشتن مقالات علوم کامپیوتر حوزۀ 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 به‌دست‌آمده از تجزیه‌وتحلیل 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 بیشتری 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 science و youth نسبتاً بیشتر ترند موضوعی بوده‌اند.

لیو[1] 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 به‌ویژه از زمان معرفی شبکه‌های عصبی به سمت بینایی ماشین سوق پیدا کرده است. همچنین موضوعات شبکه‌های

1. Liu et al.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

متخاصم مولد GANs[1]، یادگیری تقویتی RL[2] و مبدل‌ها[3] برای استخراج عنوان تصویر استفاده می‌شوند.

جو[4] (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، به‌ویژه یادگیری عمیق، به‌طور قابل‌توجهی مستندسازی دیجیتال، شناسایی آثار باستانی و مدیریت کلی میراث فرهنگی را بهبود بخشیده است.

خان و همکاران[5] (۲۰۲۴) در یک پژوهش کتاب‌سنجی به بررسی مقالات مربوط به پردازش تصویر در پایگاه وب آو ساینس پرداختند. چندین پارامتر ازجمله تولید علمی سالانه، استناد به هر مقاله، اسناد پر استناد، ۲۰ مقاله برتر، مرتبط‌ترین نویسندگان، ارزیابی نویسندگان با استفاده از شاخص y ، منابع برتر و مرتبط (مجلات) و موضوعات داغ مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. داده‌های به‌دست‌آمده حاکی از آن است که مجله IEEE Access با میانگین ۱۱۵ مقاله در سال مرتبط‌ترین منبع است. ایالات‌متحده پربارترین کشوراست و نشریات آن بسیار مورد استناد قرار می‌گیرند درحالی‌که چین در رتبه دوم قرار دارد. بخش‌بندی تصویر، استخراج ویژگی و پردازش تصویر پزشکی موضوعات داغ در سال‌های اخیر هستند. بنیاد ملی علوم طبیعی چین ۸ درصد از کل بودجه را برای پردازش تصویر فراهم می‌کند.

روش

پژوهش حاضر ازنظر نوع، در زمره پژوهش‌های کاربردی است که در آن از فنون علم‌سنجی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی استفاده شده است. جامعه پژوهش را آن دسته از پژوهش‌های حوزه بازیابی اطلاعات با هستی‌شناسی تشکیل می‌دهد که در بازه زمانی از ابتدا تا پایان سال ۲۰۲۴ در پایگاه «اسکوپوس» نمایه شده‌اند. برای بازیابی این مدارک از فرمول زیر در پایگاه اسکوپوس استفاده شد:

1. Generative adversarial networks
2. Reinforcement learning
3. Transformer
4. Jo
5. Khan et al.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

((“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 موردنظر پیدا شد. به بیان دقیق‌تر، جامعه آماری این پژوهش را کلیه مقاله‌های منتشرشده در حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی تشکیل می‌دهد که تعداد آن‌ها ۷۱۶ مقاله است. 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 مورداستفاده در پژوهش‌ها) و خوشه‌بندی سلسله مراتبی (برای طبقه‌بندی و دسته‌بندی واژگان در مقالات منتشرشده بر اساس 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 تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای، Bibexecl، Gephi، Excel و برای ترسیم نقشه‌ها از نرم‌افزار SPSS و VOSviewer استفاده شده است. به‌منظور ترسیم نقشه‌های موضوعی و تحلیل صحیح آن‌ها، اقدام به کنترل و یکدست‌سازی کلیدواژه‌ها از طریق ساخت Thesaurus در نرم‌افزار گردید. به‌گونه‌ای که کلیدواژه‌های مشابه، یکسان، متشابه و حالت‌های جمع و مفرد ادغام و کلیدواژه‌های غیرتخصصی و جستجوشده حذف شدند.

به‌منظور انجام طبقه‌بندی واژگان در اسناد منتشرشده بر اساس 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.اس خوشه‌بندی سلسله مراتبی انجام شد. در روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی، مانند یک درخت، هر شاخه کوچک‌تر جزئی از یک شاخه بزرگ‌تر است و نهایتاً، همه

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

این‌ها به‌صورت سلسله مراتبی به تنه آن درخت وصل می‌شوند. به‌طور خلاصه بر اساس روش وارد باید مراحل زیر طی گردد:

۱. هر شیء به‌عنوان یک خوشه در نظر گرفته شود.

۲. به ازای تمام جفت خوشه‌های ممکن، آن دو خوشه‌ای انتخاب شوند که ESS کمتری دارند.

۳. دو خوشه‌ای که انتخاب شده‌اند با هم ترکیب شوند.

۴. تا زمانی که همه اشیاء در یک خوشه قرار نگرفته‌اند، یا تعداد خوشه‌ها به تعداد موردنظر نرسیده است، مراحل ۲ و ۳ تکرار می‌شوند (جعفری و فرشید، ۱۴۰۰).

جهت اجرایی کردن و به نتیجه رساندن تحلیل بایستی ابتدا ملزوماتی ازجمله ماتریس هم‌رخدادی تهیه شود و سپس ماتریس هم‌رخدادی به ماتریس همبستگی تبدیل شود. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه به‌منظور انجام تحلیل هم‌واژگانی و تحلیل نهایی هم‌واژگانی دقیق‌تر ماتریس را از طریق نرم‌افزار SPSS فراخوانی کرده و ماتریس معمولی به‌وسیله نرم‌افزار SPSS به ماتریس همبستگی تبدیل شد. ماتریس همبستگی که بر اساس ماتریس فراوانی هم‌واژگانی به دست آمده بود، سپس با استفاده از خوشه‌بندی سلسله مراتبی به روش ward و مربع فاصله اقلیدوسی، خوشه‌ها و نمودار دندروگرام ترسیم شد.

در میان ۷۱۶ مقاله بازیابی شده، برای تهیه ماتریس، کلیدواژه‌های دارای فراوانی ۱۱ و بیشتر برای پژوهش‌ها انتخاب گردید و درنهایت ماتریس مربعی ۱۴۲ در ۱۴۲ برای پژوهش‌ها تشکیل گردید. سلول‌های مورب ماتریس‌ها صفر در نظر گرفته شد و سپس این ماتریس‌های معمولی به ماتریس همبستگی تبدیل شدند. نهایتاً خوشه‌بندی مفاهیم بر اساس نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه 26) ترسیم شده است درنهایت برای ترسیم نمودار راهبردی و تشخیص وضعیت توسعه و بلوغ‌یافتگی موضوعات به‌صورت جداگانه ماتریس فراوانی هر یک از خوشه‌ها ترسیم، سپس ماتریس همبستگی آن‌ها رسم شد تا به کمک نمودار راهبردی با استفاده از تراکم و مرکزیت هر یک از خوشه‌ها انسجام و بلوغ آن‌ها محاسبه گردید. در مرحله بعد نمودار راهبردی خوشه‌های موضوعی رسم شد؛ نمودار راهبردی، توصیف ارتباط درونی و همبستگی بین خوشه‌های موضوعی متفاوت است. در این نمودار اغلب از محور افقی جهت ارائه مرکزیت (میزان همبستگی خوشه‌ها) و از محور عمودی جهت ارائه تراکم (میزان توان ارتباط درونی هر خوشه) استفاده می‌شود (فرشید و همکاران، ۱۳۹۹).

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

یافته‌ها

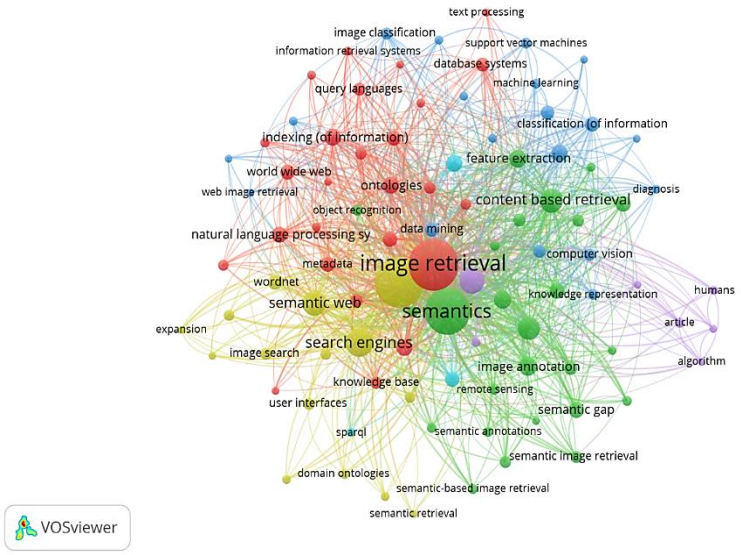
با توجه به هدف پژوهش پرتکرارترین کلیدواژه‌های موضوعی از پژوهش‌های موردبررسی انجام شد و نتایج به‌دست‌آمده گویای آن بود که در میان کلیدواژه‌ها، کلیدواژه بازیابی تصاویر با فراوانی ۵۷۲ در جایگاه اول قرار دارد. در این میان کلیدواژه‌های هستی‌شناسی و معناشناسی به ترتیب در جایگاه دوم و سوم قرار دارند.

جدول ۱. پرتکرارترین کلیدواژه‌های بازیابی تصاویر با کمک هستی‌شناسی

کلیدواژه	فراوانی
IMAGE RETRIEVAL	۵۷۲
ONTOLOGY	۵۶۲
SEMANTICS	۳۹۸
SEARCH ENGINES	۱۵۰
INFORMATION RETRIEVAL	۱۴۱

برای تحلیل شبکه‌ای روابط بین کلمات و حضور هم‌زمان کلمات با یکدیگر و بررسی روابط بین کلمات در متون منتشرشده می‌توان از تحلیل‌های مرتبط به هم‌واژگانی کلمات از نرم‌افزار ووس ویور استفاده کرد. در پاسخ به سؤال دوم پژوهش تجزیه‌وتحلیل 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 عبارت‌اند 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 semantics، content based retrieval، image analysis، image annotation 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 medical imaging، classification، data mining، learning systems. 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 ٤: وب معنایی و جستجوی مبتنی بر هستی‌شناسی. این خوشه دارای ۱۵ کلیدواژه با محوریت واژه‌های ontology، search engines و semantic web است. این خوشه متمرکز

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

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 عبارت‌اند از information retrieval و information management، humans 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 انسانی‌محور یا ارزیابی‌های کاربرمحور در این خوشه برجسته‌اند. الگوریتم‌ها نیز در نقش ابزارهای پیاده‌سازی تصمیم‌سازی هوشمند ظاهر شده‌اند.

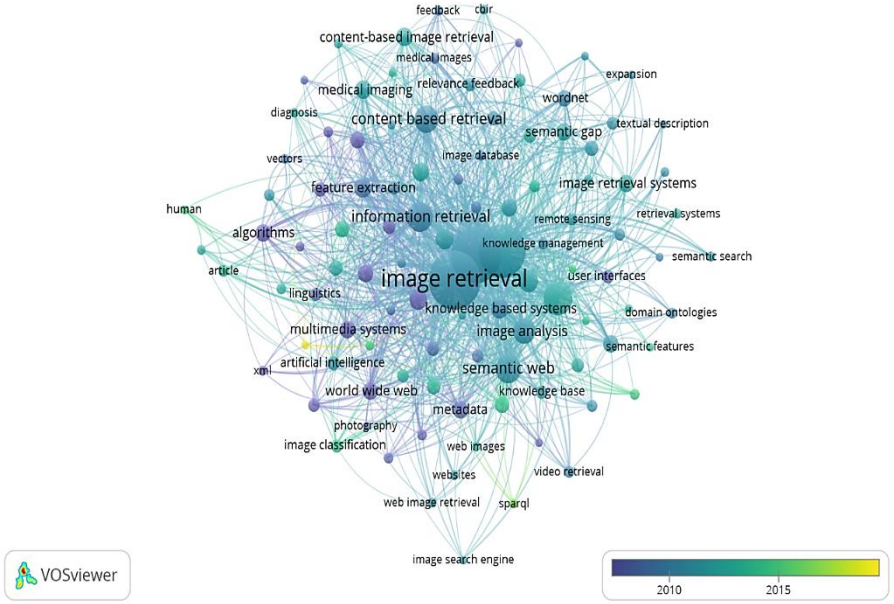
خوشه‌ی ٦: بهبود کیفیت و پردازش پرس‌وجو در بازیابی تصویر. این خوشه از ۳ کلیدواژه query processing، image enhancement و sparql تشکیل شده است. این خوشه به مباحث تخصصی‌تری نظیر پردازش پرس‌وجو و بهبود کیفیت تصویر در بازیابی می‌پردازد. وجود واژه‌هایی مانند SPARQL نشان‌دهنده تمرکز بر زبان‌های پرس‌وجوی معنایی است که در کنار «پردازش پرس‌وجو» و «افزایش کیفیت تصویر» به بهینه‌سازی تجربه کاربر در دسترسی به تصاویر اشاره دارد. این خوشه را می‌توان به‌عنوان 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 نرم‌افزار ووس ویور موردبررسی و تحلیل قرار گرفتند؛ با این تفاوت که در این نقشه روند تاریخی موضوعات موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. این بدین معنی است که میانگین سال انتشار موضوعات در این نقشه مهم است و رنگ آن‌ها نیز نشان‌دهنده 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

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

که اخیراً بدان پرداخته شده است را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده در نقشه بیشتر موضوعات این حوزه بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ شکل گرفته‌اند و با توجه به پیشرفت دانش و هوش مصنوعی که همه حوزه‌ها را تحت تأثیر خود قرار داده است این حوزه نیز دستخوش تغییراتی شده است.

شکل ۲. نمودار روند تاریخی موضوعات حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی



روند تاریخی ظهور موضوعات حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی به چند مرحله تقسیم می‌شود که با تفصیل در ذیل بدان می‌پردازیم.

۱. مرحله آغازین: زیرساخت‌های کلاسیک و مفاهیم پایه (دهه ۱۹۹۰ تا اوایل ۲۰۰۰) در این دوره، تمرکز بر مفاهیم بنیادی و بسترهای فنی اولیه برای بازیابی اطلاعات بوده است: واژگانی مانند mathematical models database systems, digital libraries, internet, indexing, query languages, information theory, information retrieval systems. این واژگان نشان‌دهنده ایجاد زیرساخت‌ها برای سیستم‌های اطلاعاتی و توسعه اولیه مفاهیم بازیابی هستند. همچنین ظهور XML و وب جهانی xml, world wide web بستر توسعه بازیابی تصویری را در فضای وب فراهم کرد.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

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 و vectors نشان‌دهنده رشد ابزارهای استخراج ویژگی و درک تصویری است.

۳. ورود به سطح مفهومی و معنایی با تأکید 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.

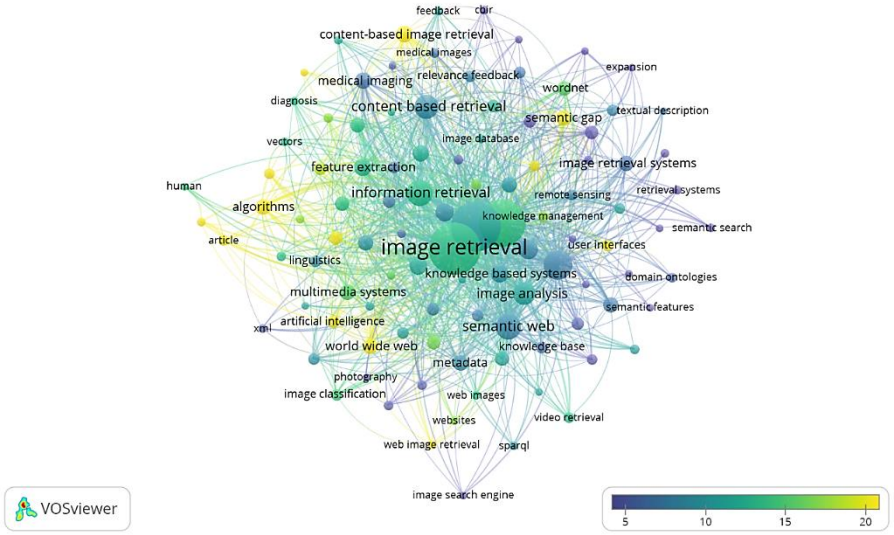
۴. شکوفایی بازیابی معنایی و هوش مصنوعی (دهه ۲۰۱۰) این دوره شاهد ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی با هستی‌شناسی و بازیابی تصویر است: واژگان شاخص semantic web, semantic concept, semantic annotations, natural language processing systems, artificial intelligence, support vector machines, semantic gap, machine 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 هستی‌شناسی می‌پردازیم. در این نقشه نیز با استفاده از ووس ویور استنادات موضوعات این حوزه موردبررسی قرار می‌گیرد. همان‌طور که در نقشه مشخص است موضوعات با استناد کمتر به رنگ بنفش و هرچه به رنگ سبز و زرد متمایل می‌شود استنادات این موضوعات بیشتر می‌شود.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

شکل ۳. نقشه استنادات حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی



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. روبه‌رو هستیم که همگی به ابعاد معنایی و هستی‌شناختی بازیابی تصویر اشاره دارند. تعداد استناد پایین این مفاهیم نشان می‌دهد 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 وsemantic annotations اغلب در پژوهش‌های نظری به کار می‌روند تا کاربردی.

۲. موضوعات با استناد 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

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

تحقیقات کاربردی و بینارشته‌ای دارند. میزان استناد 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 استناد: پایه‌ای، بین‌رشته‌ای و پرتکرار

در انتهای فهرست، مفاهیمی قرار دارند که بیشترین تعداد استناد 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 ده‌ها زیرشاخه علمی به کار می‌روند، به همین دلیل تعداد استناد بالایی دارند چون در مقالات علمی بسیاری ذکر می‌شوند و برخی مانند deep learning, computer vision, machine learning در سال‌های اخیر رشد انفجاری در ارجاع داشته‌اند.

در ادامه برای طبقه‌بندی مفاهیم مرتبط و دسته‌بندی موضوعات بر اساس تشابه معنایی با استفاده از الگوریتم فاصله اقلیدسی به روش Ward به ترسیم نمودار سلسله مراتبی با کمک نرم‌افزار اس پی اس اس می‌پردازیم.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

شکل ٤. نمودار سلسله‌مراتبی حوزه بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

در پاسخ به سؤال سوم نتایج به‌دست‌آمده از نمودار سلسله مراتبی تشکیل چهار خوشه موضوعی را داد. در ذیل بدان‌ها می‌پردازیم.

خوشه اول: خوشه بازیابی تصویر مبتنی بر معناشناسی از کلیدواژگان معناشناسی سطح بالا، تجزیه‌وتحلیل تصویر، طبقه‌بندی تصویر، پایگاه داده تصویر، پردازش تصویر، بازیابی تصویر تشکیل شده است.

خوشه دوم: خوشه بازیابی هوشمند تصاویر با الگوریتم یادگیری از کلیدواژه‌های هوش مصنوعی، الگوریتم‌های خوشه‌بندی، بینایی کامپیوتر، سیستم پشتیبانی تصمیم، ویژگی‌های عمیق، سیستم هوشمند تشکیل شده است.

خوشه سوم: خوشه بازیابی معنایی تصاویر به کمک حاشیه‌نویسی شامل کلیدواژگانی از قبیل حاشیه‌نویسی خودکار تصویر، هستی‌شناسی مفهومی، کتابخانه دیجیتال، ذخیره‌سازی دیجیتال، هستی‌شناسی دامنه، ویژگی تصویر، نمایه‌سازی تصویر، جستجوی تصویر، موتور جستجوی تصویر است.

خوشه چهارم: خوشه بازیابی هوشمند تصاویر این خوشه شامل کلیدواژگانی شامل حاشیه‌نویسی خودکار، سیستم CBIR، هستی‌شناسی تصویر، ذخیره و بازیابی اطلاعات، الگوریتم‌های یادگیری، هستی‌شناسی واژگانی، مهندسی هستی‌شناسی است.

برای تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده در نمودار سلسله مراتبی و تعیین میزان بلوغ‌یافتگی آن‌ها باید نمودار راهبردی آن‌ها رسم گردد. در ادامه نمودار راهبردی بر اساس خوشه‌های تشکیل شده در نمودار سلسله‌مراتبی رسم گردید. نقشه‌ی راهبردی را می‌توان در قالب چهار قسمت نشان داد که هریک تراکم و مرکزیت مختلفی دارند و خوشه‌هایی که در آن قسمت قرار می‌گیرند، وضعیت متفاوتی دارند. خوشه‌هایی که در قسمت اول قرار می‌گیرند جزو خوشه‌های بالغ بوده و در مرکز آن قلمرو پژوهشی مطالعه می‌شوند. خوشه‌هایی که در قسمت دوم جای می‌گیرند مرکزی نیستند، لکن قابلیت توسعه‌ی بیشتری دارند. خوشه‌های قسمت سوم حاشیه‌ای بوده و توجه اندکی را به خود جلب می‌کنند و درنهایت، خوشه‌های موضوعی که در قسمت چهارم قرار می‌گیرند، گرچه مرکزی هستند؛ امّا توسعه‌نیافته و نابالغ هستند.

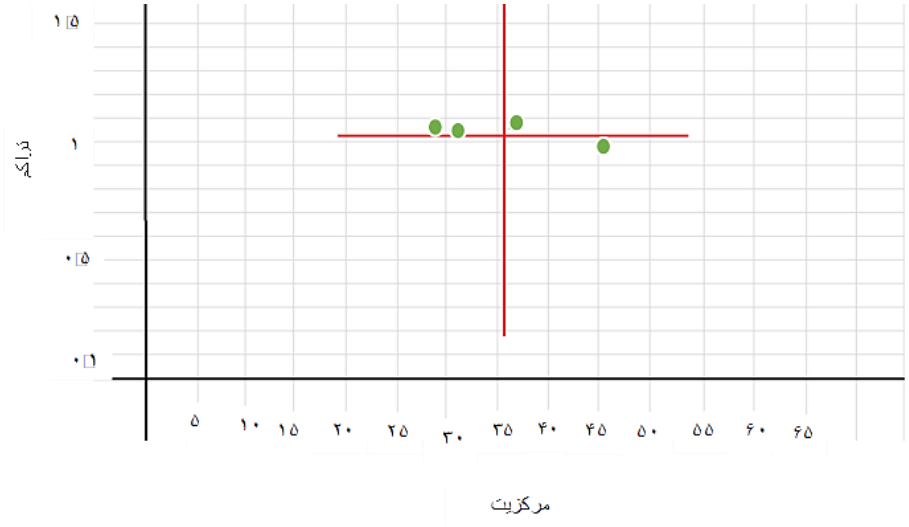
Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

جدول ۲. چگالی و مرکزیت خوشه‌ها

خوشه‌ها	مرکزیت	چگالی
خوشه اول	۳٦	۱/۰۲۹
خوشه دوم	۳۱	۱/۰۳۳
خوشه سوم	٤٥	۱
خوشه چهارم	۲۹	۱/۰۳٦
میانگین	۳۵/۲۵	۱/۰۲٤

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 موردمطالعه 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.

شکل ۵. نمودار راهبردی داده‌های بازیابی تصاویر با هستی‌شناسی



در پاسخ به سؤال چهارم پژوهش یافته‌های حاصل از نمودار راهبردی موضوعات بازیابی تصاویر با استفاده از هستی‌شناسی حاکی از آن است که خوشه ۱ به دلیل بالا بودن میزان

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

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؛ امّا توسعه‌یافته هستند. خوشه ۳ در قسمت چهارم قرار می‌گیرد. خوشه‌های قسمت چهارم خوشه‌های محوری بوده، اما توسعه‌نیافته و نابالغ‌اند.

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 برمی‌گیرد؛ از روش تحلیل هم‌واژگانی برای شناسایی موضوعات اصلی و تعیین روابط آن‌ها استفاده شده است و همچنین با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی و نمودار راهبردی برای گروه‌بندی واژگان و تعیین میزان بلوغ‌یافتگی داده‌ها، تحلیل صورت گرفت.

بررسی کلیدواژه‌های موضوعی از پژوهش‌های موردبررسی 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 به‌دست‌آمده 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 به‌عنوان 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 به‌عنوان پرتکرارترین کلیدواژه‌ها معرفی کرد.

نتایج به‌دست‌آمده از هم‌واژگانی به تشکیل شش خوشه منجر شد. خوشه اول به بررسی حوزه‌های پردازش اطلاعات چندرسانه‌ای، بازیابی هوشمند داده‌ها و سیستم‌های دانش‌بنیان

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

می‌پردازد و درواقع 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 برمی‌گیرند. 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 تصاویراست. 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 به‌صورت 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 است. تأکید ویژه این خوشه بر پیوند بین جنبه‌های فنی سیستم‌های اطلاعاتی و نیازهای واقعی کاربران انسانی است.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

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 به‌دست‌آمده 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 به‌دست‌آمده 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 (۱۴۰۰) در پژوهششان به تشکیل ۶ خوشه موضوعی اشاره کرده‌اند؛ که در آن بسیاری از کلیدواژگان از قبیل بازیابی، طبقه‌بندی، ماشین لرنینگ، نمایه‌سازی 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 به دست آماده 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 به‌تدریج 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.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

خوشه دوم: خوشه بازیابی هوشمند تصاویر با الگوریتم یادگیری است. این خوشه هم نمای 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 حاشیه‌نویسی است. این خوشه نیز مملو از اصطلاحات فنی و پیشرفته است که علوم داده، هوش مصنوعی، بینایی کامپیوتر، و مدیریت اطلاعات را در برمی‌گیرد.

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

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؛ امّا توسعه‌یافته هستند. خوشه ۳ در قسمت چهارم قرار می‌گیرد. خوشه‌های قسمت چهارم خوشه‌های محوری بوده، اما توسعه‌نیافته و نابالغ‌اند. در پژوهش جو (۲۰۲۴) ظهور کلمات «خدمات اکوسیستم»، «مدل‌ها» و «انرژی» نشان داده شده است همچنین کلمات کلیدی «پایداری» و «محیط‌زیست» نیز به‌عنوان کلیدواژگان 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 دقیق‌تر از هر دو روش استفاده می‌شود. از اولین روش‌های جستجوی تصاویر استفاده از زیرنویس‌های عکس‌های موجود برای طبقه‌بندی تصاویر به کلاس‌های از پیش تعیین‌شده یا ایجاد یک واژگان محدود بوده است. پس‌ازآن استفاده از حاشیه‌نویسی مورداستفاده قرار گرفت (Mezaris, 2004).

بازیابی تصاویر با استفاده از حاشیه‌نویسی[1] یا توصیف‌های متنی یکی از روش‌های مهم در حوزه بازیابی تصویر مبتنی بر متن[2] و یکی از راهکارهای اولیه برای بازیابی تصاویر است. در این روش، از متادیتا یا توضیحات متنی مرتبط با تصاویر برای بهبود دقت و معناشناسی

1. Annotation
2. Text-to-Image Retrieval

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

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 بوده‌اند. یکی 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 (Cure, 2003). هستی‌شناسی‌ها ابزار جدید برای بازنمون دانش هستند که در حوزه بازیابی اطلاعات، یک قالب قابل‌فهم توسط ماشین از توصیف و محتوا را مهیا ساخته‌اند؛ همانند آنچه فرآیند بازیابی اطلاعات با معنی کردن محتوا می‌تواند فراهم کند (صنعت جو، ۱۳۹۱).

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود: توسعه هستی‌شناسی‌های تخصصی برای حوزه‌های خاص و بازیابی بهتر تصاویر آن حوزه موردتوجه قرار گیرد؛ ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با هستی‌شناسی برای بازیابی بهتر و خودکار سازی فرآیندها به روش‌ها و ابزارهای مناسبی برای بازیابی تصاویر منجر خواهد شد؛ بررسی تأثیر فناوری‌های جدید مانند متاورس و واقعیت مجازی در بهبود بازیابی تصاویر به‌عنوان یک موضوع پژوهشی حاوی پتانسیل لازم برای تحقیق است؛ همچنین بهبود سیستم‌های چندزبانه برای بازیابی تصاویر موردنیاز کاربران با استفاده از هستی‌شناسی‌های چندزبانه می‌تواند منجر به ایجاد ابزارها و مدل‌های مفیدی برای بازیابی تصویر شود.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در نگارش مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند کفایت می‌کند.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

منابع

جعفری باقی آبادی، سمیه و فرشید، راضیه. (۱٤۰۰). مطالعه پژوهش‌های مرتبط با واکسن کووید ۱۹ در ایران و جهان: تحلیل موضوعی و همکاری‌های علمی. *مجله میکروب‌شناسی پزشکی ایران*، *۱۵*(٤)، ٤۱٤-٤۵۷. http://dx.doi.org/10.32598/JMIS.9.1.6

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 ۲۰۱۲-۲۰۰۱. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ٤(۱)، ۱۱۹-۱٤۲. https://doi.org/10.22070/rsci.2018.612

دانیالی، سمیرا، نقشینه، نادر و فدایی، غلامرضا. (۱۳۹٦). ترسیم نقشه هم رخدادی واژگان حوزه بازیابی تصویر بر اساس مقالات نمایه شده در پایگاه وب آو ساینس. *مجله علم‌سنجی کاسپین*، ٤(۲)، ۵۳-٦۱. http://dx.doi.org/10.22088/cjs.4.2.53

شریف، عاطفه. (۱۳۸۷). کاربرد هستی‌شناسی‌ها در نظام مدیریت دانش. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۳(٤۳)، ۹۷-۱۱٦.

صنعت جو، اعظم. (۱۳۹۱). عملکرد هستی‌شناسی‌ها در نظام‌های بازیابی اطلاعات، *کتاب ماه کلیات*، ۱٦(۲)، ٤۳-٤۷.

عظیمی، محمدحسن و اسماعیلی، سمیرا. (۱٤۰٤). ترسیم ساختار فکری و روند تکامل دانش در حوزه آردی‌اف. *فصلنامه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی*، ۱۲(٤۳)، ۲۱۱-۲٤۲. https://doi.org/10.22054/jks.2022.69907.1532

عظیمی، محمدحسن و جوزی، زینب. (۱٤۰۲). بررسی علم‌سنجی و تحلیل خوشه‌های موضوعی پژوهش‌های حوزه هستی‌شناسی در بازیابی اطلاعات. *مجله علم‌سنجی کاسپین*، ۱۰(۲)، ۵٤-٦٦. http://dx.doi.org/10.22088/cjs.4.2.53

علی پور، امید، سهیلی، فرامرز، ضیایی، ثریا و خاصه، علی‌اکبر. (۱٤۰٤). تحلیل شبکه هم‌نویسندگی مقالات سازمان‌دهی دانش در ایران. *فصلنامه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی*، ۱۲(٤۳)، ۱۷۵-۲۱۰. https://doi.org/10.22054/jks.2022.69907.1532

فرشید، راضیه، سهیلی، فرامرز، غلامی، حامد و گرایی، احسان. (۱۳۹۹). واکاوی قلمروهای مطالعاتی سرطان معده با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی. *مدیریت اطلاعات سلامت*، ۱۷(۳)، ۱۳۳-۱۳۹. https://doi.org/10.22122/him.v17i3.4117

فرهادی، مرضیه و جم زاده، منصور. (۱۳۹٦). بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا با استفاده از معیار تشابه ناحیه‌بندی. *علوم یارانشی*، ۳-۱۲.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

قنبری، میلاد، وقوفی، امید و حاجیانی، ابراهیم. (۱٤۰۲). تحلیل علم‌سنجی پژوهش‌های با موضوع تصاویر آینده در معتبرترین نشریات علمی جهان. *فصلنامه علمی مطالعات راهبردی فرهنگ*، ۳(٤)، ۸۹-۱۰۸. https://doi.org/10.22083/scsj.2024.429841.1133

هماوندی، هدی، فهیم نیا، فاطمه، ناخدا، مریم و حسینی بهشتی، ملوک السادات. (۱۳۹۹). مطالعه روش‌های ایجاد هستی‌شناسی: شناسایی مؤلفه‌ها و ویژگی‌ها بر مبنای تحلیل پژوهش. *تحقیقات کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاهی*، ۱(٥٤)، ۱۳-۳۹. https://doi.org/10.22059/jlib.2020.303455.1493

References

Alipour, O., Soheili, F., Ziaei, S., & Khasseh, A. A. (2021). Co-authorship network analysis of knowledge organization articles in Iran. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, 13(49), 1–24. https://doi.org/10.22054/jks.2022.69907.1532 [In Persian]

Azimi, M. H., & Jozi, Z. (2023). Scientometrics and subject cluster analysis of ontology research in information retrieval. *Caspian Journal of Scientometrics*, 10(2), 54–66. http://dx.doi.org/10.22088/cjs.4.2.53 [In Persian]

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). Association for Computing Machinery.

Bitters, B. (2005). *A geographical ontology of objects in the visible domain* [Doctoral dissertation, The Florida State University]. ProQuest Dissertations & Theses Global.

Cure, O. (2003). Mapping databases to ontologies to design and maintain data in a semantic web environment. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 1(5), 1–6. http://www.iiisci.org/journal/cvs/sci/pdfs/p704935.pdf

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. https://doi.org/10.22070/rsci.2018.612 [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 Scientometrics*, 4(2), 53–61. https://doi.org/10.22088/cjs.4.2.53 [In Persian]

Azimi, M. H. & Esmaeili, S. (2023). Drawing the intellectual structure of knowledge in the field of RDF. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, 15(57), 1–26. https://doi.org/10.22054/jks.2022.69907.1532 [In Persian]

Farhadi, M., & Jamzadeh, M. (2017). Content-based image retrieval using segmentation similarity criterion. *Yaranshi Sciences*, 3(1), 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. https://doi.org/10.22122/him.v17i3.4117 [In Persian]

Ghanbari, M., Voghofi, O., & Hajiani, E. (2024). Scientometric analysis of research on future images in the world's most prestigious scientific publications.

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

Strategic Studies of Culture, 3(4), 89–108. https://doi.org/10.22083/scsj.2024.429841.1133 [In Persian]

Ghasemian, A., Nojavan, F., Asnafi, A., & 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. https://doi.org/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, Article 100956. https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100956

Homavandi, H., Fahimnia, F., Nakhoda, M., & Hosseini Beheshti, M. (2020). A study on ontology building methods: Understanding of the features and requirements. *Journal of Academic Librarianship and Information Research*, 54(1), 13–39. https://doi.org/10.22059/jlib.2020.303455.1493 [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. *Iranian Journal of Medical Microbiology*, 15(4), 414–457. https://doi.org/10.30699/ijmm.15.4.414 [In Persian]

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), Article 272. https://doi.org/10.3390/jimaging10110272

Khan, U., Khan, H. U., Iqbal, S., & Munir, H. (2024). Four decades of image processing: A bibliometric analysis. *Library Hi Tech*, 42(1), 180–202. https://doi.org/10.1108/LHT-10-2021-0351

Khasseh, A. A., Mokhtari, H., & Asheghi Moaf, M. (2022). Information retrieval in Iran: A scientometric study and scientific visualization. *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, 9(33), 1–36. https://doi.org/10.22054/jks.2022.64246.1476 [In Persian]

Li, J., Goerlandt, F., & Reniers, G. (2021). An overview of scientometric mapping for the safety science community: Methods, tools, and framework. *Safety Science*, 134(1), Article 105093. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105093

Liu, W., Wu, H., Hu, K., Luo, Q., & Cheng, X. (2021). A scientometric visualization analysis of image captioning research from 2010 to 2020. *IEEE Access*, 9, 156799–156817. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3129782

Liu, Y., Zhang, D., Lu, G., & Ma, W. Y. (2007). A survey of content-based image retrieval with high-level semantics. *Pattern Recognition*, 40(1), 262–282. https://doi.org/10.1016/j.patcog.2006.04.045

Manzoor, U., Balubaid, M. A., Zafar, B., Umar, H., & Khan, M. S. (2015). Semantic image retrieval: An ontology based approach. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, 4(4), 1–8. https://doi.org/10.14569/IJARAI.2015.040401

Mezaris, V., Kompatsiaris, I., & Strintzis, M. G. (2004). Region-based image retrieval using an object ontology and relevance feedback. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2004(6), Article 870494. https://doi.org/10.1155/S1110865704401188

Moosavi, S. S., Farshid, R., & Jafari Baghi Abadi, S. (2021). The role of medical and health archives in scientific research from a scientometrics perspective. *Iranian Journal of Medical Microbiology*, 15(5), 508–536. https://doi.org/10.30699/ijmm.15.5.508 [In Persian]

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

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/

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

Smith, J. R. (2001). Quantitative assessment of image retrieval effectiveness. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52(11), 969–979. https://doi.org/10.1002/asi.1162

Taheri, S. M., & 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. https://doi.org/10.22054/jks.2024.81904.1671 [In Persian]

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. https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2017.2672732

Homepage: https://jks.atu.ac.ir/