7th International Conference on Web Research
May 19-20, 2021; Tehran, IRAN ICWR2021

Visualizing Computer-Aided Diagnosis Systems Studies Based on Co-Word analysis in PubMed Database

Meysam Alavi[1], Azam Barghbani[2], Mehrdad Kargari[3]*

[1] Information Technology department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
meysamalavi @modares.ac.ir

[2] Mathematical Sciences department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
a.barghbani@modares.ac.ir

[3] Information Technology department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
M_kargari@modares.ac.ir

Abstract

Computer-aided detection (CAD) is an artificial intelligence technique that uses pattern recognition to highlight suspicious features in medical imaging and marks them for the radiologist to review and interpret. Therefore, CAD can be considered as an important technology to help reduce the workload of physicians, early diagnosis of the disease and also shorten the time required to interpret medical images. Despite the development of these systems in various fields of medicine and engineering, comprehensive determination of the research process and presentation of the big picture of CAD systems is of special importance. In this regard, one method of analysis and evaluation of research activities in a field of science is scientometric studies. On the other hand, in recent years, the analysis of social networks as a suitable tool to study the present and future relationships between the entities of a network structure, the opinion of researchers in various sciences to analyze these relationships and draw a scientific map of a field of Science is self-directed. In this article, using the Co-Word analysis method of vocabulary and social network analysis, the CAD Systems Field Studies Network is based on 10,613 articles indexed in the PubMed database during the years 2015 to 2020 and the governing trend of domain research. The above has been investigated. The results of this study show that the most use of CAD systems in the field of diagnosis of various cancers and cardiovascular diseases.

Keywords: Computer-Aided Diagnosis Systems(CAD), Co-Word Analysis, Social Network Analysis.

7th International Conference on Web Research
May 19-20, 2021; Tehran, IRAN ICWR2021

مصورسازی مطالعات حوزهٔ سیستم‌های کمک تشخیص کامپیوتری مبتنی بر تحلیل هم‌رخدادی واژگان در پایگاه PubMed

سیدمیثم‌علوی[۱]، اعظم برقبانی[۲]، مهرداد کارگری[۳*]

[۱] دپارتمان مهندسی فناوری اطلاعات دانشگاه تربیت مدرس، تهران
meysamalavi @modares.ac.ir
[۲] دپارتمان علوم‌ریاضی دانشگاه تربیت مدرس، تهران
a.barghbani@modares.ac.ir
[۳] استادیاردانشکده مهندسی صنایع، گروه مهندسی فناوری اطلاعات دانشگاه تربیت مدرس ، تهران
M_kargari@modares.ac.ir

چکیده

تشخیص به کمک کامپیوتر(CAD) یک تکنیک هوش مصنوعی است که از تشخیص الگو برای برجسته‌سازی ویژگی‌های مشکوک در تصویربرداری پزشکی استفاده کرده و آنها را برای رادیولوژیست به‌منظور بررسی و تفسیر علامت‌گذاری می‌کند. بنابراین، می‌توانCAD را یک فن‌آوری مهم در جهت کمک به کاهش بارکاری پزشکان، تشخیص زودهنگام بیماری و نیزکوتاه کردن زمان مورد نیاز برای تفسیر تصاویر پزشکی تلقی کرد. علی‌رغم توسعه این سیستم‌ها در حوزه‌های مختلف پزشکی و مهندسی، تعیین جامع روند تحقیقات و ارائه تصویر کلان از سیستم‌های CAD از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در همین راستا یک روش تحلیل و ارزیابی فعالیت‌های علمی پژوهشی در یک حوزه از علم، مطالعات علمی‌سنجی است. از سوی دیگر در سال‌های اخیر استفاده از تجزیه و تحلیل شبکه‌های اجتماعی به‌عنوان ابزاری مناسب جهت ترسیم ساختارهای علمی ، نظر محققین علوم مختلف را برای تحلیل این روابط و ترسیم ساختار علمی یک حوزه از علم به‌خود معطوف کرده است. در این مقاله با به‌کارگیری روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان و تحلیل شبکه‌های اجتماعی، شبکهٔ مطالعات حوزه سیستم‌های CAD بر اساس 10613مقالهٔ نمایه‌شده در پایگاه داده PubMed طی سال‌های 2015 تا2020 ترسیم و روند حاکم بر پژوهش‌های حوزه مذکور بررسی شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد بیشترین استفاده از سیستم‌های CAD در حوزهٔ تشخیص انواع سرطان و بیماری‌های قلبی‌عروقی و مغزی بوده است.

کلمات کلیدی

سیستم‌های کمک تشخیص کامپیوتری(CAD)، تحلیل هم‌رخدادی واژگان، تحلیل شبکه‌های اجتماعی

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر تشخیص به‌کمک کامپیوتر[۱] (CAD) به یکی از موضوعات تحقیقاتی مهم در تصویربرداری پزشکی تبدیل شده است. تاکنون تلاش‌های زیادی برای توسعه سیستم‌های CAD صورت گرفته که مبتنی بر پیشرفت‌های پردازش تصویر، بازشناسی الگو[۲] و هوش مصنوعی است[1] . در حال حاضر ، CAD بیشتر به عنوان یک ابزار کمک تشخیصی برای پزشکان در نظر گرفته می شود و از آن به‌عنوان واسط بین پزشکی و علوم کامپیوتر تعبیر می‌شود[2] . این سیستم‌ها، تصاویر پزشکی را به‌منظور تسهیل تصمیم‌گیری برای پزشک، پردازش کرده و بخش‌های مشکوک آن، مانند بیماری‌های احتمالی، را مشخص می‌کنند. علی‌رغم استفاده گسترده از این سیستم‌ها در محیط‌های پزشکی، نمی‌توان آن را جایگزین پزشک یا متخصصان دیگر دانست و تنها نقش پشتیبانی را ایفا می‌کند[3]. تشخیص از طریق تجزیه و تحلیل کامپیوتری یا CAD، در اصل برای تشخیص سرطان سینه با استفاده از تصاویر ماموگرافی در دهه ۱۹۶۰ توسعه یافت[4] و از آن زمان به بعد در تشخیص سایر بیماری‌ها نظیر سرطان ریه[5-8]، سرطان روده بزرگ-9]

[11]، سرطان کبد[12-13]، بیماری عروق کرونری[14] و بیماری‌های مغزی نظیر آلزایمر و تومورهای مغزی نیز به‌کار گرفته شد[15-17]. توسعه CAD و استقبال روزافزون از توانایی بالقوه آن در تشخیص پزشکی، محیطی مناسب برای محققان در زمینه سیستم‌های خبره و سیستم‌های هوشمند ایجاد کرده است تا فرصت‌های جدید را در پزشکی و علوم کامپیوتر دنبال کنند[18].

علی‌رغم توسعه سیستم‌هایCAD درحوزه‌های مختلف پزشکی و مهندسی، تعیین جامع روند تحقیقات و ارائه تصویر کلان از سیستم‌های CAD مساله‌ای مهم است. به همین دلیل یکی از الزامات پژوهش‌های این حوزه، ارائه نگرشی کلی از حوزه‌های پژوهشی گذشته، حال و آینده و نیز ابعاد پنهان و آشکار سیستم‌های CAD در کاربردهای پزشکی کنونی و آتی است.

هدف اصلی این مقاله ارائه یک بررسی جامع و منظم از مهم‌ترین تحولات مربوط به سیستم‌هایCAD در پزشکی است. به بیان دیگر پژوهش حاضر می‌تواند برای متخصصان پزشکی که دانش عمیقی در مورد مسائل علوم کامپیوتر نداشته و نیز برای محققین حوزه علوم کامپیوتر که با برخی از مسائل پزشکی مربوط به سیستم‌هایCAD آشنا نیستند ، مفید باشد. بنابراین بر اساس آن بهتر می‌توان موضوعات مهم امروز در توسعه سیستم‌هایCAD را شناخت و همچنین فرصت‌های پیشرفت این حوزه مهم را شناسایی کرد. یکی از جنبه‌های اساسی بررسی و تجزیه و تحلیل مقالات علمی، پژوهش بر اساس رویکرد علم‌سنجی است. در سال‌های اخیر استفاده از فنون مختلف علم‌سنجی شامل تحلیل هم‌رخدادی واژگان، ترسیم شبکهٔ علمی و شبکهٔ همکاری کمک شایانی در جهت کشف مسیر حرکت پژوهش‌های محققین یک حوزه از علم و ابعاد پنهان و آشکار آن داشته است. در ادامه این بخش به اجمال به معرفی مفاهیم هم‌رخدادی واژگان و تحلیل شبکه‌های اجتماعی پرداخته می‌شود.

۱-۱- هم‌رخدادی واژگان

امروزه برای کشف لایه‌های پنهان دانش در علوم مختلف از روش‌های مختلفی از جمله متن‌کاوی استفاده می‌شود. محققین توانسته‌اند با بهره‌گیری از این روش‌ها به کشف دانش پنهان موجود در متون علمی دست پیدا کنند. یکی از این فنون تحلیل هم‌رخدادی واژگان [3] است. تحلیل هم‌رخدادی واژگان یک فن تحلیل محتوا می باشد که هم فراوانی موضوعات و هم ارتباط بین آنها را بیان می‌کند [19]. این روش ابزاری برای کشف الگوهای پنهان و رویدادهای نوظهور مفهومی است که از طریق آن می‌توان مفاهیم اصلی یک زمینه یا حوزهٔ علمی را شناخت و به‌واسطه این شناخت، مقولات مفهومی آن حوزه را کشف، ترسیم و مدیریت کرد [20]. کالون [4] در سال ۱۹۸۳ اولین کسی بود که این روش را توصیف کرد و از آن در پژوهش‌های خود استفاده کرد[21]. در این تحلیل، هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها در عنوان، چکیده یا متن مقالات بررسی می‌شود. هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها میزان ارتباط شناختی میان یک مجموعه مدارک را نشان می‌دهد. با مقایسهٔ نقشه‌های حاصل در دوره‌های زمانی مختلف، پویایی علم ردیابی می‌شود [22].

۱-۲- تحلیل شبکه‌های اجتماعی

تحلیل شبکه‌های اجتماعی ابزاری تحقیقاتی است که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. شبکه اجتماعی متشکل از گره‌هایی است که توسط روابطی به‌هم متصل شده‌اند. شاخص‌های مختلفی در تحلیل این شبکه‌ها وجود داردکه می‌تواند در نقشه‌های علمی نیز به‌کار گرفته شود. اندازه شبکه، چگالی [5] ، مرکزیت [6] از شاخص‌های مهم در تحلیل این نوع شبکه‌ها می‌باشد[23]. تحلیل شبکه‌های اجتماعی یک موضوع میان رشته‌ای، بین رشته‌های مختلف جامعه شناسی، ریاضیات و علوم کامپیوتر است که در علوم مختلف مثل جامعه‌شناسی، اقتصاد ، علوم ارتباطی ، روانشناسی، فیزیک و کامپیوتر کاربرد دارد[24].

با توجه به اهمیت بکارگیری سیستم‌های CAD در پزشکی، مساله اصلی پژوهش حاضر کشف و ترسیم نقشهٔ علمی موضوعات حوزهٔ سیستم‌های کمک تشخیص کامپیوتری بر اساس مقالات نمایه شده در پایگاه داده PubMed طی سال‌های 2015 تا 2020 است. این تحقیق به دنبال پاسخگویی به پرسش‌های زیر است:

1- واژگانی کلیدی دارای بیشترین فراوانی در مقالات حوزهٔ سیستم‌های کمک تشخیص کامپیوتری، در بازه مورد مطالعه تحقیق کدام‌اند؟

2- روند تولیدات علمی در حوزهٔ سیستم‌های کمک تشخیص کامپیوتری و شبکهٔ علمی متناظر با آن طی بازه مورد بررسی در تحقیق چگونه است؟

3- بر اساس مقالات چاپ شده در بازهٔ مذکور چه حوزه‌هایی بیشتر مورد توجه نویسندگان بوده و به کدام حوزه‌ها کمتر پرداخته شده است؟

4- بر اساس مقالات بررسی‌شده حوزه‌های نوظهور مرتبط با موضوع CAD کدام است؟

ساختار کلی ادامه مقاله به شرح ذیل می باشد. در بخش دوم مروری بر ادبیات پیشین انجام گرفته است. بخش سوم روش پژوهش شرح داده خواهد شد. در بخش چهارم به تحلیل و ارزیابی نتایج پرداخته می‌شود. بخش پنجم مربوط به نتیجه‌گیری و کارهای آینده است.

۲- مروری بر ادبیات

تاکنون محققین بسیاری سعی در ترسیم ساختار علمی حوزه‌های مختلف علوم جهت آشنایی با ابعاد و زوایای پنهان آن داشته‌اند که در این بخش به مرور کارهای انجام شده در این حوزه پرداخته می‌شود.

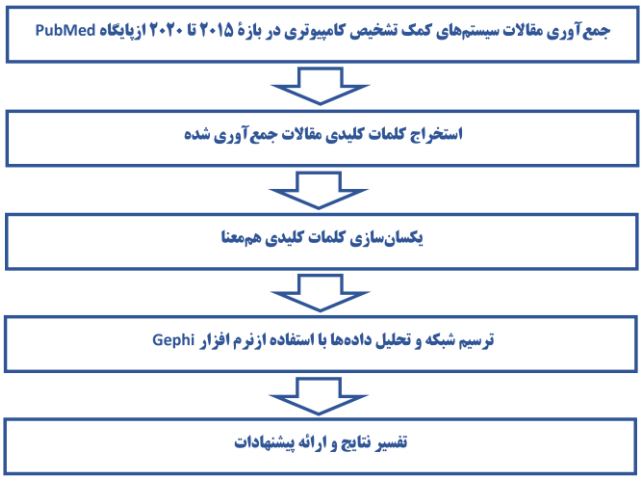
در[25] با استفاده از روش تجزیه و تحلیل هم‌رخدادی واژگان به بررسی ویژگی‌ها و وضعیت رسانه‌های اجتماعی در کشور چین بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۳ پرداخته شده است. در [26] با استفاده از تجزیه وتحلیل هم‌رخدادی واژگان به‌ترسیم نقشهٔ ساختار اینترنت اشیاء و بررسی توسعه آن در بازه سال-

های ۲۰۰۱تا ۲۰۱۴ با بررسی ۷۵۸ مقاله از پایگاه داده WoS[۷] پرداخته شده-است. لین به بررسی مقولهٔ نوآوری در تحقیق از طریق رویکرد مبتنی بر کورپوس می‌پردازد. بر اساس پژوهش او نوآوری و کارآفرینی جزء پربسامدترین کلمات در چکیده ۱۴۶۰ مجله تحقیقات تجاری از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۵ هستند[27] . در تحقیقی دیگر چانگ و همکاران به‌منظور شناسایی نقاط ضعف تحقیقات در زمینه صلاحیت بالینی دانشجویان پزشکی، از روش هم‌رخدادی واژگان بر روی ۵۸۸مقاله بهره گرفتند [28] . همچنین در[29] روند ساختاری و تکامل مفهومی پژوهش‌ها در مورد ارگانیسم‌های اصلاح شده ژنتیکی با استفاده از روش نقشهٔ علمی در طی بازهٔ ۲۷ ساله۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهشی دیگر۴۰۰مقاله از پایگاه داده WoS در حوزهٔ اپیدمیولوژی مورد بررسی قرار گرفته که با استفاده از تحلیل هم-رخدادی واژگان به تحلیل مسائل مربوط به علم اپیدمیولوژی پرداخته است[30].

در تحقیقی دیگر که بر اساس مقالات در بازهٔ سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ انجام شده به بررسی مفاهیم تجارت، نوآوری و مفاهیم مرتبط با آن پرداخته شده است[31]. در[32]، به مرور جامع در زمینه تحقیقات دانشگاهی بین سال های ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۸ در مورد تجزیهٔ پلیمر پس از تابش گاما بر اساس مقالات منتشر شده در پایگاه WoS پرداخته‌است. تحقیق دیگری در زمینهٔ ترسیم نقشهٔ علمی پژوهش‌های حوزهٔ پاندمی کووید-۱۹ بر اساس مقالات پایگاه علمی اسکوپوس[۸] انجام شده‌است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد سه خوشهٔ اصلی از فعالیت‌های پژوهشی در حوزه کووید-۱۹ به ترتیب شامل خوشهٔ تحقیقات بهداشتی، خوشهٔ تحقیقات علوم پایه و خوشهٔ تحقیقات بالینی بوده است[33]. پژوهش دیگری در حوزهٔ تعامل کودکان و کامپوتر براساس بررسی ۱۰۵۹مقاله از پایگاه داده ACM مربوط به بازهٔ زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۸ بر روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان انجام شده است[34] . همچنین در[35] با استفاده از تحلیل هم‌رخدادی واژگان، نقشهٔ علمی ۳۰۵۷مقاله در حوزهٔ داده-کاوی از پایگاه داده سیویلیکا ترسیم و تحلیل شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد بیشترین استفاده از داده‌کاوی در موضوعات پزشکی، کشف تقلب و مدیریت ارتباط با مشتری بوده است.

۳- روش پژوهش

این تحقیق از نوع توصیفی است و از روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان به‌عنوان یکی از روش‌های علم‌سنجی استفاده شده تا از حوزهٔ سیستم‌های کمک تشخیص پزشکی اطلاعات کمّی قابل تحلیل به‌دست آید. جامعهٔ پژوهش ۱۰۶۱۳مقاله در حوزه سیستم‌های کمک‌تشخیص کامپیوتری در پزشکی است که در پایگاه PubMed در بازه سال‌های2015تا2020 نمایه شده است. بررسی این مقالات در سه بازهٔ دو ساله اول(۲۰۱۶-۲۰۱۵)، دوم(۲۰۱۸-۲۰۱۷) و سوم(۲۰۱۹-۲۰۲۰) صورت گرفته‌است. جهت انجام این تحقیق، عبارت «Computer Aided Diagnosis Systems »به‌عنوان کلمات اصلی جستجو در پایگاه PubMed در نظر گرفته شده‌است. تمام کلمات کلیدی مربوط به مقالات از پایگاه PubMed که شامل این عنوان در مجموعه کلید واژه های خود بودند، با استفاده از کتابخانه*Beautiful Soup* در پایتون[۹] جمع آوری شده است. سپس هر یک از کلمات کلیدی به‌عنوان یک گره در شبکه در نظر گرفته شده است. یال‌های شبکه نیز به‌صورت ارتباط بین کلمات تعریف شده‌اند. به‌طوری‌که بین دو گره یال وجود خواهد داشت در صورتی که آن دو گره(کلمه کلیدی) به‌صورت مشترک در لیست کلمات کلیدی یک مقاله آمده باشند. پس از جمع‌آوری تمام کلمات ، ارتباط دو به دو بین تمام کلمات بررسی شد و در صورتی که دو کلمه دارای مقاله مشترک بودند، بین آن ها یک یال تعریف شده است. در بخش ترسیم شبکهٔ علمی از آنجاکه محققین برای انتخاب کلمات کلیدی، استاندارد معینی را در نظر نگرفته و بسیاری از کلمات کلیدی علی‌رغم یکسان بودن از نظر مفهوم و معنا، در مقالات، متفاوت در نظر گرفته شده، انجام پیش‌پردازش کلمات جهت یکسان‌سازی مفاهیم امری اجتناب ناپذیر است. به‌عنوان مثال واژه‌های « Support Vector Machine »، « SVM classifier » و « SVM » که همه یک مفهوم را متبادر می‌سازد. این موضوع باعث می‌شود در شبکه حاصل از ارتباط کلمات کلیدی مقالات، به ازای هر کلمه کلیدی یک گره در نظر گرفته شود و در نتیجه شبکه دارای گره‌های تکراری از لحاظ مفهوم باشد. این امر علاوه بر ایجاد گره‌های ایزوله در شبکه و تشکیل اجتماعات بسیار کوچک با حدکثر ۳ یا ۴ گره، باعث می‌شود نتایج تحلیل منعکس‌کننده واقعیت مساله نباشد. برای حل این مشکل، تمام کلمات از نظر ظاهر و مفهومی بررسی شده و کلمات هم‌معنا به‌عنوان یک گره واحد در نظر گرفته شده‌اند. پس از مرحله یکسان‌سازی کلمات هم‌معنا که بخشی از مرحله پیش-پردازش محسوب می‌شود، شبکهٔ متناظر بر اساس داده‌های پیش‌پردازش شده ترسیم شده و در نهایت تحلیل و تفسیرهای مربوطه صورت گرفته‌است. مراحل انجام پژوهش در شکل(۱) مشاهده می‌شود.



شکل(۱): مراحل انجام تحقیق

٤- تحلیل و ارزیابی نتایج

همان‌طورکه پیش‌تر بیان شد، جهت ترسیم شبکه 10613 مقالهٔ نمایه‌شده در پایگاه داده PubMed مورد بررسی قرار گرفته است. جدول(۱) تعداد مقالات بررسی شده به تفکیک سال را نشان می‌دهد.

٤-١- تحلیل مرکزیت

در این مقاله برای شناسایی موضوعات مرتبط با سیستم‌هایCAD در پزشکی، از مفهوم تحلیل شبکه‌های اجتماعی و به‌طور خاص از تحلیل مرکزیت استفاده شده‌است. در روش تحلیل شبکه از نظریهٔ گراف استفاده می‌شود. معیارهای مرکزیت نظیر مرکزیت درجه [10] و بینابینی [11] از جمله مهم‌ترین شاخص‌ها در تحلیل شبکه می‌باشند[36]. مرکزیت درجه به‌معنای تعداد ارتباط هر گره با گره‌های دیگر و مرکزیت بینابینی نشان‌دهنده مؤثرترین گره به‌عنوان واسط ارتباطی با دیگر گره‌های شبکه است [37].

مقادیر شاخص‌های مرکزیت درجه و بینابینی برای شبکه مربوطه در سه دورهٔ مورد مطالعه پژوهش، در جدول‌های(۲) و (۳) ارائه شده است.

جدول‌های(۲) و(۳) بیست گره با بیشترین شاخص مرکزیت درجه و بینابینی را در طی سه دوره نشان می‌دهد.

٤-٢- شبکهٔ علمی مقالات مورد بررسی در پژوهش

جهت درک بهتر یافته‌های تحقیق در این بخش شبکهٔ علمی مقالات بررسی شده دراین پژوهش به تفکیک هر سه دوره ترسیم شده که در شکل‌های(۲) تا(۴) ارائه شده است.

٤-٣- اجتماع‌یابی

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهند که شبکهٔ علمی مقالات مورد بررسی در این تحقیق در سه بازهٔ مورد بررسی به ترتیب از۴۶، ۴۸ و ۴۱ اجتماع تشکیل شده‌است. جدول(۴) تا (۶) اطلاعات مربوط به پنج اجتماع اصلی شبکه هر بازهٔ مورد پژوهش را به تفکیک نشان می‌دهد. در این جدول‌ها هر اجتماع به تفکیک درصد آن از کل شبکه و نیز موضوع شاخص هر اجتماع بر اساس بیشترین معیار مرکزیت بینابینی مشاهده می‌شود. این موضوعات به علت دارا بودن شاخص بینابینی بالا، نقشی مهم در اتصال گره های اجتماع خود و انتقال اطلاعات در شبکه ایفا می‌کنند.

همچنین جدول(۷) تعداد اجتماعات و مقدار ماژولاریتی [12] هر بازه را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود شبکه بازهٔ دوم تحقیق بیشترین تعداد اجتماعات و بازهٔ اول بیشترین مقدار ماژولاریتی را دارد.

٤-٤- واژگان دارای بیشترین فراوانی تکرار

در مورد واژگان کلیدی و پربسامد در مقالات در حوزهٔ سیستم‌هایCAD ،

جدول(۱): اطلاعات تعداد مقالات به تفکیک سال

سال	تعداد مقالات
۲۰۱۵	2163
۲۰۱۶	1895
۲۰۱۷	1820
۲۰۱۸	1751
۲۰۱۹	1795
۲۰۲۰	1189

جدول(۲): شاخص مرکزیت درجه

(۲۰۱۶-۲۰۱۵)		(۲۰۱۸-۲۰۱۷)		(۲۰۲۰-۲۰۱۹)	
نام گره	مقدار	نام گره	مقدار	نام گره	مقدار
MRI	1652	MRI	1249	Deep Learning	1212
CT	582	Machine Learning	714	Artificial intelligence	1066
Ultrasound	358	Deep Learning	658	Machine Learning	1024
Functional MRI	344	CT	608	MRI	990
Diffusion tensor imaging	344	Classification	460	CNN	818
Diagnosis	330	SVM	418	CT	428
Breast Cancer	322	Breast Cancer	408	Breast Cancer	412
PET	316	Ultrasound	402	Segmentation	378
SVM	308	Diffusion tensor imaging	350	Classification	374
Alzheimer's disease	292	Artificial neural networks	322	Diagnosis	346
Classification	292	Artificial intelligence	322	Radiomics	298
Atrial fibrillation	261	Segmentation	314	Ultrasound	290
Diffusion weighted imaging	230	Alzheimer's disease	308	Feature extraction	286
Image Processing	226	CNN	308	Alzheimer's disease	278
Segmentation	220	Feature extraction	304	Artificial neural networks	272
Parkinson's disease	218	Imaging	300	ECG	222
Machine learning	214	Diagnosis	285	SVM	218
Prostate Cancer	204	Atrial fibrillation	264	Atrial fibrillation	204
Image analysis	200	Cancer	256	Cancer	180
Coronary artery Disease	192	Prostate Cancer	247	Prostate Cancer	176

همان‌طور که در شکل‌های(۵) تا (۸) مشاهده می‌شود «MRI»، «Machine Learning»، «Deep Learning» جزء واژگان با بیشترین بسامد تکرار در مقالات هستند. نکته جالب توجه این است که در بازهٔ دوم و سوم مفهوم «Deep Learning» به‌طور قابل توجهی در پژوهش‌ها مورد استفاده بوده است و این امر نشان می‌دهد که این موضوع در حال حاضر به‌عنوان یکی از موضوعات جذاب و پر طرفدار پژوهشگران در حوزهٔ سیستم‌های کمک تشخیص پزشکی است.

٤-٥- تحلیل کاربرد سیستم‌هایCAD در پزشکی

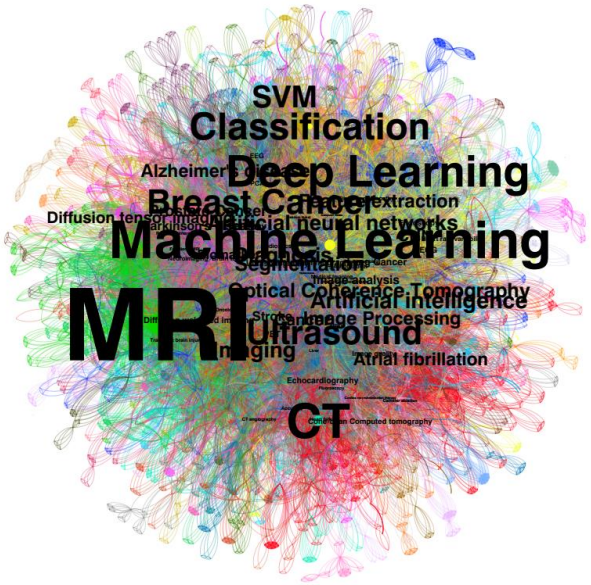
یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد در بازه‌های مورد مطالعه پژوهش بیشترین استفاده از سیستم‌های CAD در بیماری‌های سرطان، قلبی‌عروقی و مغزی

جدول(۳): شاخص مرکزیت بینابینی

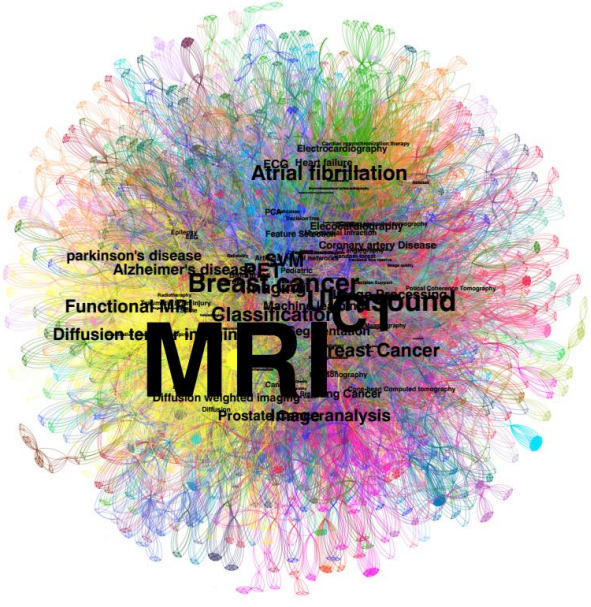
(۲۰۱۵-۲۰۱۶)		(۲۰۱۷-۲۰۱۸)		(۲۰۱۹-۲۰۲۰)	
نام گره	مقدار	نام گره	مقدار	نام گره	مقدار
MRI	14744490	MRI	9262933	Deep Learning	4124187
CT	3902535	Machine Learning	4535882	MRI	3624740
Ultrasound	2126078	CT	4458552	Machine Learning	3612712
Diagnosis	1921490	Deep Learning	3758412	Artificial intelligence	3335398
Atrial fibrillation	1507174	Classification	2370904	CNN	2386663
PET	1477127	Breast Cancer	2335259	CT	1210695
Classification	1414965	Ultrasound	2086918	Diagnosis	1073711
Breast Cancer	1339151	SVM	1405156	Breast Cancer	1056565
SVM	1311182	Artificial intelligence	1376220	Atrial fibrillation	944927
Functional MRI	1295466	Imaging	1347226	Segmentation	859522
Imaging	1218686	Artificial neural networks	1251910	Classificatio n	826548
Image analysis	1215434	Diagnosis	1219901	Alzheimer's disease	806483
Diffusion tensor imaging	1201851	Segmentatio n	1210516	Ultrasound	755924
Alzheimer's disease	1076700	Feature extraction	1202900	Feature extraction	705754
Parkinson's disease	997756	Image Processing	1181773	Radiomics	566878
Prostate Cancer	979942	Alzheimer's disease	1178303	SVM	428562
Image Processing	946011	Atrial fibrillation	1066032	ECG	419469
Segmentation	888507	Cancer	1040195	Image analysis	373578
Machine learning	868437	Diffusion tensor imaging	966828	PET	365252
ECG	814911	CNN	899691	Lung Cancer	349256

جدول(٤): اطلاعات پنج اجتماع اصلی شبکه بازهٔ اول پژوهش

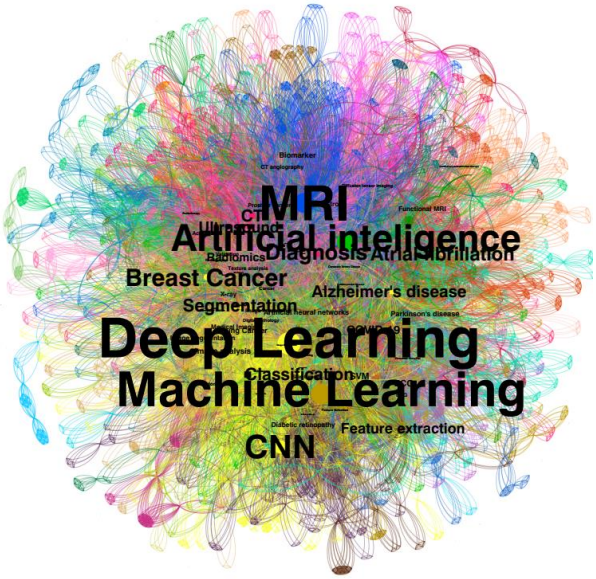
شماره اجتماع	درصد از کل شبکه	رنگ اجتماع	موضوع شاخص (بر اساس مرکزیت بینابینی)
۱	۱۰٪	زرد	**CT**
۲	۹.٦٪	قرمز	**Breast Cancer**
۳	۸.٦٪	آبی	**MRI**
٤	۳.۸٪	سبز	**Diffusion weighted imaging**
٥	۳.۸٪	صورتی	**Atrial fibrillation**



شکل(۳): نمایی از شبکه بازهٔ دوم(۲۰۱۷-۲۰۱۸)



شکل(۲): نمایی از شبکه بازهٔ اول(۲۰۱۵-۲۰۱۶)



شکل(٤): نمایی از شبکه بازهٔ سوم(۲۰۱۹-۲۰۲۰)

جدول(۵): اطلاعات پنج اجتماع اصلی شبکه بازهٔ دوم پژوهش

شماره اجتماع	درصد از کل شبکه	رنگ اجتماع	موضوع شاخص (بر اساس مرکزیت بینابینی)
۱	۱۵.۳٪	زرد	Machine Learning
۲	۸٪	قرمز	MRI
۳	۵.٤٪	آبی	Echocardiography
٤	۵.۳٪	سبز	Atrial fibrillation
۵	٤٪	صورتی	Brain Tumor

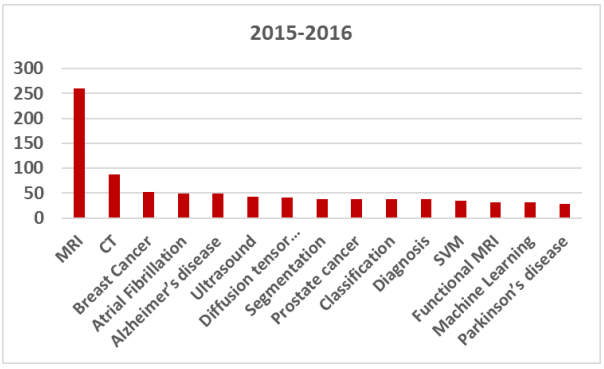
جدول(٦): اطلاعات پنج اجتماع اصلی شبکه بازهٔ سوم پژوهش

شماره اجتماع	درصد از کل شبکه	رنگ اجتماع	موضوع شاخص (بر اساس مرکزیت بینابینی)
۱	۱۱.۹٪	زرد	Deep learning
۲	۷.۵٪	قرمز	MRI
۳	۵.۵٪	آبی	Artificial Intelligence
٤	۵.۵٪	سبز	CT
۵	٤.۷٪	صورتی	Alzheimer's disease

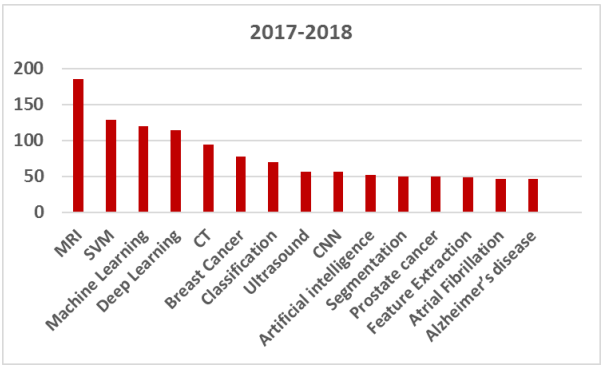
جدول(۷): اجتماعات و ماژولاریتی هر بازه

بازه	تعداد اجتماعات	ماژولاریتی
بازه اول(۲۰۱۵-۲۰۱٦)	٤٦	۰.۷۵
بازه دوم(۲۰۱۷-۲۰۱۸)	٤۸	۰.۷۳
بازه سوم(۲۰۱۹-۲۰۲۰)	٤۱	۰.٦۸

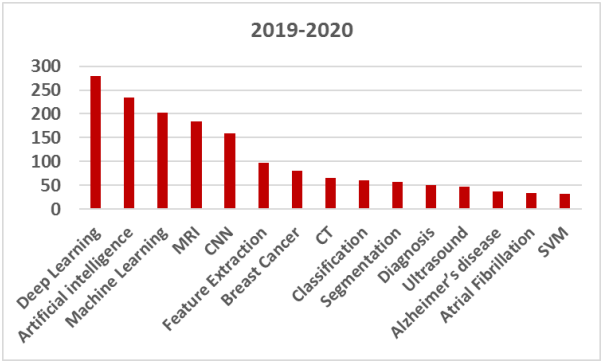
بوده است. این نتایج نشان می‌دهد سیستم‌های CAD در بین انواع سرطان، بیشترین استفاده را در تشخیص سرطان‌های سینه، ریه و پروستات داشته است. ضمن اینکه استفاده از سیستم‌های CAD در بازهٔ سوم(۲۰۱۹-۲۰۲۰) در سرطان‌های پوست، روده بزرگ به نحو قابل توجهی نسبت به دوره‌های قبل رشد داشته است. در بین بیماری‌های مغزی نیز آلزایمر، پارکینسون، اماس [۱۳] و تومورهای مغزی بیشترین استفاده را از سیستم‌های CAD داشته‌اند. در نهایت در ردهٔ بیماری‌های قلبی، از سیستم‌هایCAD بیشتر در تشخیص بیماری عروق کرونری استفاده شده است. شایان ذکر است علاوه بر موارد مذکور در تشخیص بیماری رتینوپاتی دیابتی نیز از سیستم‌های CAD استفاده شده است. همچنین در دورهٔ سوم مورد مطالعهٔ تحقیق با توجه به شیوع پاندمی کووید-۱۹ نتایج تحقیق نشان می‌دهد برخی از محققین به مساله مذکور پرداخته و سعی در به‌کارگیری سیستم‌های CAD در تشخیص زودهنگام بیماری کووید-۱۹ داشته‌اند. یافته‌های دیگر این تحقیق نشان می‌دهد در بین تصاویر استفاده شده برای سیستم‌های کمک تشخیص پزشکی در هر سه دوره مورد بررسی تحقیق روش تصویر برداری MRI بیشترین استفاده را داشته و تصویربرداری CT در جایگاه دوم بوده است.



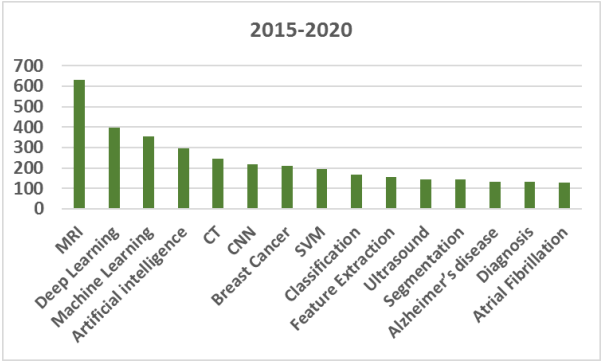
شکل(۵): کلمات پر تکرار بازهٔ اول



شکل(٦): کلمات پر تکرار بازهٔ دوم



شکل(۷): کلمات پر تکرار بازهٔ سوم



شکل(۸): کلمات پر تکرار شش ساله

٤-٦- ارزیابی طبقه‌بندهای استفاده شده در سیستم-های CAD

بررسی یافته‌های این پژوهش نشان داد در بین طبقه‌بندهای موجود، شبکه-های عصبی، ماشین بردار پشتیبان و جنگل تصادفی بیشترین استفاده را در سیستم‌های CAD داشته و درخت تصمیم، طبقه‌بند ترکیبی در رده‌های بعدی قرار دارند. همچنین یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد در بین معیارهای ارزیابی طبقه‌بندها معیارAccuracy وRecall بیشترین توجه و استفاده را در بین معیارهای ارزیابی داشته و سایر معیارها در رده‌های بعدی قرار دارند.

با توجه به مسالهٔ عدم قطعیت در تصاویر پزشکی نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد به‌کارگیری تئوری فازی در دوره منتهی به سال ۲۰۲۰ بیشتر در پژوهش‌های این حوزه استفاده شده است و می‌تواند به‌عنوان موضوعات ترکیبی با پژوهش‌های حوزهٔ سیستم‌های CAD درآینده مطرح شود. شایان ذکر است مفاهیمی نظیر به‌کارگیری اینترنت اشیاء در پزشکی و نیز پزشکی از راه دور و ترکیب آنها با سیستم‌های CAD از مقولاتی هستند که در دورهٔ سوم تحقیق، پژوهش‌های بیشتری را به‌سمت خود معطوف کرده‌اند و می‌توانند به‌عنوان موضوعات پژوهشی آتی محسوب شوند.

٥- نتیجه‌گیری و پیشنهاد کارهای آتی

سیستم‌هایCAD برای کمک به‌متخصصان در تعیین و تشخیص ناهنجاری-های احتمالی با استفاده از نتایج حاصل از آنالیز کامپیوتری تصاویر پزشکی ایجاد شده‌اند. در سال‌های اخیر تشخیص به کمک کامپیوتر به یکی از موضوعات تحقیقاتی مهم در تصویربرداری پزشکی تبدیل شده‌است. لزوم آشنایی با حوزه‌های مختلف آن و نیز عناوین مهم و بروز جهت تحقیق برای پژوهشگران بیش از پیش ضروری است. به همین دلیل یکی ازضروریت‌های پژوهش‌های این حوزه، ارائه نگرشی کلی از حوزه‌های پژوهشی گذشته، حال و آینده و نیز ابعاد پنهان و آشکار سیستم‌های CAD در کاربردهای پزشکی کنونی و آتی است. در این مقاله به تحلیل مقالات نمایه شده در حوزهٔ سیستم‌های کمک تشخیص پزشکی در پایگاه داده PubMed در بازهٔ سال-های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ با رویکرد تحلیل هم‌رخدادی واژگان، پرداخته شد. نتایج این تحقیق نشان داد در بین بیماری‌های مختلف که سیستم‌های CAD از آنها استفاده می‌کند، انواع سرطان، بیماری‌های قلبی‌عروقی[۱۴] و بیماری‌های مغزی بیشترین استفاده از این سیستم‌ها را داشته‌اند. همچنین یافته‌های این تحقیق نشان داد موضوعاتی نظیر سیستم‌های فازی، پزشکی به‌کمک اینترنت اشیاء در ترکیب با سیستم‌های کمک تشخیص پزشکی در دو سال اخیر بیش از پیش مورد توجه محققین در پژوهش‌های خود بوده است که می‌تواند برای موضوعات پژوهشی آتی این حوزه به‌کار گرفته شود. همچنین تحلیل مطالعات حوزه سیستم‌های کمک تشخیص پزشکی در سایر پایگاه داده‌های معتبر جهانی نظیر اسکوپوس و WoS و مقایسه آن با نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان کارهای آتی پژوهش حاضر مورد بررسی قرارگیرد.

مراجع

[1] Yassin, Nisreen IR, et al. "Machine learning techniques for breast cancer computer aided diagnosis using different image modalities: A systematic review." Computer methods and programs in biomedicine 156 (2018): 25-45.

[2] Yanase, Juri, and Evangelos Triantaphyllou. "The seven key challenges for the future of computer-aided diagnosis in medicine." International journal of medical informatics 129 (2019): 413-422.

[3] Awai, Kazuo, et al. "Pulmonary nodules at chest CT: effect of computer-aided diagnosis on radiologists' detection performance." Radiology 230.2 (2004): 347-352.

[4] Takahashi, Ryohei, and Yuya Kajikawa. "Computer-aided diagnosis: A survey with bibliometric analysis." International journal of medical informatics 101 (2017): 58-67.

[5] Firmino, Macedo, et al. "Computer-aided detection (CADe) and diagnosis (CADx) system for lung cancer with likelihood of malignancy." Biomedical engineering online 15.1 (2016): 1-17.

[6] Abe, Yoshiyuki, et al. "A computer-aided diagnosis (CAD) system in lung cancer screening with computed tomography." Anticancer research 25.1B (2005): 483-488.

[7] Jain, Shruti. "Computer Aided Detection system for the Classification of Non Small Cell Lung Lesions using SVM." Current computer-aided drug design (2020).

[8] Dandıl, Emre. "A computer-aided pipeline for automatic lung cancer classification on computed tomography scans." Journal of healthcare engineering 2018 (2018).

[9] Min, Min, et al. "Computer-aided diagnosis of colorectal polyps using linked color imaging colonoscopy to predict histology." Scientific reports 9.1 (2019): 1-8.

[10] Chen, Peng-Jen, et al. "Accurate classification of diminutive colorectal polyps using computer-aided analysis." Gastroenterology 154.3 (2018): 568-575.

[11] Zhou, Guanyu, et al. "Computer aided detection for laterally spreading tumors and sessile serrated adenomas during colonoscopy." PloS one 15.4 (2020): e0231880.

[12] Chang, Chin-Chen, et al. "Computer-aided diagnosis of liver tumors on computed tomography images." Computer methods and programs in biomedicine 145 (2017): 45-51.

[13] Kondo, Satoshi, et al. "Computer-aided diagnosis of focal liver lesions using contrast-enhanced ultrasonography with perflubutane microbubbles." IEEE transactions on medical imaging 36.7 (2017): 1427-1437.

[14] Faust, Oliver, et al. "Computer aided diagnosis of coronary artery disease, myocardial infarction and carotid atherosclerosis using ultrasound images: a review." Physica Medica 33 (2017): 1-15.

[15] Kandil, Heba, et al. "A novel computer-aided diagnosis system for the early detection of hypertension based on cerebrovascular alterations." NeuroImage: Clinical 25 (2020): 102107.

[16] Saravanakumar, S., and P. Thangaraj. "A computer aided diagnosis system for identifying Alzheimer's from MRI

2018)." Radiation Physics and Chemistry 168 (2020): 108577.
[33] Meskarpour Amiri, Mohammad, Taha Nasiri, and Parisa Mahdizadeh. "Subjects Clustering Analysis and Science Mapping on COVID-19 Researches in Scopus database." Journal Mil Med 22.6 (2020): 663-669.
[34] Giannakos, Michail, et al. "Mapping child–computer interaction research through co-word analysis." International Journal of Child-Computer Interaction (2020): 100165.
[35] Shahrabi Farahani, Fateme, Meysam Alavi, Mina Ghasemi, and Babak Teimourpour. "Scientific Map of Papers Related to Data Mining in Civilica Database Based on Co-Word Analysis." International Journal of Web Research 3, no. 1 (2020): 11-18.
[36] Frank, Ove. "Using centrality modeling in network surveys." Social networks 24.4 (2002): 385-394.
[37] Fahimifar, Sepideh, and Farzaneh Sahli. "Co-authorship Network in Scientific Knowledge and Information Science Persian Journals." (2015): 127-151.

زیرنویس‌ها

[1] Computer-Aided Diagnosis
[2] Pattern Recognition
[3] Co-word analysis
[4] Callon
[5] Density
[6] Centrality
[7] Web of Science
[8] Scopus
[9] Python
[10] Degree centrality
[11] Betweenness centrality
[12] Modularity
[13] Multiple Sclerosis(MS)
[14] Cardiovascular Disease

scan using improved adaboost." Journal of medical systems 43.3 (2019): 76.
[17] Huang, Zheng, et al. "A computer-aided diagnosis system for brain magnetic resonance imaging images using a novel differential feature neural network." Computers in biology and medicine 121 (2020): 103818.
[18] Yanase, Juri, and Evangelos Triantaphyllou. "A systematic survey of computer-aided diagnosis in medicine: Past and present developments." Expert Systems with Applications 138 (2019): 112821.
[19] Rip, Arie, and J. Courtial. "Co-word maps of biotechnology: An example of cognitive scientometrics." Scientometrics 6.6 (1984): 381-400.
[20] Ahmadi, H., and F. Osareh. "Co-word analysis concept, definition and application." National Studies on Librarianship and Information Organization 28.1 (2017): 125-145.
[21] He, Qin. "Knowledge discovery through co-word analysis." (1999).
[22] Salemi, Najmeh, and Keyvan Koosha. "Co-citation Analysis and Co-word Analysis in Bibliometrics Mapping: A Methodological Evaluation." Iranian Journal of Information Processing and Management 29.1 (2014): 253-266.
[23] Guns, Raf, Yu Xian Liu, and Dilruba Mahbuba. "Q-measures and betweenness centrality in a collaboration network: a case study of the field of informetrics." Scientometrics 87.1 (2011): 133-147
[24] B. Furht, "Handbook of Social Network Technologies and Applications," Springer, page 3, 2010.
[25] Gan Chunmei, and Weijun Wang. "Research characteristics and status on social media in China: A bibliometric and co-word analysis." Scientometrics 105.2 (2015): 1167-1182.
[26] Yan, Bei-Ni, Tian-Shyug Lee, and Tsung-Pei Lee. "Mapping the intellectual structure of the Internet of Things (IoT) field (2000–2014): A co-word analysis." Scientometrics 105.2 (2015): 1285-1300.
[27] Lin, Yu-Shan. "Topic evolution of innovation academic researches." Journal of Small Business Strategy 26.1 (2016): 25-36.
[28] Chang, Xing, et al. "Hotspots in research on the measurement of medical students' clinical competence from 2012-2016 based on co-word analysis." BMC medical education 17.1 (2017): 162.
[29] Elisabetta, Raparelli, et al. "Structural trend and conceptual evolution of research on genetically modified organisms using a science mapping approach." Journal of Cleaner Production 205 (2018): 329-338.
[30] Baziyad, Hamed, et al. "Mapping the intellectual structure of epidemiology with use of co-word analysis." Journal of Biostatistics and Epidemiology 5.3 (2019): 210-215.
[31] Piñeiro-Chousa, Juan, et al. "Innovation, entrepreneurship and knowledge in the business scientific field: Mapping the research front." Journal of Business Research (2019).
[32] Girard-Perier, Nina, Samuel Dorey, Sylvain RA Marque, and Nathalie Dupuy. "Mapping the scientific research on the gamma irradiated polymers degradation (1975–