تحلیل هم‌واژگانی پروانه‌های ثبت اختراع برای آشکارسازی زمینه‌های موضوعی فناوری

ثریا ذوالفقاری[۱]، فرامرز سهیلی[۲*]، محمد توکلی‌زاده‌راوری[۳]، احمد میرزایی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علم‌سنجی، دانشگاه یزد
۲. استادیار گروه علم و اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه پیام نور
۳. استادیار گروه علم و اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه یزد
۴. استادیار گروه قدرت ـ الکترونیک، دانشگاه یزد

چکیده

تحلیل هم‌واژگانی، یکی از فنون علم‌سنجی است که می‌تواند از طریق پروانه‌های ثبت اختراع، به شناخت مفاهیم و سلسله مراتب روابط بین آن‌ها در یک زمینه از فناوری کمک کند. با این نگاه، پژوهش حاضر در نظر دارد با مطالعه واژگانی پروانه‌های ثبت اختراع مرتبط با فناوری برق ربات زیرسطحی خودکار، زمینه‌های موضوعی مربوط به این فناوری را شناسایی کند. برای این کار، در گوگل پتنت و پایگاه لنز جست‌وجو و تعداد ۲۲۳ پروانه ثبت اختراع بازیابی شد و سپس با روش نیمه‌خودکار نمایه‌سازی شد. پس از یک‌دست‌سازی، تعداد ۱۹۷۵ اصطلاح موضوعی تشخیص داده شد. ماتریس هم‌رخدادی این اصطلاحات، با نرم‌افزار راور ماتریس ایجاد و مرکزیت بینابینی این اصطلاحات با یوسی‌ای نت محاسبه و آن‌هایی که صفر بودند، کنار گذاشته شدند. در نهایت، ۷۰۸ اصطلاح موضوعی باقی ماند. این کار، روایی اصطلاحات مرتبط با فناوری برق ربات زیرسطحی خودکار را تضمین می‌کند. در پایان، نقشه روابط اصطلاحات موضوعی از طریق نرم‌افزار نت دراو ترسیم شد. یافته‌های حاصل از این نقشه‌ها نشان دادند که موضوعات: سیستم ارتباطات، سیگنال‌های صوتی، انتقال سیگنال، ناوبری، سیستم کنترل، آنتن، کاتد، سیستم‌های سونار، تصویرهای سونار، سیستم نیرو، سنسورها، سیستم‌های هماهنگی، سیستم پیرانش و منبع تغذیه، از مرکزی‌ترین موضوعات حوزه برق ربات زیرسطحی خودکار هستند. مطالعه ادبیات مرتبط با رویکردها و گرایش‌ها در حوزه برق ربات زیرسطحی خودکار، انطباق قابل قبولی را بین یافته‌های این پژوهش و ادبیات مورد مطالعه نشان داد. روش به‌کاررفته در این پژوهش می‌تواند به‌عنوان ابزاری کمکی در شناخت فناوری یک محصول مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: تحلیل هم‌واژگانی، پروانه‌های ثبت اختراع، آشکارسازی دانش فنی، تحلیل محتوا، ربات‌های زیرسطحی خودکار.

---

*. نویسنده مسئول مکاتبات: fsohieli@gmail.com

۱- مقدمه

این پژوهش نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با تحلیل هم‌واژگانی پروانه‌های ثبت اختراع، به جنبه‌های موضوعی مختلف یک فناوری پی برد. اهمیت این کار از آنجا ناشی می‌شود که «امروزه بخش اعظم دارایی‌های شرکت‌ها و مراکز پژوهشی مهم جهان را دارایی‌های فکری آنان تشکیل می‌دهد. این دارایی‌ها که به‌طور عمده حاصل فعالیت‌های فکری و پژوهشی است به شکل‌های گوناگونی دیده می‌شود و انواع مهم آن عبارت است از: اختراع ثبت شده (پتنت)، علایم تجاری و خدمات، طرح‌های صنعتی و رازهای تجاری و ... [۱]». تحلیل پروانه‌های ثبت اختراع به‌عنوان سنجه‌ای مناسب برای بررسی میزان پیشرفت علم و فناوری، کشف پتانسیل لازم در کارهای پژوهشی و ترسیم نقشه‌های دانش است [۲]. این مدارک پرکاربردترین منبع تاریخ اطلاعات در مورد فناوری اطلاعات و حاوی اطلاعات دقیق فنی هستند که اغلب در مدارک دیگر یافت نمی‌شوند. به‌عبارتی، در حال حاضر هشتاد درصد از دانش فنی را تنها می‌توان در پروانه‌های ثبت اختراع یافت [۳].

با بالا گرفتن بحث دستیابی به فناوری، پروانه‌های ثبت اختراع و اطلاعات موجود در آن به‌عنوان یک منبع راهبردی، نقش مهمی را در سیاست‌گذاری و جهت‌دهی به فعالیت‌های شرکت‌ها و سازمان‌ها ایفا می‌کنند. از این‌رو دستیابی به فناوری نهفته در پروانه‌های ثبت اختراع اهمیت فزاینده‌ای یافته و شرکت‌ها و سازمان‌ها به‌طور جدی در این زمینه سرمایه‌گذاری می‌کنند. چگونگی استفاده از پروانه‌های ثبت اختراع نیز مستلزم شیوه‌های خاص خود است.

به‌نظر می‌رسد که از طریق داده‌کاوی متن پروانه‌های ثبت اختراع می‌توان به برخی اطلاعات درباره دانش فنی محصول نیز پی برد. دانش فنی محصول، شامل اطلاعات و مهارت‌های مورد نیاز طراحی محصول فنی است [۴] که عبارت‌اند از شرح کامل محصول، کاربردهای محصول، سیستم‌های تأسیساتی موردنیاز، تعیین شرایط و نیازهای تولید در هر مرحله، نیازهای محصول (آب، برق، گاز و ...) و منابع اطلاعاتی مربوط به محصول از جمله مجله‌ها، کتاب‌ها، اختراعات، نرم‌افزارها و ... [۵].

پژوهش حاضر به‌طور خاص به محتوای پروانه‌های ثبت اختراع مربوط به ربات‌های زیرسطحی خودکار توجه دارد که یک محصول مکاترونیکی است.

پیشرفت در وسایل رباتیک زیرآبی، توسعه وسایلی را ممکن ساخته است که می‌توانند داده‌ها را کشف و گردآوری کنند یا حتی برخی از عملیات زیرآبی را انجام دهند که امروزه امکان هدایت آن‌ها در عمق آب بدون استفاده از کابل نیز وجود دارد. این ماشین‌ها را ربات‌های زیرسطحی خودکار[1] می‌نامند. از این ربات‌ها برای جست‌وجو در اعماق اقیانوس و انجام مطالعات اقیانوس‌شناسی و نیز مصارف نظامی استفاده می‌شود. در واقع این ماشین‌های زیرآبی، قادر به پیمودن یک مسیر داده شده و انجام عملیاتی مانند نقشه‌برداری، شناسایی، مین‌یابی و غیره هستند [۶].

این نوع زیردریایی‌ها به‌سرعت توسعه یافته‌اند. در سال ۱۹۸۰، نخستین سمپوزیوم جهانی در زمینه فناوری زیرسطحی‌های هوشمند در آمریکا برگزار شد که تنها ۲۴ نفر شرکت‌کننده داشت. در سال ۱۹۸۷، بیش از ۳۲۰ نفر از دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، آژانس‌ها و کشورهای مختلف در این سمپوزیوم شرکت کردند. در دهه ۱۹۹۰، ربات‌های زیرسطحی خودکار آزمایشگاهی به سامانه‌های عملیاتی تبدیل شدند که می‌توانستند یک سری از وظایف را برمبنای اهداف تعیین‌شده انجام دهند. بسیاری از ربات‌های زیرسطحی خودکار به‌صورت بین‌المللی در این زمان توسعه یافتند [۷]. ربات‌های زیرسطحی خودکار زیادی در جهان توسط ۱۰کشور

1. Autonomous Underwater Vehicles (AUV)

توسعه یافته‌اند. هریک از این‌ها برای هدف یا مأموریت‌های خاصی طراحی شده‌اند، بنابراین تنوع زیاد در ربات‌های زیرسطحی خودکار برمبنای هدف مأموریتی و حداکثر عمق عملیاتی است [۸]. روش‌های متفاوتی برای طبقه‌بندی ربات‌های زیرسطحی خودکار وجود دارد؛ از جمله طبقه‌بندی برمبنای اندازه، هزینه، روش پیش‌برندگی و عمق عملیاتی [۷].

به‌دلیل اینکه مباحث برقی این محصول اهمیت ویژه‌ای دارد، به طور خاص پروانه‌هایی مورد توجه قرار گرفته‌اند که به برق این محصول مربوط هستند. برای تحلیل متون آن‌ها، از روش‌های تحلیل هم‌واژگانی و در پی آن از روش به‌کار رفته در تحلیل شبکه‌های اجتماعی برای ترسیم نقشه‌های موضوعی یا همان نقشه‌های مفهومی استفاده شده است. نقشه‌های مفهومی می‌توانند در تعیین موقعیت حوزه‌های مختلف در چارچوب مفهومی علم کمک کنند، بااهمیت یا بی‌اهمیت بودن زیرحوزه‌ها را نشان دهند و همچنین حوزه اصلی یا زیرحوزه بودن بخش‌های مختلف زمینه علمی مورد مطالعه را مشخص کنند.

نکته بسیار مهم این است که ترسیم نقشه‌های علمی تنها هدف نیست، بلکه پس از ترسیم نقشه‌های موردنظر باید تحلیل و تفسیر آن‌ها را انجام داد که مرحله‌ای بسیار مهم است. به منظور تفسیر نقشه‌های علمی می‌توان از فنون تحلیل شبکه‌های اجتماعی استفاده کرد. نقشه‌های علمی دارای ساختاری مشابه شبکه‌های اجتماعی هستند [۹]. مطالعه کمی و دیداری‌سازی شبکه‌های اجتماعی (موجودیت‌های اجتماعی و روابط میان آن‌ها) با استفاده از برنامه‌ها و نرم‌افزارهای رایانه‌ای را تحلیل شبکه‌های اجتماعی می‌گویند. تحلیل شبکه‌های اجتماعی روشی عملی برای تبدیل مفاهیم و الگوهای ساختاری روابط اجتماعی، رفتاری، فردی و ... به شاخصه‌های قابل درک و اندازه‌گیری است. شبکه‌های اجتماعی در دو سطح خرد و کلان بررسی می‌شوند. شاخص‌های مرکزیت به‌عنوان شاخص‌های خرد و شاخص‌های متعددی مانند چگالی، انسجام، ضریب خوشه‌بندی، مؤلفه، میانگین فاصله، قطر شبکه، محفل، تمرکز و غیره به‌عنوان شاخص‌های کلان تحلیل شبکه‌ها هستند.

۲- پیشینه پژوهش

جست‌وجوهای صورت‌گرفته، هیچ گونه پژوهشی را در زمینه ترسیم نقشه‌های موضوعی حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار به روش تحلیل هم‌واژگانی نشان نداد. بیشتر متون مربوط به تحلیل شبکه‌های اجتماعی، تحلیل هم‌واژگانی و ترسیم نقشه‌های علمی سایر حوزه‌ها است. مرتبط‌ترین اثر به کار حاضر، پژوهش لوئی‌پور درباره روند توسعه فناوری ربات‌های زیرسطحی خودکار در گذر زمان است که توضیحاتی در خصوص توجیه فنی ـ اقتصادی استفاده از شناورهای زیرآبی و همچنین لزوم دستیابی به فناوری‌های مرتبط با این سامانه در دنیا و در کشور داده است [۶].

پژوهش‌های ترسیم علم در دنیا از دهه ۱۹۷۰ مورد توجه گارفیلد، بنیان‌گذار مؤسسه آی‌اس‌آی[1] و پژوهشگران دیگر قرار گرفته است. در زمینه تحلیل هم‌واژگانی، یکی از کارهای اولیه توسط باوئوین[2] انجام شد تا رابطه دینامیک بین موضوعات حوزه آبزیان را در سال‌های ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۱ به دست آورد [۱۰]. لاو، کالون و ریپ[3] کتابی را با عنوان سنجش روابط پویا در علم و فناوری ویرایش کردند. این کتاب، یک اثر پایه در حوزه تحلیل هم‌واژگانی محسوب می‌شود [۱۱].

بعضی از پژوهشگران [۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵]، مطالعاتی را در زمینه تجزیه و تحلیل هم‌واژگانی انجام

1 . Institute for Scientific Information(ISI)
2. Bauin
3. Callon، law & Rip

داده‌اند. این در حالی است که انجام این نوع پژوهش‌ها در ایران سابقه چندانی ندارد.

در خصوص دسته‌بندی موضوعات ربات‌های زیرسطحی خودکار، بلیدبرگ[1] (۲۰۰۱) معتقد است که تهیه فهرستی از فناوری‌های لازم برای ربات‌های زیرسطحی خودکار بسیار سخت است و هر فهرستی که ایجاد شود کامل نخواهد بود. وی فهرستی از فناوری‌هایی را نشان می‌دهد که در سه دهه گذشته در حوزه ربات‌های زیرسطحی خودکار مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ مانند هوشمندسازی، انرژی، ناوبری، حسگر و ارتباطات [۱۶].

کورتاین[2] و همکاران نیز معتقدند مباحث اصولی در ربات‌های زیرسطحی خودکار عبارت است از پلاتفورم (شامل اندازه، هزینه، روش پیش‌برندگی، عمق عملیاتی)، ناوبری، کنترل، انرژی، ارتباطات و سنسورها که با فهرست بلیدبرگ همخوانی دارد [۱۷].

از جنبه مطالعات واژگانی در ایران می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره کرد.

محمدی در پژوهشی با عنوان «حوزه‌های تشکیل‌دهنده فناوری و علم نانو در ایران» به شناسایی و ترسیم حوزه‌های موضوعی تشکیل‌دهنده فناوری و علم نانو پرداخته است [۱۸]. شکفته و حریری نیز در پژوهش دیگری، ترسیم و تحلیل نقشه علمی پزشکی ایران را با استفاده از روش‌های هم‌استنادی موضوعی و معیارهای تحلیل شبکه انجام داده است [۹]. تیمورپور و همکاران در پژوهشی با عنوان «روشی نوین برای دسته‌بندی هوشمند متون علمی» با روش‌های متن‌کاوی و علم‌سنجی به مطالعه موردی مقالات فناوری نانو متخصصان ایران پرداخته است [۱۹].

برزین‌پور و اسدی در پژوهشی با عنوان «ارائه چارچوب مفهومی ترسیم نقشه دانش مبتنی بر استخراج عوامل کلیدی موفقیت»، ضمن بررسی عوامل کلیدی تأثیرگذار بر موفقیت ترسیم نقشه دانش، چارچوب مفهومی جامعی را برای ترسیم نقشه دانش ارائه می‌دهند تا از این طریق توجه بیشتری را به این گام بنیادین و ضروری دانش، جلب کنند [۲۰].

مهدی زاده‌مرقی و همکاران ترسیم نقشه علم ماساژ درمانی را طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ در پایگاه اسکاپوس، با استفاده از تحلیل هم‌آیندی واژگان به‌عنوان یکی از روش‌های تحلیل محتوا انجام داده‌اند [۲۱].

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی ـ اسنادی است که با رویکرد تحلیل هم‌واژگانی از طریق تحلیل شبکه‌های اجتماعی صورت گرفته است. برای انجام این پژوهش، ابتدا پروانه‌های ثبت اختراع حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار که در پایگاه‌های گوگل پتنت[3] و لنز[4] نمایه شده بودند به‌صورت تمام متن بازیابی شدند. برای یافتن پروانه‌های ثبت اختراع مرتبط، از روش جست‌وجوی دوگانه کلیدواژه ـ رده استفاده شد؛ به این ترتیب که دستور داده شد تا پروانه‌هایی با کلیدواژه "Autonomous Underwater Vehicle" بازیابی شوند. در کنار این کلیدواژه، جست‌وجو به رده H محدود شد. این رده، در رده‌بندی جهانی پروانه‌های ثبت اختراع به پروانه‌هایی داده می‌شود که موضوع آن‌ها برق است. از طریق این راهبرد، در هر یک از پایگاه‌های یادشده جست‌وجو صورت گرفت. پروانه‌های بازیابی شده از طریق این جست‌جو با هم مقایسه شدند تا موارد مشترک شناسایی شوند. عمل شناسایی با توجه به شماره ثبت اختراع و با توجه به امکانات نرم‌افزار اکسل صورت گرفت؛ به‌گونه‌ای که اگر دو شماره مشابه وجود داشت، یکی حذف می‌شد. در نهایت

1. Blidberg
2. Curtin
3. Google Patent
4. Lens

تعداد ۲۲۳ پروانه ثبت اختراع باقی ماند که فرمت آن‌ها از «اچ‌تی‌ام‌ال[1]» به متن ساده تبدیل شد.

نخستین قدم در تحلیل هم‌واژگانی، استخراج کلیدواژه‌ها از رکوردهای اطلاعاتی موجود است [۱۱]. بر این مبنا، مرحله بعدی، نمایه‌سازی موضوعی این پروانه‌ها بود تا کلیدواژه‌های هر پروانه ثبت اختراع تعیین شود.

واژه‌هایی که در تحلیل‌های هم‌واژگانی به‌کار می‌رود، می‌تواند از اصطلاحات کنترل‌شده‌ای که توسط یک فرد به یک مدرک داده شده تا واژه‌های موجود در یک متن کامل، متفاوت باشد. در پژوهش‌های مشابه اولیه فقط کلیدواژه‌های اصطلاح‌نامه‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت، بعدها برای استخراج این کلیدواژه‌ها، توجه به عنوان، چکیده و متن کامل گسترش یافت. درباره اینکه چه بخشی از متن باید مورد توجه قرار گیرد، نظریات متفاوت است. مورگان و روتو[2] (۱۹۹۷) توصیه کردند که تحلیل واژگانی باید روی چکیده‌ها با استفاده از واژه‌هایی که خبرگان صنعت پیشنهاد می‌دهند، انجام شود تا به تعیین موضوعات مورد توجه بیشتری در یک حوزه تحقیقاتی کمک کند [۱۱] در این پژوهش، برای نمایه‌سازی، متن کامل پروانه‌های ثبت اختراع در نظر گرفته شد. یکی از مزایای تمام متن در برابر روش‌های دیگر، توان استخراج اصطلاحات دارای فراوانی پایین، اما مهم است.

برای نمایه‌سازی متن کامل پروانه‌های ثبت اختراع، از روش نیمه‌خودکار استفاده شد، به این صورت که یک برنامه رایانه‌ای به زبان سی‌شارپ، با الگوریتم «شکاف‌ـگلچین» نوشته شد. برمبنای این الگوریتم، حروف اضافه و افعال و هر آنچه در متن مفهومی ندارد، با یک علامت ستاره جایگزین شد (شکاف‌دهی). سپس، هر آنچه بین دو ستاره قرار گرفته بود به‌عنوان یک اصطلاح احتمالی در نظر گرفته شد. این اصطلاحات احتمالی با تلفیقی از چهار عامل فراوانی اصطلاحات در متن، میانگین فراوانی واژه‌های تشکیل‌دهنده اصطلاح موضوعی، تعداد واژه‌های تشکیل‌دهنده آن اصطلاح و تعداد حضور آن اصطلاح به‌عنوان جزیی از اصطلاحات دیگر، وزن‌دهی شدند. در پایان با یک تابع لگاریتمی تعداد کلیدواژه‌هایی که باید از آن متن استخراج شود، تعیین شده و با در نظر گرفتن مسئله رابطه اعم و اخص بین موضوعات، مهم‌ترین کلیدواژه‌ها انتخاب (گلچین) شدند [۲۲].

حاصل این نمایه‌سازی ۶۷۵۰ واژه و عبارت بود که وارد نرم‌افزار راور ماتریس شدند. با امکاناتی که در این نرم‌افزار وجود دارد، موضوعاتی که دقت یا جامعیت کافی نداشتند، حذف شدند، همچنین موضوعاتی که از نظر املایی با هم تفاوت داشتند و نیز جمع و مفرد واژه‌ها یکدست شدند. در پایان، ۱۹۷۵ کلیدواژه باقی ماند.

ماتریس هم‌رخدادی این کلیدواژه‌ها از طریق نرم‌افزار راور ماتریس ایجاد شد. ایده «تحلیل هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها» که در سال ۱۹۸۳ توسط کالون مطرح شد این بود که آمدن کلمات با هم در یک مدرک، نشان‌دهنده محتوای آن مدرک است. بنابراین اگر میزان این هم‌رخدادی را اندازه‌گیری کنیم، می‌توانیم شبکه مفاهیم یک زمینه علمی را ترسیم کنیم. این نقشه‌ها با شمارش تعداد دفعات با هم آمدن هر اصطلاح موضوعی با موضوعات دیگر ترسیم می‌شوند [۲۳]؛ برای مثال، در این پژوهش، حداکثر هم‌رخدادی دو اصطلاح می‌تواند ۲۲۳ بار (به تعداد کل پروانه‌های ثبت اختراع) و دست‌کم صفر بار باشد (یعنی، دو اصطلاح در هیچ پروانه ثبت اختراعی با هم نیامده‌اند).

مرحله بعدی، سنجش روایی کلیدواژه‌ها بود. برای این کار مرکزیت بینابینی اصطلاحات محاسبه شد. سنجه مرکزیت بینابینی، موقعیت یک موجودیت را درون یک شبکه بر حسب توانایی‌اش برای ایجاد ارتباط با سایر زوج‌ها یا گره‌ها در شبکه، شناسایی می‌کند.

1. Hyper Text Markup Language (HTML)

2. Morgan & Rotto

به‌طورکلی مرکزیت بینابینی نقطه‌ای است که بینابین بسیاری از جفت نقاط دیگر باشد. در واقع نقاطی واسطه‌ای هستند که راه‌های ارتباطی نقاط دیگر از آن‌ها می‌گذرد. این نقاط دارای قدرت ایزوله کردن یا افزایش ارتباطات هستند [۲۴]. گره‌هایی که به‌عنوان واسطه برای جریان اطلاعات عمل می‌کنند نمرات بینابینی بالایی خواهند داشت. یک عامل بینابین می‌تواند کنترل‌کننده جریان اطلاعات یا تبادل منابع باشد [۲۵].

پس از مراحلی که در بخش یافته‌ها به آن اشاره می‌شود، ماتریس نهایی به نرم‌افزار نت دراو[1] وارد شد. این نرم‌افزار امکان به تصویر درآوردن روابط بین گره‌های شبکه را فراهم می‌سازد. در این پژوهش، هر موضوع یک گره محسوب می‌شود. علاوه بر اینکه نقشه کلی روابط اصطلاحات موضوعی حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار ترسیم شد، برای هر یک از چهارده اصطلاحی که در بالاترین مرکزیت بینابینی قرار داشتند، نقشه شبکه خصوصی (ایگو)[2] ترسیم شد. وقتی که روی یک عامل (در اینجا اصطلاح موضوعی) در شبکه تمرکز شود، آن عامل در اصطلاح ایگو نامیده می‌شود. شبکه خصوصی یک عامل زمانی ایجاد می‌کند که در یک شبکه، تنها آن عامل و عامل‌هایی که به‌طور مستقیم با آن ارتباط دارند، حضور پیدا کنند [۲۶].

در پایان، هر شبکه خصوصی مورد توجه دقیق قرار گرفت. کانون توجه، واژه‌های به‌کار رفته در اصطلاحات آن شبکه بودند؛ برای مثال، واژه سیگنال در اصطلاحات انتقال سیگنال، سیگنال‌های صوتی و فراوانی سیگنال نشان می‌دهد که این واژه در آن شبکه خصوصی حضور زیادی دارد، از این‌رو به‌عنوان یکی از موضوعات اصلی آن شبکه خصوصی تشخیص داده می‌شد.

۴- یافته‌ها

در این بخش به نتایج حاصل از تحلیل محتوای پروانه‌های ثبت اختراع حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار با رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی پرداخته می‌شود.

یافته‌ها نشان می‌دهند که ۱۹۷۵ اصطلاح موضوعی در متون فنی مربوط به برق ربات‌های زیرسطحی خودکار به‌کار رفته است. پس از آنکه این تعداد اصطلاح موضوعی حاصل شد، از طریق نرم‌افزار یوسی‌نت، مقدار مرکزیت بینابینی هریک از این اصطلاحات محاسبه شد. خروجی به‌دست آمده نشان داد که ۱۲۶۷ مورد از آن‌ها دارای مرکزیت بینابینی صفر و نزدیک به صفر هستند. این گروه از اصطلاحات از طریق یک برنامه نرم‌افزاری به زبان سی‌شارپ، از ماتریس هم‌رخدادی حذف شدند که در نتیجه، ۷۰۸ اصطلاح باقی ماند. این کار در عمل تغییری در مرفولوژی شبکه ایجاد نمی‌کند و این مزیت را دارد که اصطلاحاتی را که در شکل‌دهی ساختار شبکه موضوعی نقش دارند، از سایر اصطلاحات به‌دست آمده متمایز سازد. به عبارتی، اصطلاحاتی را برمی‌گزینند که در یک حوزه، نقش اساسی‌تری دارند.

پس از ایجاد ماتریس هم‌رخدادی ۷۰۸ اصطلاح اساسی حوزه برق زیرسطحی‌های هوشمند، نقشه روابط موضوعی آن‌ها از طریق نرم‌افزار نت‌دراو ترسیم شد. شکل (۱) نمایی از این نقشه را نشان می‌دهد.

در شکل (۱) دایره‌ها نمایانگر یک اصطلاح موضوعی در زمینه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار است. هرچه دایره‌ها بزرگ‌تر باشند نشان از آن است که این اصطلاح موضوعی در پروانه‌های ثبت اختراع مرتبط با موضوع پژوهش، مرکزیت بالاتری از جنبه ایجاد ارتباط بین سایر موضوعات را دارد. خطوط بین این دایره‌ها نمایانگر ارتباط بین اصطلاحات موضوعی است. به‌علت شلوغی نقشه‌ها، در بسیاری از موارد این خطوط از هم قابل

1. NetDraw

2. Ego

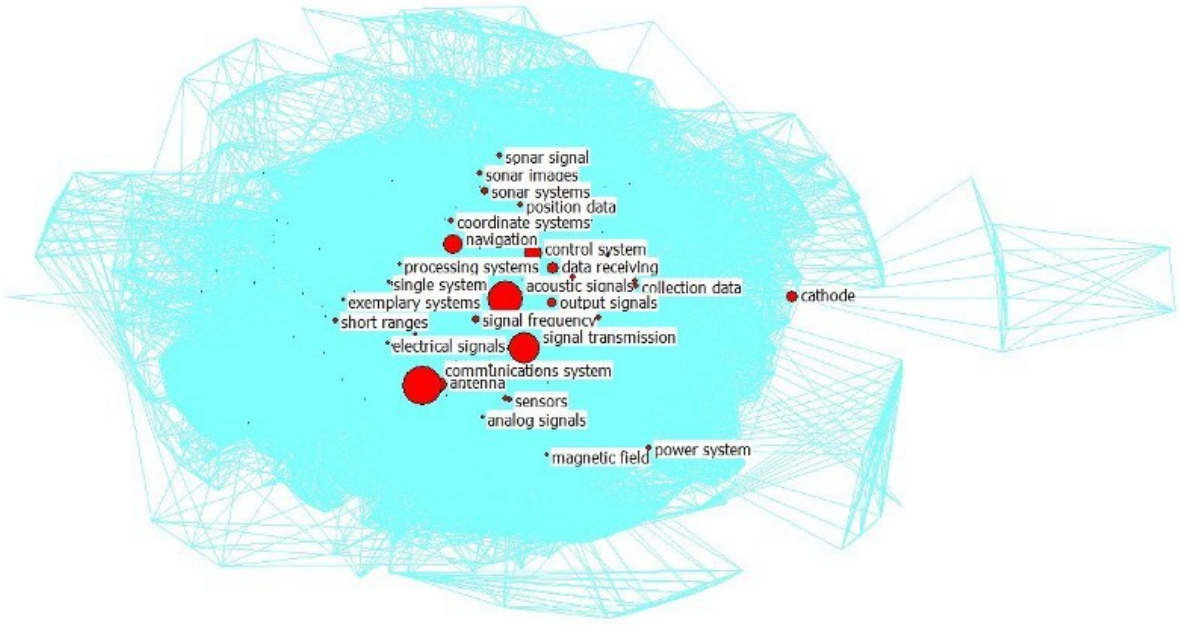
تشخیص نیستند. نوشته‌های روی این نقشه، عناوین اصطلاحات موضوعی هستند که در بالای سمت راست گره مربوط به خود قرار گرفته‌اند.

همان‌گونه که شکل (۱) نشان می‌دهد، مرکزی‌ترین مباحث در حوزه فناوری برق ربات‌های زیرسطحی خودکار از نظر پیونددهندگی بین اصطلاحات دیگر به‌ترتیب اندازه مرکزیت، به‌صورت زیر است:

سیستم‌های ارتباطی، سیگنال‌های صوتی، انتقال سیگنال، ناوبری، سامانه‌های کنترلی، آنتن، کاتد، سیستم‌های سونار، سنسورها، سیستم‌های هماهنگ‌کننده، سیستم‌های پیرانش و منبع تغذیه.

یافته دیگر نشان می‌دهد که شبکه خصوصی هر یک از موضوعات بالا با چه مباحثی مرتبط هستند. به‌عنوان نمونه و برای رعایت اختصار، قسمتی از نقشه مرکزی‌ترین شبکه خصوصی در زیر آمده و برای سیزده موضوع مرکزی دیگر نیز به همین نحو عمل شده است؛ به‌عنوان مثال، شکل (۲) نشان می‌دهد که موضوع «سیستم ارتباطات[1]» با چه موضوعاتی به‌طور مستقیم در ارتباط است. چون حجم نقشه زیاد است و نشان دادن آن در یک شمای کلی باعث از بین رفتن جزییات می‌شود، این نقشه به چهار بخش شکسته شده و برای رعایت اختصار، تنها یک بخش آن در شکل (۲) آمده است.

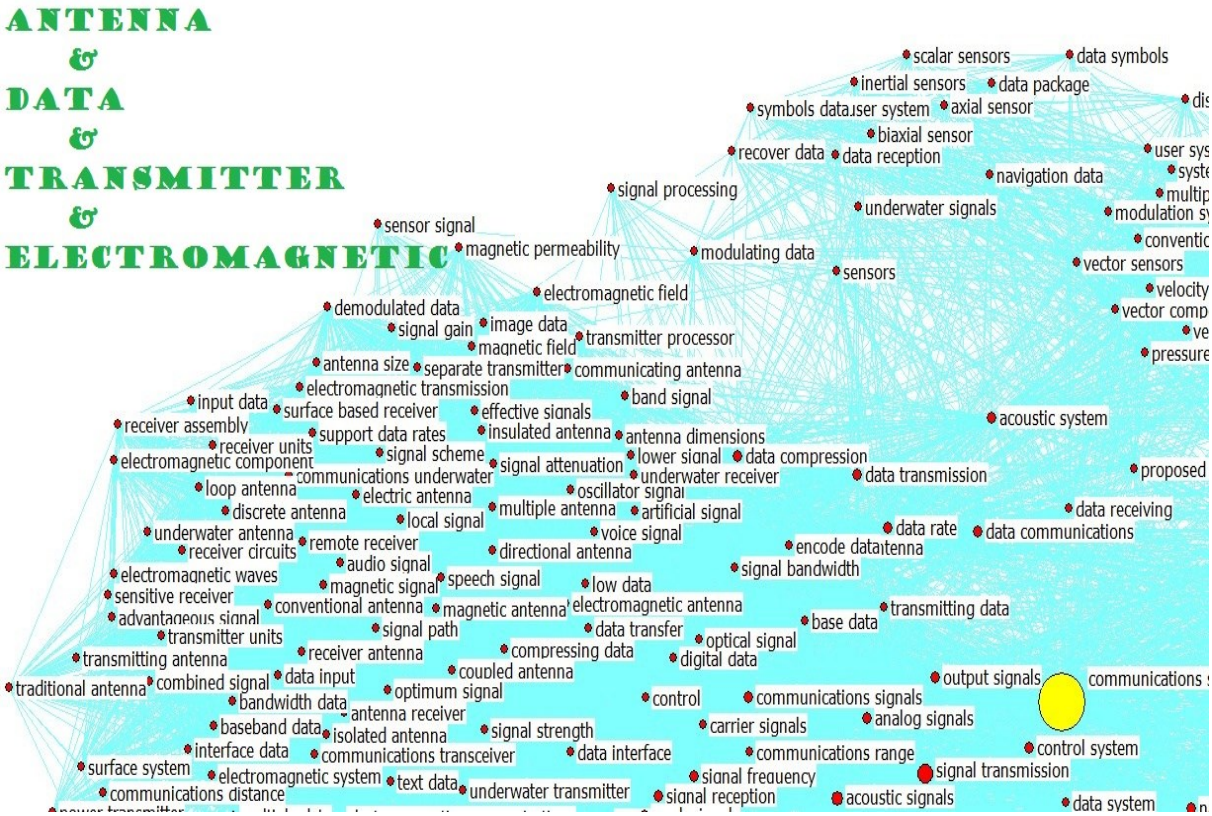
با توجه به اینکه هر اصطلاح موضوعی می‌تواند از چند واژه تشکیل شود، واژه‌هایی که در ترکیب حضور فراوانی دارند می‌توانند گویای ارتباط مفهومی آن واژه‌ها با زمینه اصطلاح موضوعی موردنظر باشند. وقتی که یک واژه با اصطلاحات مهم می‌آید خود آن واژه یک اصطلاح ساده محسوب می‌شود. واژه‌ای که غالباً با یک اصطلاح مهم می‌آید با آن تشکیل یک اصطلاح عبارتی مرکب را می‌دهد. به این ترتیب، یکی از نکات مهم در این پژوهش توجه به واژه‌های مهمی است که غالباً در ترکیب اصطلاحات موجود در شبکه خصوصی اصطلاحات دارای مرکزیت بینابینی بالا به‌کار رفته است.



شکل ۱- نقشه کلی روابط موضوعی برق ربات‌های زیرسطحی خودکار در پروانه‌های ثبت اختراع

1. Communications System

با توجه به موارد بیان شده، به‌صورت چشمی شبکه خصوصی هر اصطلاح دارای مرکزیت بینابینی بالا، مورد توجه قرار گرفت و واژه‌هایی که در ترکیبات آن شبکه به تعداد زیادی حضور دارند، با امکانات نرم‌افزار پینت[1] در بالای سمت چپ هر بخش از نقشه شبکه‌های خصوصی یادداشت شدند؛ برای مثال، در بالای سمت چپ شکل (۲)، واژه‌هایی که به‌صورت ضخیم آورده شده‌اند، آن‌هایی هستند که تکرار حضورشان در اصطلاحات آن بخش بالا است؛ یعنی اصطلاحات آنتن، داده‌ها، انتقال‌دهنده و الکترونیک. نتیجه این روش در جدول (۱) آمده است.



شکل ۲- بخش اول از نقشه روابط موضوعی شبکه خصوصی سیستم ارتباطات برق ربات‌های زیرسطحی خودکار در پروانه‌های ثبت اختراع

جدول (۱) از دو ستون تشکیل شده که ستون سمت راست، نام شبکه خصوصی و ستون سمت چپ واژه‌هایی است که شبکه اگو در آن حضور فراوانی دارد؛ به‌عنوان مثال، در ردیف آخر، موضوع تأمین نیرو[2] در فناوری برق زیرسطحی‌های هوشمند مرتبط با موضوعات انرژی، فشار، کنترل، ذخیره‌سازی، سرعت، پیرانش و مغناطیس، نشان داده شده است.

برداشت دیگری که می‌توان از این جدول داشت این است که مسائل مشترک محورها (شبکه اگو) چه چیزی است و همچنین کدام موضوعات از مسائل خاص هر محور به‌شمار می‌آید؛ برای مثال، در ستون سمت چپ از ردیف آخر در جدول (۱)، واژه انرژی و سرعت وجود دارد که در ردیف‌های دیگر موجود نیست. به این معنا که مسئله انرژی تنها در محور تأمین نیرو مطرح است.

1. Paint

2. Power Supply

در مقابل، واژه کنترل در دو محور تأمین نیرو و سیستم پیرانش و نیز واژه سیگنال در محورهای انتقال سیگنال، سیستم کنترل، سیستم‌های هماهنگ‌کننده، سیگنال‌های صوتی و نیز سیستم ارتباطات موجود است.

در ادامه، برای درک میزان انعکاس واقعیت‌ها و مسائل موضوعی حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار در یافته‌های کمی (حاصل از تحلیل شبکه‌های اجتماعی)، یک مقایسه ضمنی بین این یافته‌ها و مباحث مطرح در ادبیات این حوزه انجام شد. به این منظور، برخی از منابع مروری و همچنین منابع پایه در زمینه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار به روش کتابخانه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت.

جدول ۱- موضوعات اصلی و واژه‌های پرکاربرد در نقشه روابط موضوعی برق ربات‌های زیرسطحی خودکار در پروانه‌های ثبت اختراع

موضوع اصلی	واژه‌های پر کاربرد در شبکه خصوصی(EGO) موضوع اصلی
Communications System	Antenna, Data, Transmitter, Electromagnetic, Channel, Velocity, Sensor, Signal, Communications, Systems, Position
Acoustic Signals	Systems, Acoustic, Data, Signal, Messege, Communications
Signal Transmission	Communications, Transmission, Data Signal, Sensors, Systems, Sonar, Antenna, Signal, Electromagnetic, Demodulation
Navigation	Data, Communications, Electromagnetic, Antenna, Velocity, Position, Array, Systems, Image, Transponder, Transducer, Frequency
Control System	Data, Position, Signal, Antenna, Fuel, Velocity, Propulsion, Pressure, System
Antenna	Signals, Transmitting, Data, Channel, Velocity, Acoustic, Receiver, Station, Communications, Electromagnetic
Cathode	Cathode, Signals, Plate, Electrode
Sonar Systems	Position, Acoustic, Signal, Image, Systems, Transducer, Beam, Array
Sonar Images	Array, Image, Position, Systems, Frequency, Beam, Sonar, Transducer, Data, Transmission
Power System	Fuel, Signals, Communications, Data
Sensors	Sensor, Data, Magnetic
Coordinate System	Image, Signal, Sonar, Systems, Position, Frequency, Data, Navigation, Array
Propulsion System	Acoustic, Receiver, Control
Power Supply	Energy, Pressure, Control, Storage, Speed, Propulsion, Magnetic

برای اینکه بتوان به انطباق بین یافته‌های حاصل و واقعیت‌های موجود در فناوری ربات‌های زیرسطحی خودکار پی برد، نیاز است نگاهی به انواع این نوع محصول و توانمندی‌های آن داشت. ربات‌های زیرسطحی خودکار را برمبنای رژیم عملیاتی می‌توان به سه نوع گسترده شامل سطحی، داخلی و زیرسطحی تقسیم کرد.

نوع نخست (سطحی)، به‌عنوان اشاعه داده‌ها، پیوندهای ارتباطی و ناوبری به‌کار می‌روند. این وسایل نقلیه باید توانمندی‌های مختلفی در زمینه اکوستیک و ارتباطات رادیویی داشته باشند و همچنین دارای رایانه‌های با حافظه بالا باشند. این نوع از ربات‌های زیرسطحی خودکار توان خود را از طریق موتورهای مکش هوا یا انرژی موج و خورشیدی قابل برداشت، دریافت می‌کنند و

به‌عنوان یک مرکز کنترل، مثل یک سرور شبکه عمل کرده که به‌صورت اکوستیک بین اطلاعات ارسال شده زیرسطحی و انتقالات رادیویی بالاسطحی، ارتباط ایجاد می‌کنند.

نوع دوم (داخلی)، به‌عنوان یک سنسور متحرک به‌کار می‌روند و انواع مختلف سنسورها را دارند که به کمک آن‌ها می‌توانند از طریق آب، ناوبری و ... ارتباط ایجاد کنند. این وسایل با آنتن‌های مختلف، فرایندها و سیگنال‌های مورد علاقه را در اقیانوس‌ها کشف و اندازه‌گیری می‌کنند و نیروی خود را از باتری‌های قابل شارژ یا سلول‌های سوخت پیشرفته دریافت می‌کنند.

نوع سوم (زیرسطحی)، برای حمل و نقل تانکرها و ناوبری‌های مرتبط به‌کار می‌روند. در این وسایل، روش ذخیره انرژی بهبود یافته است و برای انتقال انرژی از وسایل دیگر استفاده می‌کنند. به‌عنوان سایر کاربردهای آن می‌توان به یدک‌کش برای ترانزیت در مسافت‌های طولانی اشاره کرد. حرکت آن‌ها به‌صورت عمودی است و در صورت نیاز می‌توانند از ربات‌های زیرسطحی خودکار نوع اول یا یک کشتی سوخت‌گیری بهره بگیرند. همچنین می‌توانند در مواقع نیاز به‌صورت افقی حرکت کنند [۷].

مرکزی‌ترین موضوع در پروانه‌های ثبت اختراع سیستم ارتباطات است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در هر سه نوع ربات زیرسطحی خودکار، بحث ارتباطات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که برجسته‌ترین موضوع در پروانه‌های ثبت اختراع محسوب شده و نقشه‌های موضوعی حاصل از این پژوهش قادر به کشف آن بوده است. بیشتر موضوعات مرکزی دیگر، به‌گونه‌ای به بحث ارتباطات مربوط می‌شوند.

در محیط زیر آب، ارتباطات اکوستیک یکی از مهم‌ترین سامانه‌های ارتباطی موجود برای طراحان سیستم محسوب می‌شوند. برخی از برنامه‌های توسعه، فناوری‌های دیگر مانند ارتباطات لیزری را در یک محدوده کوتاه و نسبتاً خالی از پارازیت[1] بررسی کرده‌اند. در ده سال گذشته، پیشرفت‌های مهمی در ارتباطات اکوستیک صورت گرفته است [۸]. یافته‌های این پژوهش، «سیگنال‌های صوتی» را نیز به‌عنوان دومین موضوع برجسته حوزه ربات‌های زیرسطحی خودکار کشف کرده است. موضوع «انتقال سیگنال» نشان می‌دهد که در بحث ارتباطات که هدف اصلی ربات‌های زیرسطحی خودکار است، انتقال سیگنال، به‌ویژه سیگنال‌های اکوستیک در فناوری ربات‌های زیرسطحی خودکار اهمیت فراوانی دارد.

مبحث «ناوبری» نیز یکی از موضوعات اصلی حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار است که در پژوهش حاضر دارای مرکزیتی بالا در بین سایر موضوعات مربوط است. سیستم ناوبری وظیفه تعیین موقعیت، سرعت و شتاب زیرسطحی در هر سه راستا را برعهده دارد [۲۷]. در ربات‌های زیرسطحی خودکار از سه روش اصلی ناوبری استفاده می‌شود:

- سامانه‌های اندازه‌گیری اینرسی (شتاب و سرعت) و محاسبات از دست‌رفته[2]
- ناوبری اکواستیک[3]
- ناوبری ژئوفیزیکی[4]

روش ناوبری جغرافیایی از اطلاعات از پیش تعیین شده از طریق عوامل جغرافیایی مانند میدان مغناطیسی، جاذبه و غیره و مقایسه آن‌ها بهره می‌گیرد. وقتی که ربات‌های زیرسطحی خودکار یک هم‌خوانی بین داده‌های سنسور و پایگاه اطلاعاتی خود یافت، می‌تواند موقعیت مکانی را تعیین کند [۲۸]. اگر نگاهی به شبکه خصوصی این موضوع در جدول (۱) بیندازیم،

1. noise
2. Dead – Reckoning and Inertial Measurement System (INS)
3. Acoustic Navigation
4. Geophysical Navigation Techniques

می‌بینیم که واژگان مرتبط با ناوبری ارتباط عمیقی با موضوعاتی دارد که در اینجا بحث شد. برای مثال، موضوعاتی مانند سرعت، داده‌ها، ارتباطات و غیره.

سامانه‌های کنترلی یکی از مهم‌ترین بخش‌های ربات‌های زیرسطحی خودکار هستند. این سامانه‌ها برای تنظیم عمق، سرعت و زاویه اولر به‌کار می‌روند. موضوع «سیستم‌های کنترلی» نیز به‌عنوان یکی از مباحث اصلی برق ربات‌های زیرسطحی خودکار تشخیص داده شده است. طبق یافته‌های این پژوهش، موضوعات سیگنال، داده‌ها، سرعت، سوخت، موقعیت، آنتن، فشار، سیستم و پیرانش[1] از موضوعات اصلی این مبحث به شمار می‌روند.

ارتباطات و ناوبری در ربات‌های زیرسطحی خودکار به‌شدت با موضوع «آنتن‌ها» در ارتباط است. اگر به جدول (۱) نگاهی بیندازیم در ستون «واژه‌های پرکاربرد در شبکه موضوعات اصلی» می‌بینیم که موضوع «آنتن» یکی از موضوعات مرتبط با هر یک از موضوعات اصلی است. اگر موضوع «آنتن» را به‌عنوان یکی از موضوعات اصلی در نظر بگیریم، خود با موضوعاتی مانند سیگنال‌ها، داده‌ها، اکوستیک[2]، سرعت، کانال، دریافت‌کننده[3]، ارتباطات، ایستگاه، انتقال[4]، الکترونیک و سرعت در ارتباط است. اشاعه اکوستیک در ارتباطات از طریق بی‌سیم و آن هم در زیر آب، ذاتاً بسیار پیچیده است و با کانال‌های اکوستیک ارتباط دارد. در مبحث ارتباطات انتشار اکوستیکی[5]، کانال‌های اکوستیک زیردریایی می‌توانند انتشارهای چند مسیری را نمایش دهند. بیش از آن مسیر اشاعه صدا می‌تواند نامتقارن باشد، زیرا سرعت صدا و ویژگی‌های عمقی متفاوت هستند. برای افزایش کارکرد کانال باید سامانه‌های ارتباطی موثری مانند مدولاسیون مناسب و برنامه یکسان‌سازی کانال انتخاب شوند [۲۹]. علاوه بر آن، مسئله میدان‌های الکترومغناطیس برای انتقال داده‌ها در زیر آب نیز یکی از مسائل دیگر است. با توجه به این توضیحات می‌بینیم که این پژوهش به خوبی توانسته است موضوعات مرتبط با آنتن را کشف کند.

دو موضوع «کاتد» و «منبع تغذیه[6]» نیز از موضوعات اصلی تشخیص داده شده‌اند. اگر به تقسیم‌بندی بلیدبرگ و کوتین[7] برگردیم، مبحث انرژی یکی از موضوعات اصلی فناوری ربات‌های زیرسطحی خودکار در دهه‌های گذشته بوده است. در ربات‌های زیرسطحی خودکار مدرن، یکی از مباحث اصلی «حداکثر توان عملیاتی[8]» است.

موضوعات دیگری که مرکزیت بالایی دارند، عبارت است از: «سیستم‌های سونار» و «تصاویر سونار». واژگان اصلی مرتبط با آن‌ها در این پژوهش؛ تصویر، موقعیت، سیستم‌ها، فرکانس، انتقال، داده‌ها، مبدل[9]، پرتو[10] و آرایه‌ها[11] تشخیص داده شده است.

سونار[12] به معنی ناوبری و تشخیص فاصله توسط صوت است و در حالت کلی می‌توان گفت یک فناوری است که با استفاده از انتشار صدا در زیر آب قادر به شناسایی دیگر ناوها و کشتی‌ها است.

پژوهش حاضر سنسورها را نیز به عنوان یکی از موضوعات مرکزی حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار تشخیص داده است.

برای اینکه یک ربات زیرسطحی خودکار بتواند مأموریت خود را انجام دهد باید یک عرشه هوشمند داشته باشد. برای هوشمندسازی عرشه و رسیدن به اهداف مأموریت باید گروهی از سنسورها و کاراندازها را روی آن نصب کرد [۲۸]. ربات‌های زیرسطحی خودکار

1. Propulsion
2. Acoustic
3. Receiver
4. Transmitting
5. Acoustic Propagation
6. Cathode & Power Supply
7. Blidberg & Curtin
8. Endirance
9. Transducer
10. Beam
11. Array
12. Sonar

انواع مختلف سنسورها را دارند که با آن‌ها می‌توان از طریق آب، ناوبری کرد و ارتباط ایجاد کرد [۱۷]؛ به‌عنوان نمونه، سونارها خود نوعی سنسور هستند که دقت این حسگرها برای هدایت زیرسطحی به سمت ناحیه هدف ضروری است. در این پژوهش، داده‌ها و مغناطیس دو مبحث اصلی در حوزه سنسورها تشخیص داده شده است. به‌طور کلی یک ربات زیرسطحی خودکار تعداد زیادی سنسور دارد. این سنسورها را می‌توان به دو طبقه اصلی سنسورهای کمک ناوبری و سنسورهای کشف و مشاهده تقسیم کرد [۲۸].

موضوع مرکزی دیگر، سیستم‌های هماهنگ‌کننده است که در این پژوهش با اهمیت تشخیص داده شده است. شبکه‌های ربات‌های زیرسطحی خودکار محدودیت‌های زیادی در زمینه منابع به‌ویژه منابع انرژی و ارتباطی مانند پهنای باند و تأخیر دارند. این شبکه‌ها در یک محیط فیزیکی به‌کار می‌روند که ممکن است با شرایط پیش‌بینی نشده‌ای روبه‌رو شوند که نیازمند تصمیم‌گیری از طریق هماهنگی بین انسان، شبکه و وسیله نقلیه باشد. به‌صورت بالقوه وسایل نقلیه ناهمگون با امکانات متفاوتی از جنبه سنجش، پردازش، ارتباطات، فعال‌سازی، حرکت و منابع باید با هم مأموریت مشترکی را انجام دهند که مبحث سیستم‌های هماهنگ‌کننده را برجسته می‌سازد.

«پیرانش[1]» نیز به عنوان یکی از موضوعات مرکزی دیگر در حوزه ربات‌های زیرسطحی خودکار برجسته شده است. به گفته کورتاین (۲۰۰۵)، ربات‌های زیرسطحی خودکار ساده باید یک سامانه ناوبری، یک مکانیسم پیرانش و یک محل برای قرار دادن قطعات روی عرشه داشته باشند. از آنجا که ربات‌های زیرسطحی خودکار در آب دارای مکانیسم پیرانشی هستند، پیرانش یکی از منابع اصلی مصرف انرژی است. سامانه‌های پیرانش در این وسایل را می‌توان به سه گروه پروانه‌دار[2]، چندتیغه‌ای و محافظدار[3] و جت‌ها[4] تقسیم کرد. دو نوع اولی از موتور و سامانه‌های جتی از توربین استفاده می‌کنند. بنابراین، انتخاب مکانیسم مناسب بستگی به فاکتورهایی همچون اندازه، هزینه و مصرف انرژی دارد. بسیاری از ربات‌های زیرسطحی خودکار از سامانه‌های پیرانش موتوردار استفاده می‌کنند، زیرا هزینه آن پایین است. درجه آزادی این وسیله نقلیه تحت‌تأثیر مکان موتور است، علاوه بر آن، روی وسایل الکترونیکی پارازیت ایجاد می‌کند [۱۷]. این پژوهش، «کنترل»، «دریافت‌کننده» و «صوت» را سه مبحث اصلی پیرانش تشخیص داده است.

۶- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مطالعه و آشکارسازی گرایش‌های موضوعی در فناوری برق ربات‌های زیرسطحی خودکار از طریق تحلیل هم‌واژگانی پروانه‌های ثبت اختراع این محصول انجام شده است. یافته نقشه‌ها نشان می‌دهد که ۱۴ موضوع سیستم ارتباطات، سیگنال‌های صوتی، انتقال سیگنال، ناوبری، سیستم کنترل، آنتن، کاتد، سیستم‌های سونار، تصویرهای سونار، سیستم قدرت، سنسورها، سیستم‌های هماهنگی، سیستم پیرانش و منبع تغذیه از مرکزی‌ترین موضوعات حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار هستند. مطالعه ادبیات مرتبط با رویکردها و گرایش‌ها در حوزه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار، انطباق قابل قبولی را بین یافته‌های این پژوهش و ادبیات مورد مطالعه نشان می‌دهد. روش به‌کاررفته در این پژوهش می‌تواند به‌عنوان ابزاری کمکی در شناخت فناوری یک محصول مؤثر باشد.

نتایج حاصل از ترسیم نقشه‌های موضوعی این فناوری با متون مرتبط با رویکردها و توسعه فناوری ربات‌های زیرسطحی خودکار تطبیق داده شده که بر

1. Propulsion
2. Propellers
3. Pod Propulsors
4. Jets

این مبنا هم‌خوانی قابل قبولی بین نتایج حاصل از نقشه‌ها و متون مربوطه وجود داشته است. بیشترین موضوعات اصلی در زمینه برق ربات‌های زیرسطحی خودکار مرتبط با حوزه ارتباطات است. موضوعی که تفاوت عمده‌ای با حوزه ارتباطات دارد «کاتد» است که به موضوع تأمین انرژی برای مأموریت‌های این وسیله نقلیه زیرآبی مربوط است. به نظر می‌رسد روش به کار رفته در این پژوهش می‌تواند به‌عنوان ابزاری کمکی برای شناخت فناوری یک محصول مؤثر باشد.

منابع

[۱] بختیاری، محمدرضا و باقری، کامران (۱۳۸۵). «نحوه نوشتن گزارش اختراع به‌منظور ثبت پتنت». *رشد فناوری*، (۷) ۲، ۲۴ ـ ۲۷.

[۲] عبدخدا، محمدهیوا؛ نوروزی، علیرضا و راوند، سامان. (۱۳۹۰). «تحلیل موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع مخترعان ایرانی در پایگاه‌های بین‌المللی ثبت اختراع در فاصله سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۱». *پیاورد سلامت*، (۵) ۵، ۴۶ ـ ۵۶.

[3] European Commission (DG Research), the European Patent Office (2007). Why researchers should care about patents. Retrieved at 2014, September14, from http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/patents_for_researchers. pdf

[۴] حیدری، طیبه؛ امیری، عبدالرضا و حیدری، معصومه. (۱۳۹۰). *مفهوم‌شناسی دانش فنی و تبیین عوامل مرتبط با منسوخ شدن آن در سازمان*. دومین کنفرانس مدیریت اجرایی.

[۵] لیاقت، غلام‌حسین و بیطرفیان، علی‌اصغر. (۱۳۷۸). *روش‌های تحقیق در علوم مهندسی*. تهران. سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.

[۶] لویی‌پور، مهدی (۱۳۸۹). *رویکردها و ملزومات کسب و توسعه دانش و فناوری ربات‌های هوشمند زیرآبی (AUV)*. دوازدهمین همایش صنایع دریایی، زیباکنار، ایران.

[7] Curtin, T. B., Crimmins, D. M., Curcio, J., Benjamin, M., & Roper, C. (2005). "Autonomous Underwater Vehicles: Trends and Transformations". Marine Technology Society Journal, 39(3), 65-75.

[8] Blidberg, D. R. (2001). The Development of Autonomous Underwater Vehicles (auvs); A Brief Summary. In IEEE ICRA (Vol. 4).

[۹] شکفته، مریم و حریری، نجلا. (۱۳۹۲). «ترسیم و تحلیل نقشه علمی پزشکی ایران با استفاده از روش هم‌استنادی موضوعی و معیارهای تحلیل شبکه اجتماعی». *مدیریت سلامت*، (۵۱) ۱۶. ۴۳ ـ ۵۹.

[10] Bauin, S. (1986). Aquaculture: A field by bureaucratic fiat. *Callon M, Law J, Rip A, editors. Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world. London: The Macmillan Press Ltd*, 124-141.

[11] He, Q. 1999. Knowledge discovery through co-word analysis. Library Trends, vol. 48, no. 1, pp. 133-59.

[12] Turner, W. A., & Callon, M. (1986). State intervention in academic and industrial research: The case of macromolecular chemistry in France. *M. Callon, J. Law, & A. Rip (Eds.), Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world*, 142-162.

[13] Law, J., Bauin, S., Courtial, J., & Whittaker, J. (1988). Policy and the mapping of scientific change: A co-word analysis of research into environmental acidification. *Scientometrics*, *14*(3-4), 251-264.

[14]Coulter, N., Monarch, I., & Konda, S. (1998). Software engineering as seen through its research literature: A study in co-word analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, *49*(13), 1206-1223.

[15] Law, J., & Whittaker, J. (1992). Mapping acidification research: A test of the co-word method. *Scientometrics*, *23*(3), 417-461.

[16] Blidberg, D. R. 2001. The development of autonomous underwater vehicles (auvs); a brief summary. In: IEEE ICRA (Vol. 6500).

[17] Curtin, T. B., Crimmins, D. M., Curcio, J., Benjamin, M., and Roper, C. 2005. Autonomous underwater vehicles: trends and transformations. Marine Technology Society Journal, vol. 39, no. 3, pp. 65-75.

[۱۸] محمدی، احسان. (۱۳۸۸). *حوزه‌های تشکیل‌دهنده فناوری و علم نانو در ایران*. پنجمن همایش دانشجویی فناوری نانو، تهران، ایران.

[۱۹] تیمورپور، بابک؛ سپهری، محمدمهدی و پزشک، لیلا. (۱۳۸۸). «روش نوین برای دسته‌بندی هوشمند متون علمی (مطالعه موردی مقالات فناوری نانو متخصصان ایرانی)». *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، (۲) ۲، ۱ـ۱۵.

[۲۰] برزین‌پور، فرناز و اسدی، آتنا (۱۳۹۱). «ارائه چاچوب مفهومی ترسیم نقشه دانش مبتنی بر استخراج عوامل کلیدی موفقیت». *فصلنامه علمی، ترویجی مدیریت و توسعه*. سال چهاردهم، شماره ۵۳.

[۲۱] مهدی‌زاده مرقی، رضیه؛ نظری، مریم و مینایی، محمدباقر. (۱۳۹۲). ترسیم نقشه علم ماساژ درمانی طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ در پایگاه اسکاپوس. *مجله طب سنتی اسلام و ایران*، (۴) ۴، ۳۳۳ ـ ۳۴۲.

[۲۲] توکلی‌زاده‌راوری، محمد (۱۳۹۴). *مدل دو مرحله‌ای شکاف- گلچین برای نمایه‌سازی خودکار متون فارسی*. تحقیقات اطلاع‌رسانی و کتابخانه‌های عمومی. ۲۱(۸۰)، ۴۰-۱۳.

[۲۳] الهی، شعبان؛ نقی‌زاده، رضا؛ قاضی‌نوری، سید سپهر و منطقی، منوچهر (۱۳۹۱). «شناسایی جریان‌های غالب در حوزه توسعه نوآوری در مناطق با استفاده از روش تحلیل هم‌رخدادی کلمات». *بهبود مدیریت*، (۶) ۳، ۱۳۶ـ۱۶۸.

[۲۴] عصاره، فریده؛ سهیلی، فرامرز؛ فرج‌پهلو، عبدالحسین؛ معرف‌زاده، عبدالحمید (۱۳۹۱). «بررسی سنجه مرکزیت در شبکه هم‌نویسندگی مقالات مجلات علم اطلاعات». *پژوهشنامه کتابداری و اطلاع رسانی*. ۲(۲)،۱۸۱-۲۰۰.

[۲۵] سهیلی، فرامرز؛ عصاره، فریده (۱۳۹۲). «مفاهیم مرکزیت و تراکم در شبکه‌های علمی و اجتماعی» *فصلنامه مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات* - دوره: ۲۴ - شماره: ۳ - صفحه: ۹۲ -۱۰۸

[26] Borgatti, S. P., & Foster, P. C. (2003). "The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology". Journal of management, 29(6), 991-1013.

[۲۷] اصلان‌صفت، کوروش؛ لطیف شبگاهی، غلامرضا و کمرلویی، مهدی (۱۳۹۲). *طبقه‌بندی انواع عیوب در زیرسطحی‌های هوشمند و ارائه درخت عیب آن‌ها*. پانزدهمین همایش صنایع دریایی، جزیره کیش، ایران.

[28] Badillo, A. G. G., and Ceron, I. F. C. Development of autonomous underwater vehicles; a brief overview. Malardalen University. Sweden.

[29] An, E., Beaujean, P. P., Baud, B., Carlson, T., Folleco, A., & Tarn, T. J. (2004). "Multiple Communicating Autonomous Underwater Vehicles. In Robotics and Automation", 2004. Proceedings. ICRA'04. 2004 IEEE International Conference on (Vol. 5, pp. 4461-4464). IEEE.

A Patents' Co-word Analysis for Determining the Subject Trends of Technology

S. Zolfaghari, F.soheili[1], M. Tavakolizadeh Ravari, A. Mirzaee

Abstract

Co-word analysis of patents is a technique in scientometrics that leads to determine the concepts and hierarchies associated with a technology. The current research aims at determining the themes of Autonomous Underwater Vehicle (AUV) through co-word analysis of patents. Google Patents and Lens (two patent databases) were searched and 223 patents were retrieved at the first step. Semi-automatic indexing of these patents resulted in 1975 index-term. The co-occurrence matrix for these index-terms created through Ravar-Matrix. Their betweeness centralities were determined by UciNet. In the next step, those terms with betweeness centrality equal to zero were put aside and 708 terms remained as a result. This guarantees the validity of terms related to the electricity of AUV technology. Finally the terms were mapped through NetDraw. Findings show that the most central subject terms for the electricity of the AUV technology include: communication systems, acoustic signals, signal transmission, navigation, control systems, antenna, cathode, sonar systems, sonar images, power systems, sensors, coordinate systems, propulsion systems, and power supply. The trends of AUV literature review confirm these results.

Keywords: Co-word analysis, Patents, Technical knowledge disclosure, Content analysis. Autonomous underwater vehicle (AUV).

1. E-mail address: fsohieli@gmail.com