

مرور سیستماتیک بررسی نقش هستان‌شناسی در مهندسی نیازمندی‌های نرم افزار

پویا خسروی

وابستگی سازمانی نویسنده (فوت B-Nazanin - شماره 11) دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر نرم افزار، موسسه آموزش عالی خاوران، مشهد، ایران

هوبخت عطاران

وابستگی سازمانی نویسنده (فوت B-Nazanin - شماره 11) عضو هیات علمی گروه کامپیوتر، موسسه آموزش عالی خاوران، مشهد، ایران

سید مجید مزینانی

وابستگی سازمانی نویسنده (فوت B-Nazanin - شماره 11) عضو هیات علمی گروه برق و کامپیوتر، دانشگاه بین‌المللی امام رضا (ع)، مشهد، ایران

چکیده

فرآیندهای مهندسی نیازمندی‌های نرم‌افزارهای شهر-هوشمند، طراحان نرم‌افزار را قادر می‌سازد تا تغییرات در نیازهای نرم‌افزاری مشتریان را مشخص کنند. با این حال چالش‌هایی در ارتباط با فرآیندهای مهندسی نیازمندی-های شهر هوشمند وجود دارد که مانع از توسعه سریع و پایدار نرم‌افزارها می‌شوند. استفاده از هستان‌شناسی راه حل جدیدی است که فرآیند استخراج نیازمندی‌ها را بهبود بخشیده است. مطالعات متنوعی در این زمینه انجام شده ولی تحقیقاتی که به چالش‌ها با راه‌حل‌های موجود رسیدگی می‌کنند، جزیره‌ای، متنوع و فراگیر هستند. در این مطالعه ما از یک مرور ادبیات سیستماتیک همراه با طبقه بندی موضوعی و تجزیه و تحلیل شکاف‌ها برای بررسی راه‌حل‌های موجود در برابر چالش‌ها استفاده می‌کنیم تا نشان دهیم روش‌های موجود هریک چه کاربردی داشته و خلا موجود را شناسایی نماییم. گونه شناسی طبقه بندی چالش‌های پیش روی توسعه نرم‌افزارهای شهر هوشمند و به طور خاص در مهندسی نیازمندی‌ها و نحوه برخورد راه‌حل‌ها با چالش‌ها در این مطالعه آمده است. مطالعه ما از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ را پوشش می‌دهد. IEEE و Scopus و Web of Science به عنوان بزرگ-ترین پایگاه داده برای انتشارات دانشگاهی معتبر جستجو شد. با استفاده از معیارهای خروج برای فیلتر کردن مقالات در مجموع ۵۶-۵۳ مقاله معتبر انتخاب و بررسی شدند. پس از بررسی کاربردها، چالش‌ها و راه حل‌ها، عملکردهای مناسب مشخص می‌شود که مهندسی نیازمندی‌های شهر هوشمند را با یک رویکرد هماهنگ پیشنهاد می‌کند. این مطالعه به مرز نظری رویکردهای مهندسی نیازمندی‌های نرم‌افزارهای شهر هوشمند و استخراج آن‌ها برای عملیاتی شدن، کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: هستان‌شناسی، مهندسی نیازمندی‌ها، مهندسی نرم افزار، UML

۱- مقدمه

هستان‌شناسی‌ها در هوش مصنوعی، مهندسی نرم افزار، انفورماتیک پزشکی، علم کتابخانه، نشانه گذاری سازمانی و معماری اطلاعات به عنوان شکلی از نمایش دانش استفاده می‌شوند. بر اساس یکی از پراستنادترین تعاریف ادبیات وب معنایی، هستان‌شناسی «یک مشخصه صریح و رسمی از یک مفهوم سازی مشترک است که شامل اصطلاحات و مفاهیم موجود در یک حوزه معین، ویژگی‌های آن‌ها و روابط بین آن‌هاست. (Alrumaih et al, 2020)

استفاده از هستان‌شناسی در پروژه مزایای زیادی دارد. هدف هستان‌شناسی به دست آوردن دانش حوزه ایستا به روشی عمومی است. این یک درک مورد توافق جهانی از یک دامنه را فراهم می‌کند، که ممکن است دوباره مورد استفاده قرار گیرد و در بین برنامه‌ها و گروه‌ها به اشتراک گذاشته شود. هستان‌شناسی، طبقاتی از چیزهایی را که در یک حوزه کاربردی وجود دارند تعریف می‌کند و یک تعریف دقیق را با هر مفهوم و نوع رابطه‌ای که استفاده می‌شود مرتبط می‌کند. درک محاسباتی و قابلیت همکاری یکپارچه بین افراد و سازمان‌ها را تسهیل می‌کند این اجازه می‌دهد تا مفاهیم و اصطلاحات کلیدی مربوط به یک دامنه معین به روشی باز و بدون ابهام شناسایی و تعریف شوند. هستان‌شناسی استفاده و تبادل داده‌ها، اطلاعات و دانش را بین افراد و سازمان‌ها تسهیل می‌کند و هدف آن قابلیت همکاری سیستم‌های هوشمند است. از آن به عنوان راه حلی برای حل تعارضات معنایی بین منابع داده استفاده می‌شود. در نهایت، هستان‌شناسی با ایجاد یک پایگاه دانش برای هدایت فرآیندهای طراحی، فرآیندهای طراحی را بهبود می‌بخشد. (Alrumaih et al, 2020)

مهندسی نیازمندی‌ها^۱ معمولاً به عنوان پایه و اساس نرم افزار با کیفیت بالا پذیرفته می‌شود (Ochodek And Kopczyńska, 2018). مهندسی نیازمندی‌ها یک فرآیند اجتماعی-فنی و تکراری برای استخراج، مستندسازی و مدیریت نیازمندی‌های یک سیستم در حال توسعه است (Glinz, 2020). مهندسی نیازمندی‌ها شکاف بین کاربران انسانی، توسعه دهندگان و مدیران، یعنی بین افراد با و بدون تخصص مهندسی نرم افزار را پر می‌کند. مهندسی نیازمندی‌ها به درک اینکه چه مشکلی باید توسط یک سیستم (نرم افزاری) حل شود، کمک می‌کند. علاوه بر این، به کشف اینکه چه کسی باید در فرآیند مهندسی مشارکت داشته باشد (یعنی ذینفعان) و چگونه می‌توان با بررسی مبادلات و جایگزین‌ها مشکل را حل کرد کمک می‌کند. مهندسی نیازمندی‌ها برای کیفیت محصول نرم افزاری از اهمیت بالایی برخوردار است. مهندسی نیازمندی‌ها به دلیل ماهیت ذاتاً پیچیده و بین رشته‌ای آن، یک زمینه چالش برانگیز در توسعه نرم افزار و سیستم است. برای موفقیت در توسعه بسیار مهم است. (Daun And Grubb, 2022)

^۱ Requirement Engineering (RE)

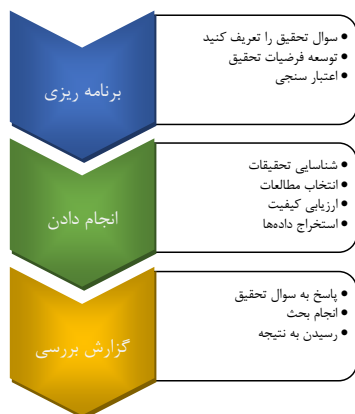
در مقالات باقی مانده **کلیات و اژگان** کلیدی مورد نیاز (هستان شناسی، مهندسی نیازمندی ها، مهندسی نرم افزار، UML) جستجو شد با توجه به مطالب ارائه شده، ۱۹-۴۴ مقاله دیگر نیز حذف کردیم و در نهایت با ۵۴-۵۶ مقاله باقی مانده، کار خود را آغاز نمودیم. و در نهایت فرضیات اولیه به اثبات رسیده است.

در ادامه، در بخش ۲ روش تحقیق را با بررسی سیستماتیک و تمرکز بر نقش هستان شناسی در نیازمندی مورد بحث قرار می-دهیم. بخش ۳ نتایج حاصل از بررسی سیستماتیک را ارائه می-دهد و بخش ۴ نتیجه گیری و درک نقش اساسی هستان شناسی ها بر مهندسی نیازمندی های سیستم است

۲- روش تحقیق

یک مرور سیستماتیک با هدف پاسخ به یک سوال پژوهشی خاص با استفاده از روش های سیستماتیک برای تلفیق تمام شواهد مرتبط که معیارهای واجد شرایط بودن از پیش تعریف شده را برآورده می-کند، انجام می-شود. این شامل سه مرحله اصلی است: برنامه ریزی، انجام و گزارش بررسی. فعالیت های اصلی مرحله برنامه ریزی، تدوین مسئله و تدوین پروتکل است. پیش از شروع فرآیند مرور واقعی، سوالات پژوهشی را فرموله کردیم. سپس پروتکل مطالعه مطابق با دستورالعمل بررسی سیستماتیک ادبیات پیشنهاد شده توسط کیچنهام و چارترز تهیه شد. پروتکل شامل محتویات زیر بود: پیشینه، هدف مطالعه، سوالات پژوهش، معیارهای انتخاب، منابع داده (یعنی پایگاه های اطلاعاتی الکترونیکی)، استراتژی جستجو، جمع آوری داده ها، تلفیق داده ها و جدول زمانی مطالعه (Lim et al, 2021).

مقاله 4-00416-020-42979



شکل ۱: مراحل اصلی انجام پژوهش

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, Complex Script Font: Times New Roman, Not Highlight

Formatted: Font: 12 pt, Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, Complex Script Font: Times New Roman, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Justified, Indent: Before: -0.01"

۱-۲- روش استخراج مرور ادبیات

در این مرور سیستماتیک، مقالات نویسندگان از بانک‌های مقالات معتبر گردآوری و نیز منابع علمی مورد جستجو قرار گرفته، مطالعات فیلتر شده و سپس استخراج و تجزیه و تحلیل داده‌ها صورت گرفت. در ابتدا بخشی از پرسش‌هایی که با تحقیق ارتباط دارند را مطرح نموده و سپس آن‌ها را توضیح می‌دهیم. جهت رسیدن به پاسخ هر یک از سؤالات، اصطلاحات بکار رفته می‌بایست از پایگاه‌های اطلاعاتی مورد جستجو قرار گیرند و نیز مقالاتی که در ارتباط با تحقیق هستند، به‌صورت توسعه یافته و فراگیر انتخاب می‌کنیم. در مرحله دوم، فیلتر کردن مقالات براساس معیارها انجام می‌شوند، در ادامه، کیفیت و استخراج داده‌ها ارزیابی می‌شوند و در آخر، یافته‌های کسب شده از تلفیق داده‌های بدست آمده از مقالات است. دریافت وابستگی نیازمندی‌ها و پیداکردن و با صراحت تمام توصیف کلیه وابستگی‌های میان جفت نیازمندی‌ها، هدف اصلی مسئله است. ادراک اثربخشی هستان‌شناسی در مهندسی نیازمندی‌ها، هدف ماست. نتایج حاصله را تجزیه و تحلیل نموده و با ترکیب رویکردهای ترکیبی این دو متد متنوع را ارزیابی می‌نماییم؛ این عمل سپس روی مجموعه داده‌ها ارزیابی خواهند شد. تمرکز این مطالعه بر دو نوع وابستگی متفاوت خواهد بود. نیازها و هستان‌شناسی.

کلیه وابستگی‌های بدست آمده دیگر، منظور آن گروه از وابستگی‌هایی که به نام و عنوان نیاز طبقه‌بندی نمی‌شوند، به عنوان دیگر وابستگی‌ها مورد نظر خواهند بود. طبقه‌بندی‌های مذکور بیانگر این واقعیت است که برای تعیین نوع خاص خود، وابستگی‌ها احتیاج به تجزیه و تحلیل گسترده‌تری دارند.

۲-۲- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در جستجوی اولیه در سه بانک اطلاعاتی، در مجموع ۱۰۶ مقاله مرتبط با مهندسی نیازمندی‌ها و هستان‌شناسی را دریافت کردیم. مقالات مرتبط را براساس عناوین و چکیده‌ها، گستردگی و فراگیر بودن، علامت گذاری می‌کنیم. در مرحله بعد، در صورت وجود، موارد تکراری را حذف می‌کنیم.

جدول ۱: مقالات دانلود شده اولیه

تعداد نشریات	پایگاه‌های داده الکترونیکی
۱۸	Springer
۳۲	IEEE Xplore (IEEE)
۵۶	سایر منابع

فرآیند انتخاب مطالعات اولیه طی سه مرحله انجام پذیرفت. در مرحله اول براساس **کلیه واژگان کلیدی** ۱۰۶ مقاله را انتخاب کردیم که از این تعداد ۱۴ مقاله با عنوان تکراری انتخاب شده بود که با حذف آن‌ها، ۹۲ مقاله باقی ماند. در مرحله بعد، پس از مطالعه چکیده مقالات، متوجه شدیم که در ۱۷ مقاله، مطالب غیرمرتبط با کار ما عنوان شده، با حذف آن‌ها، تعداد مقالات به ۷۵ عدد رسید.

جدول ۲: عملکرد هستان‌شناسی در مهندسی نیازمندی سیستم

عملکرد هستان‌شناسی	شناسه	درصد	تعداد
ساختار و بازیابی دانش	(Curcio et al, 2018) (Bruehl et al, 2021)	29.41	5
	(Lu et al, 2022)	29.41	5
	(Khan et al, 2021) (Sonbol et al, 2022)	29.41	5
تایید و اعتبار سنجی	(Aguilar-Calderón et al, 2022)	17.64	3
	(Alotaibi et al, 2020) (Taye And Ghoul, 2023)	17.64	3
	(Taye And Ghoul, 2023)	17.64	3
پشتیبانی از درک و شناسایی	(Lembo et al, 2022) (Husáková And Bureš, 2020)	17.64	3
	(Sonbol et al, 2022) (Kotis et al, 2020)	17.64	3
	(Kotis et al, 2020) (Atoum et al, 2021)	17.64	3
مفاهیم کنترل یا اشتراک واژگان	(Taye And Ghoul, 2023)	11.76	2
	(Kitchenham et al, 2022)	11.76	2
	(Rosca And Domingues, 2021)	11.76	2
ارزیابی زبان بازنمایی	(Zhao et al, 2021) (Khlood et al 2022)	23.52	4
	(Lembo et al, 2022) (Lu et al, 2022)	23.52	4
	(Lembo et al, 2022)	23.52	4
مدل‌های یکپارچه‌سازی و تبدیل	(Kotis et al, 2020) (Atoum et al, 2021)	17.64	3
	(Rosca And Domingues, 2021)	17.64	3
	(Lembo et al, 2022)	17.64	3

Formatted: Not Highlight

Formatted: Complex Script Font: B Nazanin, Not Highlight

Formatted: Left-to-right, After: 0", Space After: 10 pt

Formatted: Complex Script Font: B Nazanin, Not Highlight

Formatted: Complex Script Font: B Nazanin, Not Highlight

Formatted Table

Formatted: Complex Script Font: Times New Roman

Formatted: Complex Script Font: Times New Roman

Formatted

Formatted: Left-to-right, After: 0", Space After: 10 pt

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Left-to-right, After: 0", Space After: 10 pt

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Left-to-right, After: 0", Space After: 10 pt

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Left-to-right, After: 0", Space After: 10 pt

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Complex Script Font: Times New Roman

Formatted

Formatted

Formatted: Left-to-right, After: 0", Space After: 10 pt

Formatted

Formatted

Formatted

استفاده مجدد

(Lu et al, 2022) (Naqvi et al, 2022)

5.88۱۱.۷۶

12

طبق جدول ۲، برجسته‌ترین عملکرد ساختار و بازیابی دانش (۴۸۲۹.۳۴۴۱٪) است، در حالی که کمترین عملکرد شناسایی شده ارزیابی زبان بازنمایی (۴۶۷۶.۴۱۱٪) و استفاده مجدد (۴۶۷۶.۴۱۱٪) بود. با این حال، می‌توان مشاهده کرد که درصد در بین عملکردهای شناسایی شده به خوبی توزیع شده است.

RQ2: در راستای پاسخ به این سؤال، پیشنهاد‌های ارائه شده بر مبنای علم و دانش به‌وسیله هستان‌شناسی طبقه‌بندی شدند. در روند مهندسی نیازمندی‌های نرم افزار، این امکان وجود دارد که علاوه بر علم و دانش مرتبط با دامنه مهندسی نیازمندی‌های نرم افزار که شامل منابع، روش‌ها، ابزارها، مدل‌ها و... دامنه مسئله و دیگر علوم توسط هستان‌شناسی‌ها نشان داده می‌شوند.

جدول ۳: نتایج خلاصه شده مربوط به حوزه دانش را ارائه می‌دهد.

تعداد	درصد	شناسه	دامنه
۱۱۱۱	۴۵.۸۳45.83	(Khan et al, 2021) (Lu et al, 2022) (Atoum et al. 2021) (Sonbol et al, 2022) (Zhao et al, 2021) (Frattini et al, 2022) (Mohd et al, 2020) (Rosca And Domingues, 2021) (Deshpande et al. 2020) (Kotis et al, 2020) (Tiago da Silva, 2020)	مهندسی نیازمندی‌ها
۶۶	۲۵.25	(Kitchenham et al, 2022) (Gharib And Mylopoulos, 2020) (Fonseca et al, 2021) (Akbar et al, 2020) (Lien-Vo And Hoang, 2020) (Yang, 2020)	مشکلات

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, Complex Script Font: Times New Roman

Formatted: Complex Script Font: B Nazanin, Not Highlight

Formatted: Complex Script Font: B Nazanin, Not Highlight

Formatted: Complex Script Font: B Nazanin, Not Highlight

Formatted: Complex Script Font: B Nazanin, Not Highlight

Formatted: Left-to-right, After: 0", Space After: 10 pt

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Indent: Before: 0"

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

دیگر مسائل مرتبط

(Bugayenko et al, 2023) (Tukur et al. 2020)
 (Challapalli, 2023) (Vázquez-Ingelmo et al, 2020)
 (Fonseca et al, 2021) (Khlood et al 2022)
 (Alotaibi et al, 2020)

۲۹.۱۷۲۹.۱۷

۷۷

Formatted: Not Highlight

بیشتر پیشنهادها تجزیه و تحلیل شده (۶۸.۳۳٪) از هستان‌شناسی به منظور نشان دادن منابع تولید شده در طول فرآیند مهندسی نیازمندی‌های نرم افزار استفاده می‌کنند. به منظور ارائه جزئیات بیشتر از پیشنهادات طبقه بندی شده در حوزه دانش مهندسی نیازمندی-های نرم افزار ، منابع ارائه شده توسط هستان‌شناسی نیز شناسایی شد. نتیجه در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: منابع ارائه شده توسط هستان‌شناسی در حوزه مهندسی نرم افزار

تعداد	درصد	شناسه	منبع نیازمندی نرم افزار / نوع فرعی
مدل			
۴۴	۱۸.۱۸۱۸.۱۸	(Nasiri et al, 2021) (Iqbal et al, 2020) (Suchanek And Pergl, 2020) (Challapalli, 2023)	نمودار Use case
۲۲	۹.۰۹۰۹۰۹	(Popoola et al, 2024) (Fonseca et al, 2021)	مدل Conceptual
۲۲	۹.۰۹۰۹۰۹	(Challapalli, 2023) (Vázquez-Ingelmo et al, 2020)	مدل Business
۵۵	۲۲.۷۲۲۲.۷۲	(Striuk et al, 2021) (Lu et al, 2022) (Abdelnabi et al, 2020) (Bugayenko et al, 2023) (Tiago da Silva, 2020)	Activity diagram
۱۱	۴.۵۴۴.۵۴	(Tukur et al. 2020)	حالت General
۵۵	۲۲.۷۲۲۲.۷۲	(Lien-Vo And Hoang, 2020) (Suchanek And Pergl, 2020) (Abdelnabi et al, 2020) (Rajab et al, 2022) (Vázquez-Ingelmo et al, 2020)	Class diagram
۴۴	۱۸.۱۸۱۸.۱۸	(Zada et al, 2022) (Mohd et al, 2020) (Bugayenko et al, 2023) (Vázquez-Ingelmo et al, 2020)	Collaborative

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted Table

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted Table

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted Table

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Centered

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Left-to-right, After: 0", Space After: 10 pt, Position: Horizontal: Left, Relative to: Column, Vertical: In line, Relative to: Margin, Horizontal: 0", Wrap

Entity-relationship diagram

(Umar And Lano, 2024) (Elsayed et al, 2020)

۹۰۹۹-۰۹ ۲۲

Artifacts

(Poveda-Villalón et al, 2023) (Ozkaya And Erata, 2020)

(Ch 'avez-Feria et al, 2020)

۱۳۶۳۱۳-۶۳ ۳۳

به طور کلی ، مدل ها (۵۱،۴۴) بیشترین منابع را توسط هستان شناسی ها نشان می دهند. یکی از توجیهات افزایش کاربرد هستان شناسی در مدل ها این است که هستان شناسی ها و مدل ها هدف مشترک بازنمایی صوری دانش را دارند. برخی از نمونه هایی از پیشنهادهایی که هستان شناسی هایی را برای نمایش مدل سازی اعمال کرده اند عبارتند از: مدلی برای فرآیندهای مشارکتی برای نمایش مفاهیم در مدل سازی کسب و کار (۴۶)؛ هستان شناسی برای روش توسعه سیستم های عامل گرا، با استفاده از چندین مدل برای توسعه از تجزیه و تحلیل یک سیستم عامل گرا تا طراحی و معماری سیستم (۳۷)؛ هستان شناسی برای رسمیت بخشیدن به کلمات کلیدی مدل های مفهومی. (۴۱) هستان شناسی ها برای نشان دادن جریان های استثنایی در مدل های فرایند کسب و کار پیشنهاد شدند (۴۴)؛ استفاده از مفاهیم هستان شناختی برای زبان مدل سازی رابطه ای شیء-عاملی (۴۶) و هستان شناسی برای شناسایی اجزای یک مدل کسب و کار (Haav et al, 2019) (۴۹)

همچنین تعداد بیانی از پیشنهادات (۲۶،۸۳)٪ برای نمایش نیازمندی های غیرعملکردی وجود دارد. هستان شناسی ها همچنین به منظور نشان دادن مصنوعات عمومی (۹،۷۵)٪ استفاده می شوند، با هدف امکان ردیابی مصنوعات و جستجوی مصنوعات. همچنین هستان شناسی هایی برای نشان دادن مفاهیم اصلی مهندسی نیازمندی های سیستم (۹،۷۵)٪ و فقط یک هستان شناسی به منظور نشان دادن دانش سند مشخصات مورد نیاز (۲،۴۴)٪ وجود دارد. با این حال، طبق جدول ۴، استفاده مربوط به هستان شناسی ها برای نمایش دامنه مسئله (۳۰)٪ نیز مشاهده می شود. نمایش دامنه مسئله عمدتاً در مراحل اولیه مهندسی نیازمندی های سیستم (به عنوان مثال استخراج اعمال می شود. دامنه مشکل معمولاً دامنه ای را توصیف می کند که نرم افزار در آن توسعه می یابد. (Abdalazeim And Meziane, 2016)

RQ3: با مطالعه و پژوهش در مورد زبان های مرتبط با هستان شناسی که در مهندسی نیازمندی ها مورد استفاده قرار می گیرند، دریافتیم که براساس توصیه های فناوری وب معنایی کنسرسیوم وب جهانی (W3C)، که برخی از این ها شامل XML، RDF، OWL، SPARQL و... است.

OWL (زبان هستان شناسی وب) توسط اکثر مطالعات (۴۹،۳)٪ (۳۴-۳۴) در مقالات وارد شده استفاده می شود، و پس از آن زبان پرس و جو SPARQL (۱۰،۴)٪ (۷-۷)، منطق توصیف (۷،۵)٪ (۵-۵) و زبان قانون SWRL (۴،۵)٪ (۳-۳) قرار دارند. Foundational Ontology و UML هر کدام دو مطالعه (۳)٪ داشتند. در حالی که مقوله های مبتنی بر XML، XSPARQL، منطق مرتبه اول و مدل رابطه ای هر کدام دارای ۱ مطالعه (۱/۵ درصد) هستند. هم چنین با مقالاتی مواجه شدیم که نتوانستیم یک زبان خاص مرتبط با هستان شناسی را شناسایی کنیم (۳۷،۳)٪ (۴۵-۴۵) یا از هیچ زبانی استفاده نمی کردند (یعنی نوعی طبقه بندی را پیشنهاد می کنند)، به اصطلاح دسته بندی غیراختصاصی.

RQ4: جدول ۵، خلاصه نتایج مربوط به فعالیت های مهندسی نیازمندی ها که در آن هستان شناسی اعمال می شود را نشان می دهد

جدول ۵: کاربرد هستان شناسی ها در فعالیت مهندسی نیازمندی ها

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt, Not Highlight

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt

Formatted: Indent: Before: 0"

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: Not Bold, Complex Script Font: Not Bold

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, Complex Script Font: Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, Complex Script Font: Times New Roman

نیازمندی‌های سیستم، بررسی سیستماتیک از ادبیات انجام شد. که بخشی از نتایج اصلی مربوط به نقش هستان‌شناسی‌ها درمهندسی نیازمندی‌های سیستم به شرح زیر است.

یکی از توانایی‌های مؤثر هستان‌شناسی‌ها، فعالیت‌های تحلیل، مشخصه‌سازی و استخراج است. در صورتی که برای فعالیت‌های مذاکره و اعتبارسنجی هیچ‌گونه پیشنهادی مشاهده نشده لیکن مشخص می‌شود که هستان‌شناسی‌ها توانایی عملکرد در این حوزه را دارند. تا زمانی که تمرکز بر پیاده‌سازی نرم افزار وجود نداشته باشد، هستان‌شناسی‌ها کاربرد مفهومی تری دارند. و نیز درک محدوده‌ای باشد که نرم افزار در آن جهت توسعه می‌یابد. لذا هنگامی که هدف و منظور تولیدات، پیاده‌سازی نرم افزار است، محاسبات کاربرد بیشتری دارد. پیشنهادات هستان‌شناسی تمرکز بسیار مهمی بر مدل‌های مفهومی، تجاری، فعالیت فرآیند و... دارند مدل‌ها علاوه بر اینکه منبع بسیار مهمی جهت تجزیه و تحلیل نیازمندی‌ها هستند، در راستای تبدیل مدل در مرحله طراحی نرم افزار هم دارای اهمیت هستند. شاید بتوان گفت که درصد بسیار زیادی از پیشنهادات هستان‌شناسی‌ها شناسایی شده‌اند. لیکن هیچ‌گونه هستان‌شناسی جهانی وجود نخواهد داشت که کلیه مصنوعات تولید شده در این فعالیت را ادغام کند. با اهمیت‌ترین مشارکت هستان‌شناسی‌ها بدین ترتیب می‌باشند شناخت مشکلات در مشخصه‌ها و مدل‌ها، بهینه‌سازی ارتباطات، آماده‌سازی مدل‌های کامل‌تر، بهینه‌سازی کیفیت شناسایی نیازمندی‌ها در زمینه دانشگاهی، سهم صنعت کم‌تر از هستان‌شناسی است. شواهدی بیانگر اینست که هستان‌شناسی در صنعت گسترش زیادی ندارند، درصورتیکه هستان‌شناسی‌ها در صنعت کاربرد چندانی ندارند این تحقیق به منبعی تبدیل می‌شود که دانش بین زمینه دانشگاهی و صنعتی را منتقل می‌کند.

منابع

Zhao†, Liping. And Alhoshan, Waad. And Ferrari, Alessio. And Letsholo, Keletso J. And Ajagbe, Muideen A. And Chioasca, Erol-Valeriu. And Batista-Navarro, Riza T. (2021). Natural Language Processing (NLP) for Requirements Engineering: A Systematic Mapping Study. Vol 54. No.55. pages 1-41.

Frattoni, Julian. And Montgomery, Lloyd. And Fischbach, Jannik. (2022). A Live Extensible Ontology of Quality Factors for Textual Requirements.

Khlood, Ahmad. And Abdelrazek, Mohamed. And Arora, Chetan. And Bano, Muneera. And Grundy, John. (2022). Requirements Engineering for Artificial Intelligence Systems: A Systematic Mapping Study.

Akbar, Muhammad-Azeem. And Alsanad, Ahmed. And Mahmood, Sajjad. And Alsanad, Abeer-Abdulaziz. And Gumaiei, Abdu. (2020). A Systematic Study to Improve the Requirements Engineering Process in the Domain of Global Software Development. 10.1109/Access.2020.2979468

Avdeenko, Tatiana. And Pustovalova, Natalia. (2016). The Ontology Based Approach to Support the Requirements Engineering Process.

Atoum, Issa. And Baklizi, Mahmoud-Khalid. And Alsmadi, Izzat. And Ootom, Ahmed-Ali. And Alhersh, Taha. And Ababneh, Jafar. And Almalki, Jameel. And Jameel, Masoud. (2021). Challenges of Software Requirements Quality Assurance and Validation: A Systematic Literature Review. ACCESS.2021.3117989

Bhushan, Megha. And Duarte, Jos'e-Angel-Galindo. And Samant, Piyush. And Kumar, Ashok. And Negi, Arun. (2021). Classifying and resolving software product line redundancies using an ontological first-order logic rule based method. Vol 168, 2021, 114167

Lu, Jinzhi. And Ma, Junda. And Zheng, Xiaochen. And Wang, Guoxin. And Li, Han. And Kiritsis, Dimitris. (2022). Design Ontology Supporting Model-Based Systems Engineering Formalisms. Vol 16, No 4, DECEMBER 2022

Alrumaih, Hala. And Mirza, Abdulrahman. And Abdulrahman, Hessah. (2020). Domain Ontology For Requirements Classification In Requirements Engineering Context. ACCESS.2020.2993838

Khan, Habib-Ullah. And Niazi, Mahmood. And Attar, Mohamed. And Ikram, Naveed. And Khan, Siffat-Ullah. And Gill, Asif-Qumer. (2021). Empirical Investigation of Critical Requirements Engineering Practices for Global Software Development. ACCESS.2021.3092679

Kotis, Konstantinos I. And Vouros, George A. And Spiliotopoulos, Dimitris. (2020). Ontology engineering methodologies for the evolution of living and reused ontologies: status, trends, findings and recommendations. Vol 35, e4, 1 of 34.

Yang, Lan. (2020). Ontology learning for systems engineering body of knowledge.

Gharib, Mohamad. And Mylopoulos, John. And Giorgin, Paolo. (2020). COPri - a Core Ontology for Privacy Requirements Engineering. Pp 472-489.

Deshpande, Gouri. And Motger†, Quim. And Palomares†, Cristina. And Kamra†, Ikagarjot. And Biesialska†, Katarzyna. (2020). Requirements Dependency Extraction by Integrating Active Learning with Ontology-Based Retrieval.

Bruel, Jean-Michel. And Ebersold, Sophie. And Galinier, Florian. And Mazzara, Manuel. And Naumchev, Alexandr. And Meyer, Bertrand. (2021). The role of formalism in system requirements. ACM Comput. Surv. 1, 1, Article 1 (January 2021), 35 pages. <https://doi.org/10.1145/3448975>

Sonbol, Riad. And Rebdawi, Ghaida. And Ghneim, Nada. (2022). The Use of NLP-Based Text Representation Techniques to Support Requirement Engineering Tasks: A Systematic Mapping Review. ACCESS.2022.3182372

Naqvi, Muhammad-Raza. And Iqbal, Muhammad-Waseem. And Ashraf, Muhammad-Usman. And Ahmad, Shafiq. And Soliman, Ahmed T. And Khurram, Shahzada. And Shafiq, Muhammad. And Choi, Jin-Ghoo. (2022). Ontology Driven Testing Strategies for IoT Applications.

Curcio, Karina. And Navarro, Tiago. And Malucelli, Andreia. And Reinehr, Sheila. (2018). Requirements engineering: A systematic mapping study in agile software development. Vol 139. May 2018. Pages 32-50.

Kitchenham, Barbara. And Madeyski, Lech. And Budgen, David. (2022). SEGRESS: Software engineering guidelines for reporting secondary studies. IEEE Transactions on Software Engineering 49, 3 (2022), 1273–1298.

Ochodek, Mirosław. And Kopczyńska, Sylwia. (2018) Perceived importance of agile requirements engineering practices—a survey. J Syst Softw 143:29–43

Sharma, Richa. And Srivastava, Pratyoush-K. And Biswas, Kanad-K. (2015) From natural language requirements to UML class diagrams. In: 2015 IEEE Second international workshop on artificial intelligence

for requirements engineering (AIRE), Ottawa, ON: IEEE, pp 1–8. <https://doi.org/10.1109/AIRE.2015.7337625>

Rosca, Dionisie. And Domingues, Luísa. (2021). A Systematic Comparison of Roundtrip Software Engineering Approaches applied to UML Class Diagram.

Mohd, Arif. And Chaudhary, Wali-Mohammad. And Mohd, Sadiq. (2022). Software Requirements Modeling From a Selected Set of Requirements Using Fuzzy Based Approach. Vol.16, No.2, June 2022

Ch´avez-Feria, Serge. And Garc´ia-Castro, Ra´ul. And Poveda-Villal´on, Mar´ia. (2020). Converting UML-based ontology conceptualizations to OWL with Chowlk.

Elsayed, Mo'men. And Elkashef, Nermeen. And F.Hassan, Yasser. (2020). Mapping UML Sequence Diagram into the Web Ontology Language OWL. Vol. 11, No. 5, 2020.

V´azquez-Ingelmo, Andrea. And Garc´ia-Holgado, Alicia. And Garc´ia-Peñalvo, Francisco.J. (2020). C4 model in a Software Engineering subject to ease the comprehension of UML and the software development process.

Lu, Shan. And Tazin, Alexey. And Chen, Yanji. And M. Kokar, Mieczyslaw. And Smith, Jeff. (2022). Ontology-based Detection of Inconsistencies in UML/OCL Models.

Rajab, Adel. And Hafeez, Abdul. And Shaikh, Asadullah. And Alghamdi, Abdullah. And Al Reshan, Mana-Saleh. And Hamdi, Mohammed. And Rajab, Khairan. (2022). UCLAONT: Ontology-Based UML Class Models Verification Tool.

Aguilar-Calder´on, Jos´e-Alfonso. And Tripp-Barba, Carolina. And Zaldívar-Colado, Anibal. And Aguilar-Calder´on, Pedro-Alfonso. (2022). Requirements Engineering for Internet of Things (IoT) Software Systems Development: A Systematic Mapping Study.

Abdelnabi, Esra-A. And Maatuk, Abdelsalam-M. And Hagal, Mohammed. (2020). Generating UML Class Diagram from Natural Language Requirements: A Survey of Approaches and Techniques.

Alotaibi, Youseef. (2020). Automated Business Process Modelling for Analyzing Sustainable System Requirements Engineering.

Iqbal, Saqib. And Al-Azzoni, Issam. And Allen, Gary. And Ullah-Khan, Hikmat. (2020). Extending UML Use Case Diagrams to Represent Non-Interactive Functional Requirements.

Tiago da Silva, Fernandes. (2020). Methodological Approaches and Techniques for Designing Ontologies in Information Systems Requirements Engineering.

Nasiri, Samia. And Rhazal, Yassine. And Lahmer, Mohammed. And Adadi, Amina. (2021). From User Stories to UML Diagrams Driven by Ontological and Production Model. Vol. 12, No. 6, 2021.

Lembo, Domenico. And Santarelli, Valerio. And Fabio-Savo, Domenico. And De-Giacomo, Giuseppe. (2022). GRAPHOL: A Graphical Language for Ontology Modeling Equivalent to OWL 2.

Husáková, Martina. And Bureš, Vladimír. (2020). Formal Ontologies in Information Systems Development: A Systematic Review.

Bugayenko, Yegor. And Bakare, Ayomide. And Cheverda, Arina. And Farina, Mirko. And Kruglov, Artem. And Plaksin, Yaroslav. And Pedrycz, Witold. And Succi, Giancarlo. (2023). Prioritizing tasks in software development: A systematic literature review.

Taye, Mohammad-Mustafa. And Ghoul, Said. (2023). An Approach towards Goal-Oriented Requirements Ontology: Consistency and Completeness Based Requirements Analysis.

Ozkaya, Mert. And Erata, Ferhat. (2020). A survey on the practical use of UML for different software architecture viewpoints.

Striuk, Andrii-M. And Semerikov, Serhiy-O. And Shalatska, Hanna-M. And Holiver, Vladyslav-P. (2021). Software requirements engineering training: problematic questions.

Poveda-Villalón, María. And Chávez-Feria, Serge. And Carulli-Pérez, Sergio. And García-Castro, Raúl. (2023). Towards a UML-based notation for OWL ontologies

Fonseca, Claudenir-M. And Sales, Tiago-Prince. And Viola, Victor. And da Fonseca, Lucas-B-R. And Guizzardi, Giancarlo. And Almeida, João Paulo-A. (2021). Ontology-Driven Conceptual Modeling as a Service.

Umar, Muhammad-Aminu. And Lano, Kevin. (2024). Advances in automated support for requirements engineering: a systematic literature review.

00766-023-00411-0

Formatted: Right

Mohd, Arif. And Chaudhary, Wali-Mohammad. And Mohd, Sadiq. (2020). Software Requirements Modeling: A Systematic Literature Review.

Zada, Islam. And Shahzad, Sara. And Ali, Shaukat. And Mehmood, Raja-Majid. (2022). OntoSuSD: Software engineering approaches integration ontology for sustainable software development.

Challapalli, Surendra-Reddy. (2023). Unified Modeling Language for Requirements Engineering, Strategies and Best Practices for FinTech and Beyond. Volume 16, Issue 3, Page 87-102, 2023

Suchanek, Marek. And Pergl, Robert. (2020). Case-Study-Based Review of Approaches for Transforming UML Class Diagrams to OWL and Vice Versa.

Lien-Vo, Minh-Hoang. And Hoang, Quang. (2020). Transformation of UML class diagram into OWL Ontology.

Tukur, Muhammad. And Umar, Sani. And Hassine, Jameleddine. (2020). Requirement Engineering Challenges: A Systematic Mapping Study on the Academic and the Industrial Perspective.

Popoola, Oladapo.Adeboye. And Adama, Henry.Ejiga. And Okeke, Chukwuekem-David. And Emmanuel-Akinoso, Abiodun. (2024). Advancements and innovations in requirements elicitation: Developing a comprehensive conceptual model

Ochodek, Mirosław. And Kopczyńska, Sylwia (2018) Perceived importance of agile requirements engineering practices—a survey. J Syst Softw 143:29–43

Glinz, Martin. (2020) Standard glossary for the certified professional for requirements engineering (CPRE) studies and exam v2.0.0. Technical report, International Requirements Engineering Board e.V., October 2020

Daun, Marian. And Grubb, Alicia-M. And Stenkova, Viktoria. And Tenbergen, Bastian. (2022). A systematic literature review of requirements engineering education

Haav, Hele-Mai. (2019). A Comparative Study of Approaches of Ontology Driven Software Development. vol. 29, no. 3, pp. 439-466

Abdalazeim, Alaa. And Meziane, Farid. (2021). A review of the generation of requirements specification in natural language using objects UML models and domain ontology. Volume 189, 2021, Pages 328-334

Lim, Sachiko. And Henriksson, Aron. And Zdravkovic, Jelena. (2021). Data-Driven Requirements Elicitation: A Systematic Literature Review.

Pouva Khosravi

Master's student in computer software engineering, Khavaran Institute of Higher Education, Mashhad, Iran

- Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, Not Bold, Complex Script Font: Times New Roman, Bold
- Formatted:** Font: Not Bold, Complex Script Font: Bold
- Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, Not Bold, Complex Script Font: Times New Roman, Bold
- Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, Not Bold, Complex Script Font: Times New Roman, Bold, Not Superscript/ Subscript
- Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, Not Bold, Complex Script Font: Times New Roman, Bold
- Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, Not Bold, Complex Script Font: Times New Roman, Bold, Not Superscript/ Subscript
- Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, Not Bold, Complex Script Font: Times New Roman, Bold
- Formatted:** Centered

Houbakht Attaran

Member of the faculty of computer department, Khavaran Institute of Higher Education, Mashhad, Iran

Sayyed Majid Mazinani

Member of the Faculty of Electrical and Computer Department, Imam Reza International University, Mashhad, Iran

Abstract

Smart city software requirements engineering processes enable software designers to identify changes in customer software requirements. However, there are challenges related to the engineering processes of smart city requirements that prevent the rapid and sustainable development of software. The use of ontology is a new solution that has improved the requirements elicitation process. Various studies have been conducted in this field, but the researches that deal with the challenges with existing solutions are isolated, diverse and inclusive. In this study, we use a systematic literature review along with thematic classification and gap analysis to examine the existing solutions to the challenges, to show how applicable the existing methods are, and to identify the existing gaps. The classification typology of the challenges facing the development of smart city software and specifically in requirements engineering and how solutions deal with the challenges are presented in this study. Our study covers the years 2015 to 2024. IEEE, Scopus, and Web of Science were searched as the largest databases for authoritative academic publications. Using exclusion criteria to filter articles, a total of 56 valid articles were selected and reviewed. After examining the applications, challenges and solutions, appropriate functions are identified that propose engineering the smart city requirements with a coordinated approach. This study contributes to the theoretical frontier of smart city software requirements engineering approaches and their extraction for operationalization.

Key words: ontology, requirements engineering, software engineering, UML

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt,
(Complex) Arabic (Saudi Arabia)