روشی مبتنی بر هستان‌شناسی برای غلبه‌بر چالش‌های تعامل‌پذیری معنایی در چرخه خودتطبیقی توزیع‌شده

حامد حلوائی[۱]، اسلام ناطمی[۲]

[۱] کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، گروه تحقیقاتی خودتطبیق، دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر دانشگاه شهید بهشتی، تهران
Hamed_71hh@yahoo.com

[۲] دکتری، گروه تحقیقاتی خودتطبیق، دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر دانشگاه شهید بهشتی ، تهران
nazemi@sbu.ac.ir

چکیده

یکی از مسائلی که در حال حاضر در حوزه سیستم‌هایی که با نام سیستم‌های خودتطبیقی شناخته می‌شوند، پدید آمدن محیط‌های با نام توزیع‌شده است که در آن، تعداد متعددی از عامل‌ها و سیستم‌های نرم‌افزاری خودتطبیقی وجود دارند که از نظر جغرافیایی و یا کنترلی(ساختاری) به صورت نامتمرکز قرار داشته ولی با یکدیگر در حال تعامل و ارتباط‌اند. بنابراین یکی از حوزه‌های بحث و چالش های موجودر در این زمینه، مسئله برقراری ارتباط و سازروکاری برای تعاملات عامل‌ها و مولفه‌ها در محیط‌های توزیع‌شده است. در این پژوهش با درنظر گرفتن کارهای انجام شده در این حوزه به این نتیجه رسیده‌ایم، که فقدان ارتباطات با نوعی قابلیت درک مشترک برای تمام عناصر موجود در چرخه‌های توزیع‌شده خودتطبیقی احساس می‌شود، بنابراین ماهیت این ارتباطات را بر مبنای معانی و درک مشترک عناصر از آن، در نظر گرفته‌ایم و این موضوع را با عنوان تعامل‌پذیری معنایی مطرح کرده‌ایم. مسئله تعامل پذیری معنایی برای ارتباط مستقیم عامل‌های نرم‌افزاری موجود در چرخه خودتطبیقی و محیط‌های توزیع‌شده از جمله مباحث ویژه‌ای است که اخیراً توجه زیادی را به خود جلب نموده است، در این بین با در نظر گرفتن چالش‌های معنایی؛ همانند ناهمگون بودن ساختارهای موجود و نیاز به ایجاد ساختاری یکپارچه، روند پژوهش خود را پی‌گرفته و در ادامه برای فائق آمدن بر فقدان روش‌های ارتباطی موجود، روشی مبتنی بر هستان‌شناسی را ارائه داده‌ایم که توسط آن اجزاء محیط‌های توزیع‌شده قادر خواهند بود با یکدیگر تعامل‌پذیری معنایی و موثری داشت باشند. در نهایت با ارائه معیارهایی برای سنجش کارآمدی روش پیشنهادی در محیط‌های توزیع شده(مانند زمان تطبیق و هزینه تطبیق) و همچنین سنجه‌هایی در رابطه با مقبولیت هستان‌شناسی(مانند تنوع وراثتی، تنوع ویژگی و تنوع ارتباط) پیشنهادی، آن را در قالبِ شبیه‌سازی در یک مطالعه موردی به‌کار برده و خروجی‌های حاصل از آن را بازگو کرده‌ایم و در پایان، در مورد مزایایی روش پیشنهادی و همچنین محدودیت‌های حاصل از آن به بررسی و نتیجه‌گیری پرداخته‌ایم.

کلمات کلیدی

تعامل‌پذیری، تعامل‌پذیری معنایی، چرخه خودتطبیق، هستان‌شناسی ، چالش‌های معنایی ، سیستم‌های توزیع‌شده

۱- مقدمه

پیدایش و رشد سریع فناوری‌ها و نرم‌افزاری مبتنی بر آن و استفاده گسترده در این حوزه، بستری برای افزایش درخواست‌ها مبنی بر سیستم‌هایی با قابلیت وسیع‌تر و به‌تبع آن پیچیده‌تر شدن نرم-افزارها شد، که در ادامه، این پیچیدگی‌ها منجر به پیدایش و ظهور سیستم‌هایی با عنوان سیستم‌های خودتطبیقی گردید. از سوی دیگر وجود این نوع از پیچیدگی‌ها سبب شد تا مدیریت و

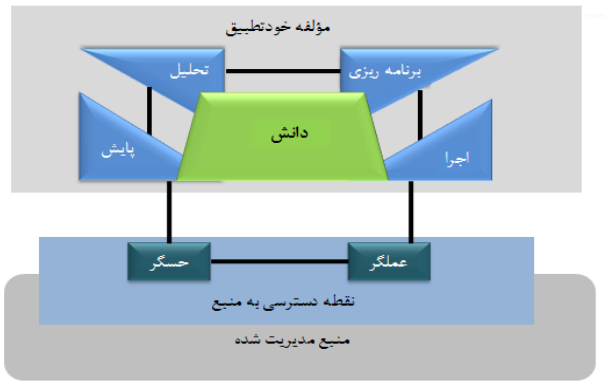
نگهداری سیستم‌های نرم‌افزاری به عملکردی دشوارتر از گذشته بدل شود. این زمینه، نیازمند تعداد بسیار زیادی نیروی انسانی متخصص است. با رشد سیستم‌های توزیع‌شده‌ای که در آن‌ها هیچ کنترل مرکزی وجود ندارد، و در پی‌آن به دلیل عدم آگاهی و شناخت زیرسیستم‌ها از یکدیگر و تغییرات بی‌حد و اندازه سیستم، کنترل سیستم از عهده نیروی انسانی خارج می‌شود. این مطلب با مطرح شدن مفهوم سیستم‌های فوق وسیع قوت بیشتری گرفته و همگان را بر آن داشت تا به فکر روش‌های دیگری برای کنترل و مدیریت سیستم‌ها بیافتند. این مسئله در مورد سیستم‌های توزیع-شده از مدت‌ها پیش با بیان مفهوم عامل‌های هوشمند و همچنین سیستم‌های چندعامله مطرح شده بود. علاوه بر این‌ها مفاهیمی مانند خودسازماندهی و پدیداری و تعامل‌پذیری که از سیستم‌های طبیعی برگرفته شده بودند که در ادامه به مطرح شدن مفهوم سیستم‌های توزیع‌شده هوشمند کمک نموده است. با توجه به مطالب گفته شده، هدف این پژوهش متمرکز بر سیستم‌های خودتطبیقی توزیع‌شده‌ای می باشد، که عملکرد آن‌ها از منظر تعامل‌پذیری و ارتباط معنایی مورد بررسی قرار می‌گیرد و در ادامه ارائه سازوکاری برای عامل‌های موجود در چرخه و روشی برای بهبود ارتباطات و ماهیت آن، مبتنی بر اصول و روش‌های هستان‌شناسی و معنایی پیشنهاد داده خواهد شد.

۲- مفاهیم مورد بحث

خودتطبیقی در منابع مختلف، با عناوین متفاوتی ذکر شده است که تفاوت‌های میان این مفاهیم در بسیاری از موارد مبهم است. همچنین به دلیل نزدیکی این مفاهیم با یکدیگر، موارد زیادی وجود دارند که از آن‌ها به جای یکدیگر استفاده شده است. برخی از این مفاهیم عبارتند از:

- سیستم خودتطبیق: طبق یک تعریف شناخته شد[۳]و[۱] "سیستم خودتطبیق سیستمی است که رفتار خود را در پاسخ به تغییرات محیط عملیاتی خود تغییر می‌دهد. منظور از محیط عملیاتی هرچیزی مانند ورودی کاربر، ابزار سخت‌فزاری خارجی، حسگرها و یا ابزار نرم‌افزاری است که توسط سیستم نرم‌افزاری قابل مشاهده باشد". در واقع می‌توان گفت که سیستم‌های خودتطبیق با معرفی چرخه بازخورد به کاهش پیچیدگی سیستم‌ها و کاهش مشکلات مدیریت سیستم کمک می‌کنند[۴].

آن‌چه در واقع تمایز سیستم‌های خودتطبیق از سیستم‌های پیشین را موجب می‌شود، وجود یک حلقه بازخورد است. این حلقه بازخورد از تعامل یک مؤلفه خودتطبیق با یک منبع مدیریت شونده حاصل می‌شود. چرخه مطرح شده در بررسی کاملاً مشابه با چرخه پیشنهادی توسط IBM است که به چرخه MAPE-K مشهور شده [۲].



شکل(۱) چرخه بازخورد خودتطبیقی

۲-۱- خصیصه‌های خودتطبیقی:

در ادبیات خودتطبیقی مفهومی به نام خصیصه‌های خود* پوجود دارد. در واقع این خصیصه‌ها، بیان‌گر مشخصاتی هستند که از یک سیستم خودتطبیق انتظار می‌رود. این خصیصه‌ها با تغییرات نیاز و رویکرد نیازمندی به سیستم‌های خودتطبیق تغییر می‌یابند و به مرور زمان خصیصه‌های جدیدی به این مجموعه می‌پیوندد. اگر سیستمی حداقل یکی از این خصایص را داشته باشد، خودگردان و خودتطبیق محسوب می‌شود. در این میان آن‌چه تقریباً مورد توافق اکثر محققان این حوزه است، چهار خصوصیتی است که IBM به عنوان جنبه‌های سیستم‌های خودگردان از آن‌ها یاد می‌کند. از دیدگاه IBM ممکن است که در ابتدا هر یک از این خصوصیات به شکل جداگانه توسط تیم‌های مختلف حمایت شود. ولی سرانجام تمایز بین آن‌ها از بین رفته و همه در قالب قابلیت خودنگهداری سیستم مطرح خواهند شد . این چهار خصوصیت عبارتند از خودبهینگی، خود پیکربندی، خود درمانی، خود حفاظتی. در ادامه نیز با توجه به مفاهیم موجود در سیستم‌های خودتطبیقی که خود به دو دسته سیستم‌های خودتطبیقی توزیع‌شده و متمرکز تقسیم می‌شوند، روند بحث مورد نظر را مشخص می‌کنیم.

۲-۲- خودتطبیقی متمرکز و نامتمرکز

یکی از دیدگاهایی که در مورد سیستم‌های خودتطبیقی متمرکز و نامتمرکز مطرح است، نحوه مدیریت این نوع از سیستم‌ها است. به طوری که در مقاله [۳] نیز بیان شده ، اغلب در سیستم‌های خودتطبیقی شاهد کنترل مرکزی هستیم که ماهیت این کنترل بر روی این سیستم، نوعی کنترل از بالا به پایین است، این در حالی است که در سیستم‌های توزیع‌شده خودتطبیق، مولفه های نرم‌افزاری که کنترل بخش‌های مختلف را برعهده دارند با یکدیگر به صورت غیرسلسله مراتبی (پدیداری)تعامل داشته و مدیریت نیز در این نوع سیستم‌ها به همین شکل است، به بیان دیگر در سیستم‌های توزیع‌شده که فاقد کنترل مرکزی هستند از یک روش داخلی برای تطبیق استفاده می‌شود که در آن عامل‌ها بدون وجود کنترل‌کننده مرکزی باید با یگدیگر ارتباط برقرار کنند.

۲-۳- تعامل‌پذیری

تعاریف مختلفی از تعامل‌پذیری تا کنون ارائه شده است. در یکی از معروف‌ترین تعاریفی که توسط دپارتمان دفاع آمریکا از سال ۱۹۷۷ به بعد

به‌کارگرفته شده است، تعامل‌پذیری به‌صورت مقابل تعریف شده است: [۵] " توانایی سیستم‌ها، واحدها در فراهم کردن سرویس‌ها و نیز پذیرش سرویس‌هایی از دیگر سیستم‌ها و واحدها و همچنین استفاده از سرویس‌های مبادله‌شده به‌منظور فعالیت اثربخش آن‌ها با یکدیگر". علاوه بر این تعریف که به‌عنوان یکی از رایج‌ترین تعاریف تعامل‌پذیری شناخته شده است، چهار تعریف مورد تأیید IEEE از تعامل‌پذیری ارائه شده است[۶]:

- توانایی دو یا چند سامانه یا مؤلفه سامانه برای تبادل اطلاعات و استفاده از اطلاعات مبادله‌شده.
- قابلیت واحدهای تجهیزات برای کار با یکدیگر به‌منظور فراهم آوردن کارکردهای مفید.
- قابلیتی که در اثر پیروی مشترک از مجموعه‌ای از استانداردهای داده‌شده حاصل می‌شود که ابزارهای ناهمگنی که عمدتاً است توسط عرضه‌کنندگان مختلف ساخته‌شده‌اند را قادر می‌سازد در یک محیط شبکه‌ای با یکدیگر کار کنند.
- توانایی دو یا چند سامانه یا مؤلفه برای تبادل و استفاده از اطلاعات مبادله‌شده در یک شبکه ناهمگن.

۲-۳-۱- چارچوب‌های تعامل‌پذیری

تعامل‌پذیری سیستم‌ها زیرساختی برای تطبیق‌پذیری و خودمختاری سیستم‌های فوق‌مقیاس وسیع محسوب می‌شود. در این میان، مدل‌های موجود تعامل‌پذیری سیستم‌ها، بیشتر به دنبال طراحی و تکامل سیستم‌های نرم‌افزاری با ماهیت مقیاس وسیع با تعاملات بهتر هستند. با توجه به آن‌که در هر لحظه یک سیستم ممکن است اضافه شود، عوض شود و یا تغییر کند، در این شرایط مولفه‌های این سیستم‌ها باید از تغییرات آگاه شوند و همکاران خود را با توجه به شرایط جدید تغییر دهند و یا تصمیم جدیدی برای ادامه کار اتخاذ کنند. بنابراین تغییر در تعاملات در میان این نوع از سیستم‌ها و در شرایط جدید می‌بایست امکان‌پذیر باشد، که به منظور اهمیت مفاهیم موجود در تعامل‌پذیری در حوزه سیستم‌های نرم‌افزاری، برخی از این چارچوب‌ها را در ادامه مورد بررسی قرار داده‌ایم:

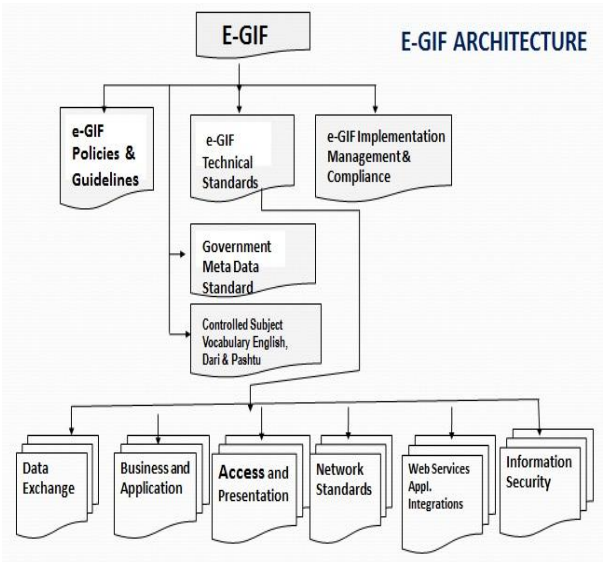
چارچوب توسعه تعامل‌پذیری در برنامه‌های کاربردی و نرم‌افزارهای سازمانی[۱]: این چارچوب که به‌اختصار، IDEAS نامیده می‌شود، یکی از چارچوب‌های اولیه است که به‌عنوان نقشه‌راهی برای ایجاد تعامل‌پذیری سازمانی مطرح شده است. همان‌گونه که در شکل(۲) ملاحظه می‌شود، این چارچوب مسائل حوزه تعامل‌پذیری را در ۵ سطح کلان کسب‌وکار، دانش، برنامه کاربردی، داده و ارتباطات طبقه‌بندی می‌کند. در ادامه و در سطح دومِ چارچوب، برای هر یک از این گروه‌های کلان، زیرمجموعه‌هایی مشخص شده است. ۵ دسته کلان ارائه‌شده در این مدل، به‌عنوان مبنایی برای تعیین ساختار و سطح‌بندی در چارچوب‌های تعامل‌پذیری بعدی به‌ویژه ATHENA و چارچوب تعامل‌پذیری سازمانی مدنظر قرار گرفته است.

	Framework 1st Level	Framework 2nd Level	ONTOLOGY	QUALITY ATTRIBUTES		
			Semantics	Security	Scalability	Evolution
ENTERPRISE	Business	Decisional Model				
		Business Model				
		Business Processes				
	Knowledge	Organisation Roles				
		Skills Competencies				
		Knowledge Assets				
ARCHITECTURE	Application	Solution Management				
		Workplace Interaction				
		Application Logic				
		Process Logic				
	Data	Product Data				
		Process Data				
		Knowledge Data				
		Commerce Data				
	Communic.					

QUALITY ATTRIBUTES		
Performance	Availability	Portability

شکل(۲) چارچوب IDEAS [7]

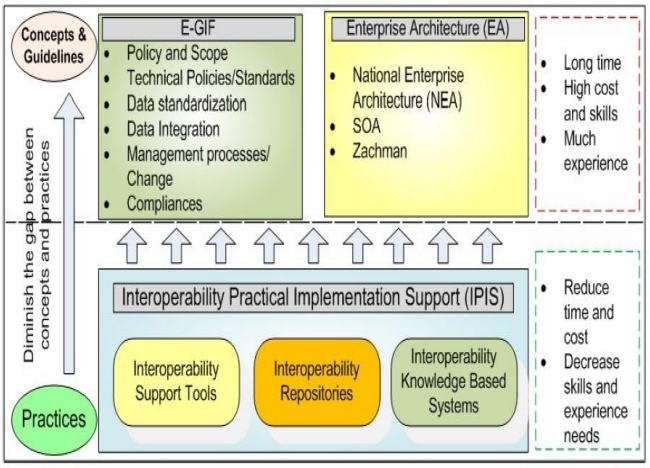
از آن‌جایی که مفهوم تعامل‌پذیری باید کاربردی و در عرصه‌های فنی قابل استفاده باشد می‌توان از چارچوب تعامل‌پذیری دولت الکترونیک[۲] به عنوان مدلی مرجع استفاده نمود، همچنین این چارچوب بیان‌گر مجموعه‌ای از سیاست‌ها، استانداردها و راهنمایی‌هایی است که چگونگی به اشتراک‌گذاری و یکپارچه‌سازی اطلاعات و خدمات حوزه‌های فناوری اطلاعات را در بخش‌های دولتی و عمومی مشخص می‌کند [۱۲].



شکل(۳) شکل ۲-۱- معماری تعامل‌پذیری eGif[12]

در نهایت برای بررسی رابطه تعامل‌پذیری و معماری سازمانی می‌توان با استفاده از مدل مفهومی که در شکل(۴) آمده به بررسی ارتباط معماری سازمانی و چارچوب تعامل‌پذیری دولت الکترونیک پرداخت، از این رو در مقاله [۱۳] با اشاره به رشد گسترده خدمات الکترونیکی در سطح دستگاه‌های مختلف دولتی و لزوم یکپارچه‌سازی داده‌ها و اطلاعات در جهت کاهش افزونگی و کاهش طول فرآیندهای اداری و ایجاد بستری واحد از خدمات

دولتی، تعامل‌پذیری اطلاعاتی و داده‌ای بین دستگاه‌های دولتی به عنوان مسئله‌ای مهم یاد می‌کند[۱۳]، از این رو می‌توان مدل ارائه شده از ارتباط معماری سازمانی و تعامل‌پذیری دولت الکترونیک را به عنوان یکی از مدل‌های مرجع در پژوهش حاضر دانست.



شکل(۴) مدل ارتباطی معماری سازمانی و تعامل پذیری دولت الکترونیک [۱۳]

۲-۴- هستان‌شناسی

هستان‌شناسی، مفهومی در علوم فلسفی معرفی شده است که از آن به عنوان دانش توجیه‌پذیر و بنیادی یاد شده. در علوم دیگر از آن به عنوان نماینده دانشی که از آن بتوان درباره هر نوع باور منطقی از اشیاء و موجودیت‌ها استفاده کرد عنوان شده، از طریق این دانش منطقی می‌تواند موارد پیچیده‌ای که در طبیعت و حتی علوم کامپیوتر وجود داشته را مدیریت نموده، به بیان دیگر تکامل تکنولوژی در این زمینه باعث شناخت سیستم‌های کامپیوتری از مفاهیم بعضاً پیچیده طبیعی و انسانی خواهد شد[۸].

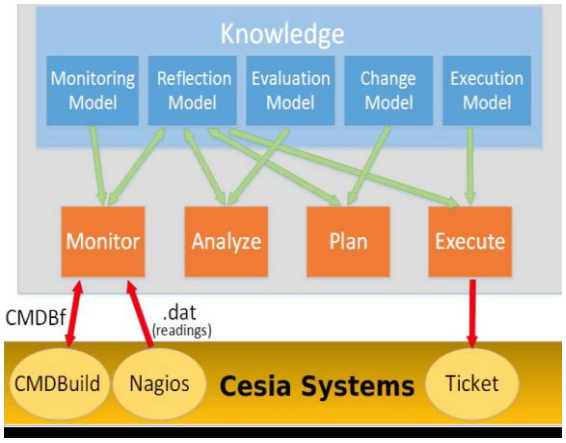
انجمن بازنمایی دانش، هستان‌شناسی را به عنوان یک توصیف صریح و صوری از یک مفهوم‌سازی اشتراکی، تعریف می‌کند. در این تعریف ،"مفهوم -سازی"به‌معنای یک مدل انتزاعی از پدیده‌های جهان و مفاهیم مرتبط با این پدیده‌ها است. منظور از"صریح بودن"، این است که مفاهیم مورد استفاده در این مدل و محدودیت‌های آن‌ها به طور صریح تعریف می‌شوند."صوری بودن" توصیف به معنای مدل‌پذیری هستان‌شناسی با هدف قابل فهم بودن آن برای ماشین می‌باشد. در نهایت، منظور از "اشتراکی بودن"، این است که هستان‌شناسی باید شامل دانش مشترکی باشد که مورد پذیرش جوامع علمی مختلف قرار گیرد.

علاوه بر این هستان‌شناسی ارائه‌دهنده یک دانش منطقی(صوری)[۳] در مورد یک دامنه[۴] مشخص شده است(منظور از دامنه در اینجا محدوده‌ای از مسئله است که قصد داریم در مورد آن از هستان‌شناسی استفاده نماییم) که بر اساس آن پایگاه‌های دانشی[۵] واضح از آن‌چه قصد بررسی آن را داریم ایجاد خواهد شد، که این نوع از پایگاه‌ها قابلیت توسعه، استفاده مجدد در حالات مختلف را فراهم خواهند آورد. علاوه بر این در مهندسی نرم‌افزار هستان‌شناسی می‌تواند از راه‌های مختلفی به منجر به بهبود مدل‌ها، روش‌ها، تکنیک‌ها و فرآیندهای توسعه نرم افزار شود.

۳- بررسی حوزه کارهای مرتبط

می‌توان مباحث مطرح شده در این حوزه را در سه بخش اصلی دسته بندی نمود؛ بخش اول؛ مروری بر کارهای انجام شده در حوزه مقالاتی است که سعی در ارائه هستان‌شناسی در چرخه‌های خودتطبیقی(متمرکز) را داشته‌اند و همچنین لزوم انجام این مطالعات که می‌توان چالش‌های مطرح شده آن‌ها را مورد بررسی قرار داد، بخش دوم؛ مطالعات پیرامون سیستم‌های خودتطبیقی در چرخه‌های توزیع‌شده(نامتمرکز) و مدل‌های ارائه شده برای دست‌یابی به خودتطبیقی در این‌گونه چرخه‌ها است که به عنوان مدل مرجع ذکر شده است در نهایت، بخش سوم؛ بررسی کارهای مرتبط به چرخه خودتطبیقی توزیع‌شده قرار دارد که بررسی ارتباط آن با چالش‌های معنایی در حوزه سیستم‌های توزیع‌شده خودتطبیق می‌توان در آن‌ها جست‌وجو کرد.

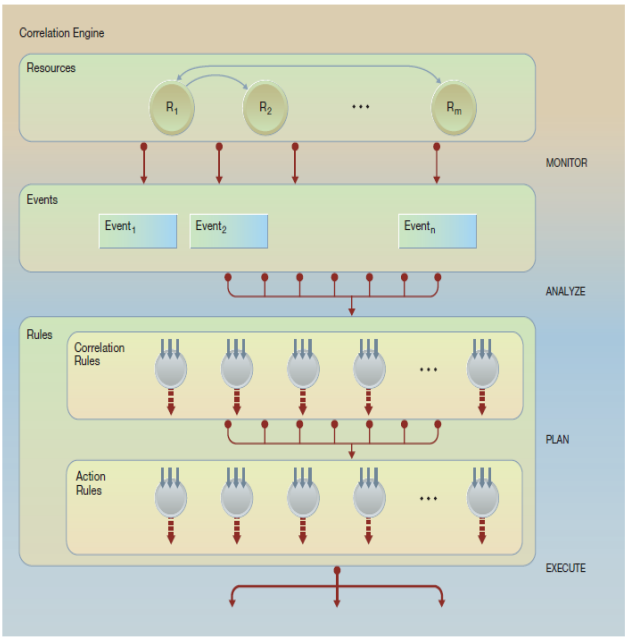
به نظر نویسندگان در [۹] بهتر است برای ارائه چنین ساختار نرم‌افزاری از مدل معنایی برپایه هستان‌شناسی استفاده شود تا کمترین عدم تطابق[۶] از نمایش منطقی عناصر ناهمگون موجود در چرخه خودتطبیقی را شامل شود، بنابر توضیحات آورده شده مدلی برای هستان‌شناسی چرخه MAPE-K ارائه شده است که در شکل(۵) آورده و ساختار رابطه‌ای در بین مدل‌ها و مفاهیم اصلی خودتطبیقی مشخص شده است.



شکل(۵) مدل سطح کلان هستان‌شناسی[۹]

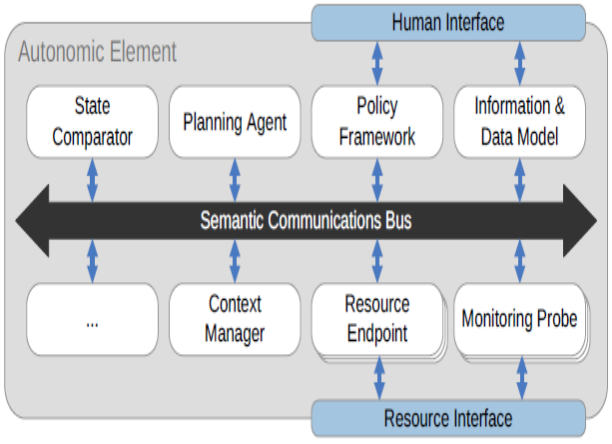
در مطالعه[۴۳] و در راستای توسعه مدلی برای موتورهای همبستگی چرخه MAPE-K از هستان‌شناسی مبتنی بر KAON برای مدل‌سازی دانشی که مبنای فعالیت موتور همبستگی است، استفاده شده است. هدف این تحقیق نمایش مزایای استفاده از هستان‌شناسی در موتورهای همبستگی بوده و در این راستا با طرح یک مطالعه موردی بخش‌های مختلف دانش مربوط به منابع مدیریت‌شده در قالب هستان‌شناسی KAON نمایش داده شده است. منظور از موتورهای همبستگی ذکر شده در این مقاله عبارت‌اند از هسته اصلی مولفه‌های خودمختاری که به صورت مداوم باید شروع به انجام تجزیه و تحلیل سازمان مورد حمایت خود کرده و نتایج آن را برای ادامه چرخه خودتطبیقی بازگو نمایند. ارائه یک هستان‌شناسی در این‌گونه از سیستم‌ها در نظر این مقاله اجتناب از مشکلات ناشی به‌واسطه عدم تجانس ساختاری و معنایی از مدل‌های مختلف ذکر شده است[۱۰] .

Figure 1 Reference model for correlation engines



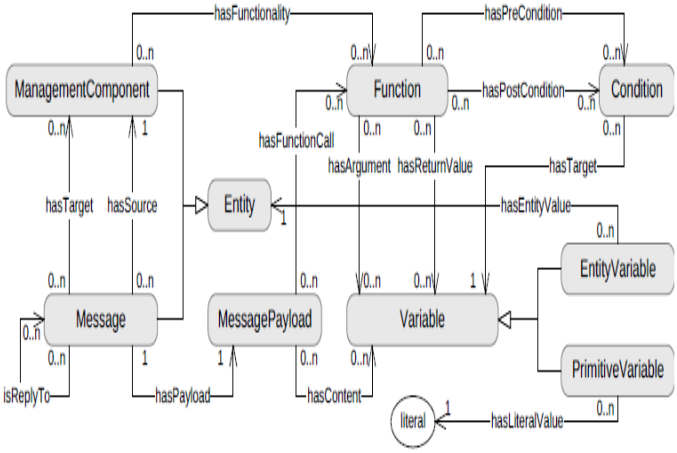
شکل(٦) مدل مرجع موتورهای همبستگی[۱۰]

دستاورد ارائه شده در [۱۱]، یک گذرگاه ارتباطات معنایی برای هم‌نواسازی ارتباطات میان مؤلفه‌های مختلف چرخه کنترلی خودمختار ارائه شده است. همان‌گونه که در شکل(۷) مشاهده می‌شود، مؤلفه‌های مختلف چرخه خودتطبیقی مانند مؤلفه پایش، عامل برنامه‌ریزی، نقطه پایانی منابع (شامل حسگر و عملگر) و غیره را پوشش می‌دهد. این گذرگاه با تعریف هستان‌شناسی مربوط به ارتباطات میان این مؤلفه‌ها، امکان برقراری ارتباطات معنایی را فراهم می‌سازد.



شکل(۷) تصویر کلان گذرگاه ارتباطات معنایی برای مؤلفه‌های چرخه کنترلی خودمختار [۱۱]

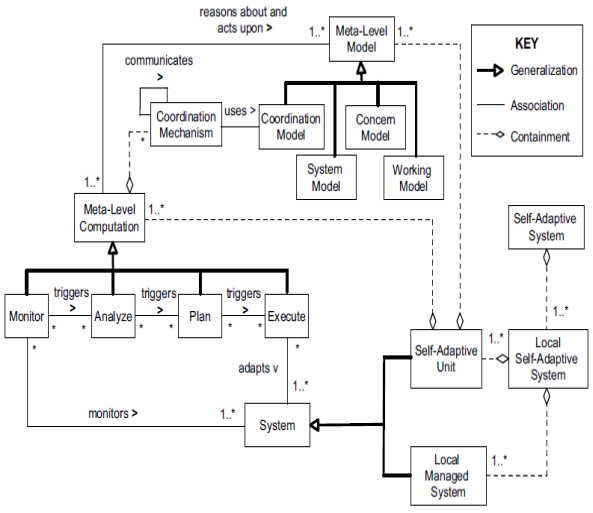
همچنین برای دستیابی به گذرگاه ارتباطات معنایی، لازم است هستان‌شناسی از اقلام موردنظر برای ارتباطات مؤلفه‌های مختلف در نظر گرفته شود. همان‌طور که در شکل(۸) مشاهده می‌شود، یکی از اصلی‌ترین مفاهیم این مدل، مفهوم "Message" است که به پیام‌های ردوبدل‌شده در گذرگاه اشاره دارد.



شکل(۸) مفاهیم اصلی هستان‌شناسی مربوط به گذرگاه معنایی ارتباطات [۴۵]

۳-۱- مدل مرجع خودتطبیقی

با وجود تمامی دستاوردهایی که سیستم‌های خودتطبیق در کنترل پیچیدگی به ارمغان آورده‌اند، کارهای کمتری در رابطه با سیستم‌های خودتطبیق نامتمرکز که فاقد کنترل مرکزی هستند انجام شده است[۱]. "آقای دنی وینز"و همکاران در مقاله[۱] با انجام دو مطالعه موردی چارچوبی برای سیستم‌های خودتطبیق توزیع‌شده ارائه داده‌اند. با توجه به شکل(۹) یک واحد خودتطبیق در واقع یک موجودیت خودشمول[۷] است که سیستم اصلی را به کمک تعداد زیادی از فرامحاسبات[۸] که از فرامدل‌ها[۹] مدیریت کرده و با شرایط موجود تطبیق می‌دهد.



شکل(۹) چارچوب خودتطبیقی در سیستم‌های توزیع‌شده[۱]

این چارچوب [۱] با مدنظر قرار دادن معماری و نیز توجه ویژه به مسئله هماهنگی مزایای فراوانی را به ارمغان می‌آورد. با این وجود چالش‌های زیادی توسط خود نویسندگان برای سیستم‌های خودتطبیق نامتمرکز ارائه شده و خود ایشان معتقدند که برای حل مسائل مطرح شده نیاز به مطالعات میان‌رشته‌ای زیادی بوده و مدل مطرح شده تنها آغاز راهی طولانی‌تر برای غلبه بر مشکلات است.

۳-۲- مقایسه مدل‌های موجود

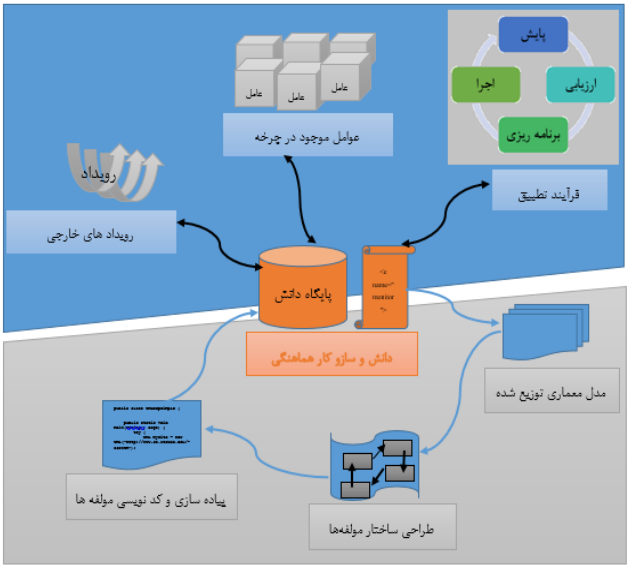
با توجه به بررسی مطالعه های ارائه شده در این فصل می‌توان به این جمع‌بندی در این مسئله دست‌یافت که بسیاری از مطالعه‌های انجام گرفته در زمینه خودتطبیقی توزیع‌شده، دغدغه برقراری ارتباطات موثر و شناخت زیر سیستم‌ها از یکدیگر وجود داشته و همچنین در کارهای غیر خودتطبیق نیز که دارای محیط‌های توزیع شده و چندعامله هستند، همین دغدغه برقرار بوده و برای ایجاد ارتباطات در بین بخش‌های مختلف سیستم از مفاهیمی مانند هستان‌شناسی استفاده‌های موثری شده، به همین جهت می‌توان گفت جای پژوهشی با هدف ارائه روش مبتنی بر هستان‌شناسی برای برقراری ارتباطات و تعامل‌پذیری درمحیط‌های خودتطبیقی توزیع‌شده خالی است، علاوه بر این‌ها، ما معیارهایی را برای سنجش هریک از مقالات ذکر شده بررسی کرده‌ایم(که در ادامه و در فصل ارزیابی به تفضیل، این معیارها را بازگو کرده‌ایم) تا بتوانیم در ادامه، روش پیشنهادی خود را بر پایه این معیارها اندازه‌گیری نماییم و جایگاه مدل خود را در این جدول نشان دهیم. علاوه بر آن می‌توان با توجه به این معیارها نقاط ضعف و قوت کارهای انجام شده را مورد سنجش قرار داد، از آن‌جایی که این معیارها تمامی جنبه‌های کارکردی و هستان‌شناسی را در این رساله پوشش می‌دهد، می‌توان از آن‌ها به عنوان شاخص‌های کلیدی ارزیابی درنظر گرفته شود.

۴- روش پیشنهادی

در یک دید کلی می‌توان چرخه تولید سیستم‌های توزیع‌شده را به دو زیر بخش تقسیم نمود،که بخش اول آن شامل فرآیندهای:

- مهندسی ساختار
- طراحی و تولید موجودیت‌ها
- پیاده‌سازی مولفه‌ها و عناصر

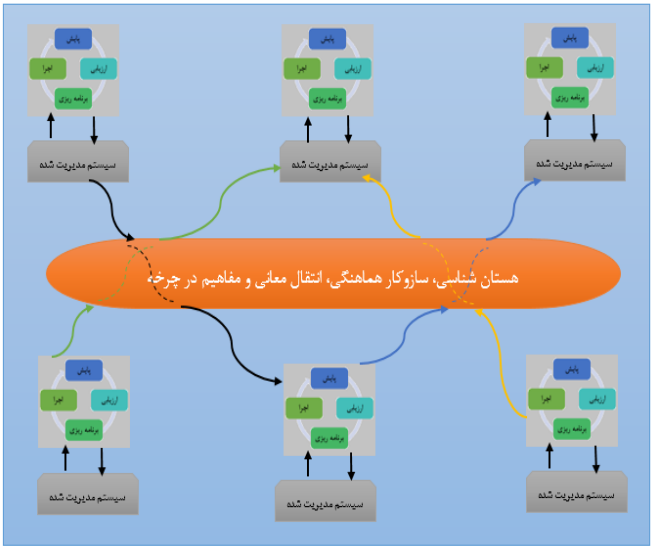
در ادامه ذکر این نکته که این بخش از چرخه عمر ؛ شامل ساختاری تدریجی[۱۰] و تکاملی است و با توجه به مفاهیم ارائه‌شده در مباحث مهندسی نرم‌افزار تا سطح پیاده‌سازی یک سیستم توزیع‌شده ادامه پیدا خواهد کرد، مورد توجه است. اما بخش دوم این دید شامل محیط عملیاتی و کاربردی یک سیستم که دارای چرخه خودتطبیقی توزیع‌شده است و از ویژگی‌ها و عناصر خودتطبیق بهره می‌برد، آنچه بیان شد در شمای شکل(۱۰) قابل رویت است.



شکل(۱۰) جایگاه روش پیشنهادی در یک محیط توزیع‌شده

۴-۱- جایگاه روش پیشنهادی در چرخه توزیع‌شده

همان‌طور که در مدل مرجع خودتطبیقی ارائه شده در[۵۵] مطرح شده است، هر سیستم توزیع‌شده‌ای دارای مجموعه‌ای از سیستم‌های خودتطبیق محلی است که خود نیز دارای بخش‌ها و زیربخش‌هایی بوده، به طور مثال یک سیستم خودتطبیق محلی دارای اجزای چرخه خودتطبیقی (پایش، ارزیابی، برنامه ریزی و اجرا) می‌باشدکه نهایتاً خروجی این چرخه بر روی یک سیستم مدیریت‌شده محلی تاثیرگذار است، همچنین با توجه به ماهیت توزیع‌شده مسئله، تمامی این چرخه‌ها می‌توانند علاوه بر انجام اعمال گفته‌شده، با یکدیگر نیز تبادل و در ارتباط قرار گیرند. در ادامه و در فاز انتقال معانی و مفاهیم، ساختار پیشنهادی، می‌تواند هم‌چون گذرگاه ارتباط مفهومی در سرتاسر این چرخه عمل‌کرده و بار ارتباطات و سازوکارهای هماهنگی را از نظر تعامل‌پذیری معنایی برطرف سازد: شِمای کلی آن‌چه گفته‌شد در شکل(۱۱ نمایان است:



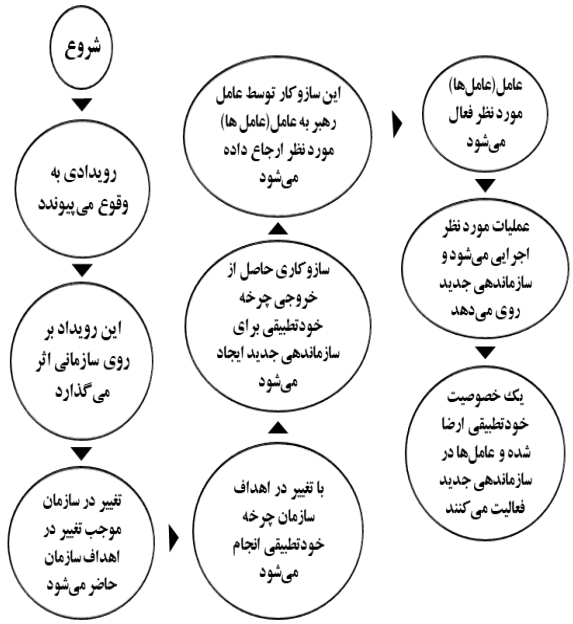
شکل(۱۱) جایگاه روش پیشنهادی در چرخه‌های توزیع‌شده

۴-۲- مفاهیم هستان‌شناسی پیشنهادی

برای ساخت هستان‌شناسی موردنظر از کلاس‌هایی به عنوان کلاس‌های بالا دستی استفاده کرده‌ایم، که این کلاس‌ها دقیقا به عنوان مفاهیم اولیه در هستان‌شناسی مورداستفاده قرار خواهند گرفت. همچنین این کلاس‌ها زیر مجموعه‌ای از ابرکلاسی با عنوان شی هستند. به همین ترتیب کلاس‌هایی که به نوعی زیرمجموعه‌ای از ابر کلاس‌های ساخته شده هستند را به عنوان کلاس‌های پایین دستی در نظر گرفته‌ایم و این روش تا زمانی که مفاهیم موجود به طور کامل پوشش داده شوند ادامه داده‌ایم. در روش پیشنهادی چندین کلاس را به عنوان کلاس‌های اصلی در نظر گرفته‌ایم؛ که شامل: کلاس‌های موجودیت(در اینجا عامل)، رخداد، ارتباطات، منابع و استراتژی–برنامه‌ریزی بوده‌اند. و بعد از آن کلاس‌هایی که به نوعی زیرمجموعه کلاس‌های بالا هستند را به‌وجود آورده‌ایم، به طور مثال برای کلاس استراتژی–برنامه‌ریزی زیرکلاس‌های: سازوکار هماهنگی، فعالیت،وظیفه و عملکرد آورده شده است.

۴-۳- سناریو استفاده از هستان‌شناسی

برای رسیدن به یک سازوکار استفاده از هستان‌شناسی می‌توان روند موجود در شکل(۱۲) دنبال نمود؛ به این ترتیب که، مسیر استفاده از ساختار پیشنهادی را برحسب یک مورد کاربردی بازگو کرده‌ایم ، به‌طوری که با استفاده از این سناریو می‌توان به درک مناسبی از روش ارائه شده و سازوکار استفاده از آن دست‌یافت.



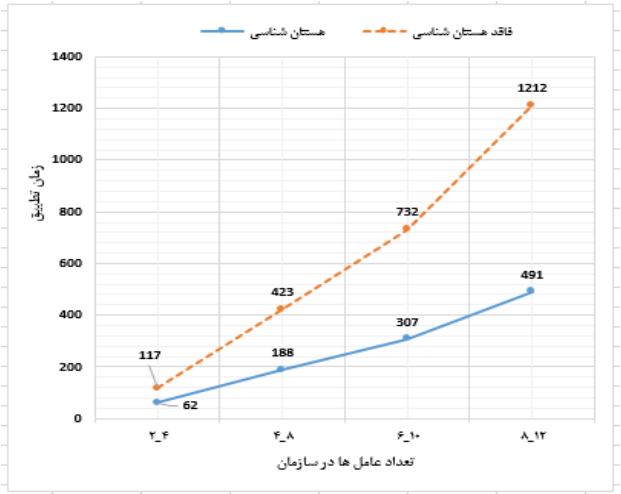
شکل(۱۲) سازوکار استفاده از هستان‌شناسی پیشنهادی

۴-۴- مطالعه موردی بر اساس مدل پیشنهادی

مورد مطالعه[۱۴] ،که به عنوان مطالعه موردی از آن یاد می‌شود؛ بررسی سیستم کنترل ترافیکی هوشمندی است که از تعدادی دوربین کنترل نامحسوس در قالب سازمان‌هایی توزیع‌شده تشکیل شده است، که هریک از این سازمان‌ها ممکن است دارای یک یا بیشتر دوربین کنترل ترافیک بوده و هر دوربین(در اینجا عامل نرم افزاری) از این سازمان‌ها محدوده معینی را پوشش داده. همچنین هر دوربین در این سناریو[۱۴] به صورت نامتمرکز تراکم ترافیکی را در حوزه خود تشخیص و در ادامه اطلاعات ترافیکی جمع‌آوری شده خود را، به ابزارهایی مانند چراغ‌های راهنمایی و ابزار تشخیص مسیر ارسال می‌کنند. در اینجا ممکن است تراکم ترافیک در حوزه چندین دوربین قرار گرفته و یا تراکم ترافیک ممکن است رشد نموده و به حوزه‌های دیگر نیز سرایت نماید و یا کاهش یابد و از محدوده یک حوزه خارج شود. به دلیل عدم وجود کنترل مرکزی، هر دوربین به محض تشخیص ترافیک با دیگر دوربین‌ها برای اطلاع از ترافیک در آن مناطق ارتباط برقرار می‌کند.

۴-۵- نتایج بدست‌آمده از شبیه‌سازی

روش مورد نظر در ابزار پروتج ، شبیه‌سازی شده و بعد از آن با استفاده از خروجی‌های شبیه‌سازی شده، سناریو خودتطبیقی عامل‌ها موجود در سازمان های مختلف را بیان نموده و در ادامه معیارهایی را برای ارزیابی مدل خود شرح داده، سپس دو رویکرد مورد نظر در محیطه‌ای توزیع‌شده خودتطبیقی؛ یعنی رویکردی با استفاده از ساختاری معنایی و مبتنی بر هستان‌شناسی و جنبه دیگر مطالعه که فاقد این ساختار می‌باشد را با یکدیگر مقایسه نموده و برحسب سنجه‌های معرفی شده حاصل نتایج ارزیابی را بررسی‌کردیم و مشاهده نمودیم که اگر این سازوکار ارتباطی و هماهنگی از ساختار مبتنی بر هستان‌شناسی استفاده نماید درک عامل‌ها از وجود یکدیگر و درک مشترک آن‌ها از مفاهیم موجود در چرخه‌ها و سازمان‌ها، استفاده از آن را نسبت به روش‌های موجود قابل توجیه میداند، به‌علاوه آن‌که استفاده از ساختارهای معناشناسانه، مانند هستان‌شناسی پیشنهادی قدرت خوانایی و درک ارتباطی و همچنین سرعت ذخیره و بازیابی داده‌ها و اطلاعات را در بخش مربوط به دانش هر چرخه چندین برابر کرده است. برای نمونه مقیاس‌پذیری سناریو موجود و مطالعه موردی در شکل(۱۳)بیان و آورده شده است.



شکل(۱۳) مقایسه مقیاس‌پذیری روش پیشنهادی و مطالعه موردی

۵- نتیجه گیری

در این تحقیق که هدف آن غلبه بر چالش‌های تعامل‌پذیری معنایی در سیستم‌های خودتطبیق توزیع‌شده می باشد با مشخص نمودن چالش‌های خود در رابطه با این سیستم‌ها چشم انداز خود را ترسیم نموده و بعد از آن بررسی خصوصیات و شناخت سیستم‌های دارای این ویژگی پرداختیم و با مرور ادبیات

این موضوع توانستیم درک درستی از مفاهیم خودتطبیقی و نیاز به تعامل‌پذیری در آن‌ها برای رسیدن یک خصوصیت خودتطبیقی دست‌یابیم. در ادامه و با جست‌وجو در مورد تعامل‌پذیری در سیستم‌های خودتطبیقی و کارهای انجام شده در این حوزه به اهمیت این موضوع پی‌برده و همچنین به عدم وجود مدلی مبتنی بر هستان‌شناسی در کارهای انجام شده در مورد سیستم‌های توزیع‌شده خودتطبیق رسیده و با بررسی مقاله‌ای با عنوان خانه هوشمند؛ که در آن از هستان‌شناسی برای برقراری ارتباطات و سازوکارهای هماهنگی در سیستمی خودتطبیق ولی با کنترل مرکزی (بدون توزیع‌شدگی) استفاده شده، توانستیم وارد فضای حل مسئله در مورد سیستم‌های توزیع‌شده شویم، بعد از آن با جمع‌آوری مفاهیم مرتبط با خودتطبیقی و توزیع‌شدگی و بررسی اهمیت و استفاده هریک در سیستم‌های خودتطبیق، به پیاده‌سازی ساختاری مبتنی بر هستان‌شناسی پرداختیم با مطالعه بیشتر بر روی کارهای مرتبط تمامی مفاهیم را طوری جمع‌بندی و ساختاردهی کردیم که پاسخ‌گوی نیاز یک سیستم خودتطبیق توزیع‌شده برای کار در این محیط باشد انجام داده و در نهایت با شبیه‌سازی سیستم کنترل ترافیک موجود در مقاله [۵۶] و مقایسه روش پیشنهادی خود با روش هماهنگی در این تحقیق به نتایجی قابل قبول در مورد معیارهایی که در حوزه بحث ما اهمیت داشته رسیده و همچنین در این بین محدودیتی در مورد روش پیشنهادی خود را یافته‌ایم و برای رفع آن در کارهای آینده چشم اندازی را ترسیم نمودیم.

سپاس‌گزاری

پژوهش حاضر با توجه به زحمات و راهنمایی‌های استاد ارجمند؛ جناب آقای دکتر اسلام ناظمی و همچنین حمایت گروه خودتطبیقی دانشگاه شهید بهشتی به سرانجام رسید که از این بابت از ایشان ب کمال تشمکر و قدردانی را به عمل می‌آورم.

مراجع

[1] Weyns, D., S. Malek, and J. Andersson. On decentralized self-adaptation: lessons from the trenches and challenges for the future. in Proceedings of the 2010 ICSE Workshop on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems. 2010. ACM.
[2] Jacob, B., et al., A practical guide to the IBM autonomic computing toolkit. IBM Redbooks, 2004. 4: p. 10..
[3] Oreizy, P., et al., An architecture-based approach to self-adaptive software. IEEE Intelligent Systems and Their Applications, 1999. 14(3): p. 54-62..
[4] Salehie, M. and L. Tahvildari, Self-adaptive software: Landscape and research challenges. ACM transactions on autonomous and adaptive systems, 2009. 4(2): p. 14..
[5] Ford, T.C., Interoperability measurement. 2008, AIR FORCE INST OF TECH WRIGHT-PATTERSON AFB OH GRADUATE SCHOOL OF ENGINEERING AND MANAGEMENT.
[6] Breitfelder, K. and D. Messina, IEEE 100: the authoritative dictionary of IEEE standards terms. Standards Information Network IEEE Press. v879, 2000.
[7] Dagli, C.H. and N. Kilicay- Ergin, System of systems architecting. System of Systems Engineering: Innovations for the 21st Century, 2008: p. 77-100.
[8] Kapłański, P., Ontology-aided software engineering. 2012, PhD thesis. Gdańsk University of Technology.
[9] Poggi, F., et al. Semantic run-time models for self-adaptive systems: a case study. in Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), 2016 IEEE 25th International Conference on. 2016. IEEE.
[10] Stojanovic, L., et al., The role of ontologies in autonomic computing systems. IBM Systems Journal, 2004. 43 :(۳) p. 598.
[11] Famaey, J., et al. An ontology-driven semantic bus for autonomic communication elements. in IEEE International Workshop on Modelling Autonomic Communications Environments. 2010. Springer.
[12] Saekow, A. and C. Boonmee. Towards a Practical Approach for Electronic Government Interoperability Framework (e-GIF). in System Sciences ,۲۰۰۹ . HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on. 2009. IEEE.
[13] Alexakos, C., et al. Adaptive manufacturing utilizing ontology-driven multi-agent systems: Extending Pabadis' Promise approach. in Industrial Technology (ICIT), 2012 IEEE International Conference on. 2012. IEEE.
[14] Almeida, R., H. Madeira, and M. Vieira. Benchmarking the Resilience of Self-Adaptive Systems: A New Research Challenge. in Reliable Distributed Systems, 2010 29th IEEE Symposium on. 2010. IEEE.

پانویس‌ها

[1]-Interoperability Development for Enterprise Application and Software
[2]-eGif (eGovernment Interoperability Framework)
[3]-Formal representations
[4]-Domain_Ontology
[5]-Knowledge bases
[6]-Heterogeneous
[7]-Self-Contained
[8]-Meta-Level Computation
[9]-Meta-Level Model
[10]-iterative
[11]-incremental