

طراحی سیستم خبره فازی جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء با استفاده از Fuzzy Toolbox در محیط برنامه نویسی Matlab

هیمن سنه ای^۱، عطاءاله ابطحی^۲، محمد علی افشار کاظمی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد علوم تحقیقات تهران.

^۲ استادیار، دانشگاه آزاد علوم تحقیقات تهران.

^۳ دانشیار، دانشگاه آزاد علوم تحقیقات تهران.

نام نویسنده مسئول:

هیمن سنه ای

چکیده

در پژوهش حاضر به طراحی سیستم خبره فازی مبتنی بر قاعده جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء با استفاده از Fuzzy Toolbox در محیط برنامه نویسی Matlab پرداخته شد. در اینجا، سیستم مذکور، تحت عنوان IOT.PARKING+FIS برای اولین بار در حوزه پژوهشی مرتبط با موضوع ارائه می‌گردد. در پژوهش حاضر، برای طراحی سیستم استنتاج فازی از محیط برنامه نویسی Matlab استفاده شد. داده‌های مرتبط با ابزار اعتبارسنجی "سیستم خبره فازی جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء" در اواخر تیرماه ۱۳۹۶ جمع‌آوری شدند. در نهایت، با استفاده از خروجی‌های سیستم IOT.PARKING+FIS می‌توان وضعیت "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از IOT" را بر اساس متغیرهایی چون مؤلفه ورودی اول: وضعیت "پلت فرم‌های مورد استفاده در اینترنت اشیاء" جهت تحلیل وضعیت شناسایی از طریق فرکانس‌های رادیویی؛ مؤلفه ورودی دوم: "قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیاء" جهت هدایت خودرو در پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند؛ مؤلفه ورودی سوم: "موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیاء" جهت تحلیل اجزای پارکینگ هوشمند یا سیستم پارکینگ مکانیزه؛ مؤلفه ورودی چهارم: وضعیت "امنیت اینترنت اشیاء" در سیستم پرداخت پارکینگ هوشمند؛ مؤلفه ورودی پنجم: "میزان آشنایی با تحلیل کاربردهای اینترنت اشیاء" جهت کنترل دسترسی در پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند؛ مورد تحلیل قرار داد. در واقع، اختلاف نهایی بین خروجی‌های سیستم خبره فازی این پژوهش یعنی IOT.PARKING+FIS و میانگین نظرات خبرگان معنی‌دار نبوده و برابر با ۰/۰۶۴۷۵ محاسبه شد. بنابراین می‌توان سیستم خبره فازی برای پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء را بکار برد و تصمیمات قابل اعتمادی را برای پیاده‌سازی اعمال کرد.

واژگان کلیدی: نترنت اشیاء (IOT) - پارکینگ هوشمند- شرکت‌های IT تهران محیط برنامه نویسی Matlab-سیستم خبره فازی.

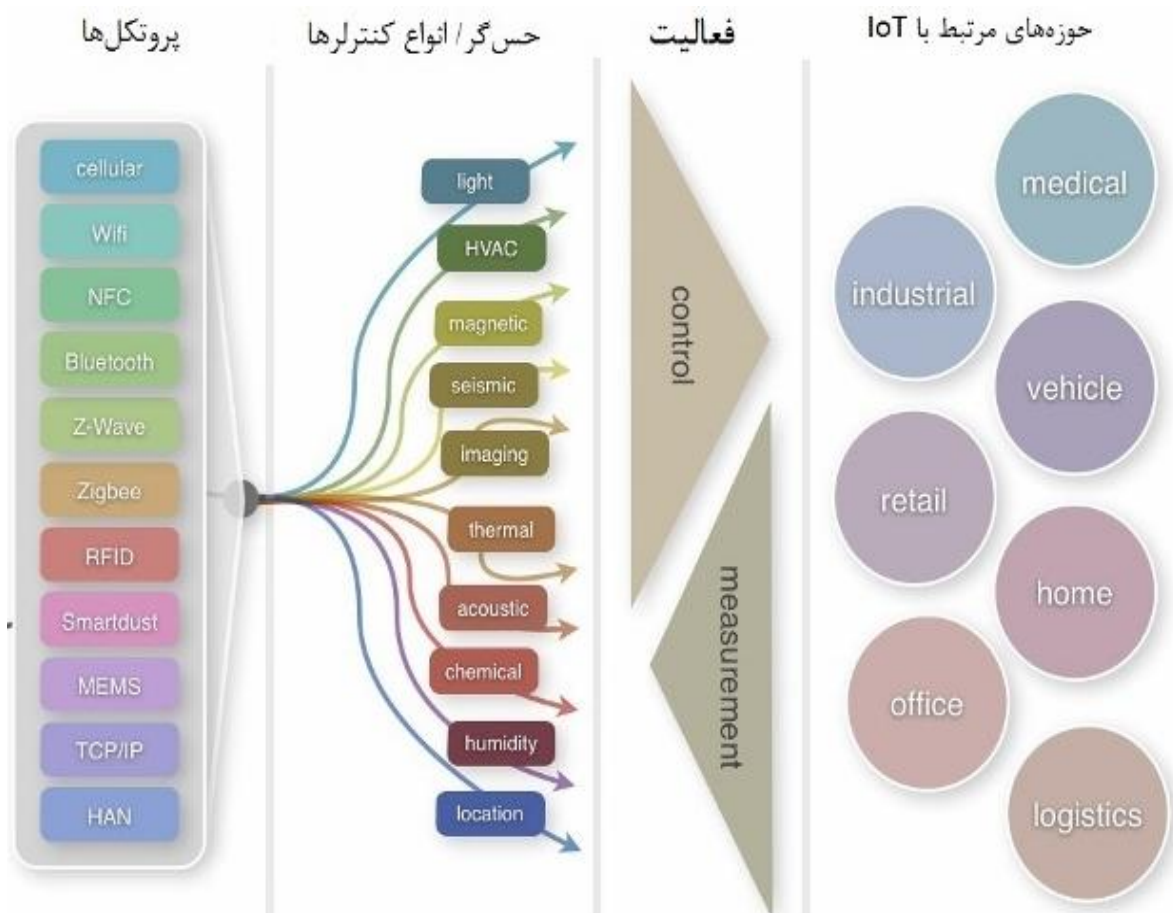
مقدمه

اینترنت اشیاء توسط فناوری ناهمگن ایجاد می‌شود که موفق به تأمین خدمات نوآورانه در حوزه‌های مختلف نرم‌افزار است. در این سناریو، رضایت از امنیت و حریم خصوصی نقش اساسی مورد نیاز بازی می‌کند. همچنین شامل محرمانه بودن اطلاعات و احراز هویت، کنترل دسترسی در شبکه اینترنت اشیاء، حفظ حریم خصوصی و اعتماد در میان کاربران و... می‌شود (سلمانی نژاد، ۱۳۹۴). از طرفی، ارتباطات واژه هزاره سوم است. به هر محصولی که در حوزه فناوری‌های مصرفی نگاه کنید، ارتباط یکی از محورهای اصلی آن است. امروزه، دغدغه اصلی متخصصان و تولیدکنندگان حوزه فناوری مرتبط کردن هرچه بیشتر انسان‌ها با یکدیگر است. گوشی‌های هوشمند، تبلت‌ها، شبکه‌های اجتماعی، و حتی تلوزیون‌های هوشمند همگی راه‌های ارتباطی جدیدی برای ارتباط بیشتر انسان‌ها با یکدیگر باز کرده‌اند پس بعید نیست در جدیدترین نقطه راهبردی، مرتبط کردن دستگاه‌ها با یک دیگر دهندست اندرکاران این حوزه را به خود مشغول کند و حتی پا را فراتر نهند و برای گسترش این ارتباط میان دستگاه‌ها، وسایل، اجسام، ساختمان‌ها و خلاصه هر آنچه در اطراف خود می‌بینیم باچالش‌های جدیدی رو به رو شوند تا این حوزه به ثمر برسد. اینترنت اشیاء در سال اخیر ورد زبان شده تا ارتباطات را وارد دوران تازه ای کند (ترکمانی و شاهرخ، ۱۳۹۴). امروزه مدیریت پارکینگ یکی از مهمترین ابزارها در مدیریت شهری است. سطوح مختلف امکانات پارکینگ می‌تواند بر کارایی ترافیک و افزایش کیفیت زندگی شهری تأثیر بگذارد (کشاورزپور، اسکندری و سیه بازی، ۱۳۹۴). بعد از گذشت چندین دهه و افزایش خودرو و نبود فضای کافی برای پارک و در نهایت هزینه زیاد ساختن امکانات پارکینگ، ارزیابی دقیق برای مدیریت و مکانیابی پارکینگ را به امروزی ضروری مبدل کرد. سیاست‌گذاران بخش حمل و نقل در سالهای اخیر به پارکینگ توجه بیشتری کرده و از آن به عنوان یک مکانیزم بالقوه برای رفع مشکلات ترافیک موجود و تراکم شهری نام می‌برند. همین امر باعث شده که تحقیقات گسترده‌ای در جنبه‌های مختلف پارکینگ و تقاضای پارکینگ انجام شود. هدف اصلی در پارکینگ، تسهیل در ورود و خروج و تردد خودروها می‌باشد (Chatziagiannakis, et al. 2016) در واقع، در پژوهش حاضر، سیستم استنتاج فازی جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء در شرکت‌های IT حوزه پارکینگ هوشمند، تحت عنوان 'IOT.PARKING+FIS' برای اولین بار در حوزه پژوهشی مرتبط با موضوع ارائه می‌گردد، زیرا نیاز به استفاده از سیستم استنتاج پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء بر اساس محاسبات منطق فازی در افزایش اعتماد و اطمینان در تصمیم‌گیری، و همچنین مسئله نیاز به تخصص‌چندگان از طریق به‌کاربردن همزمان دانش متخصصین حوزه‌های مختلف برای حل مسائل پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء، وجود دارد.

۱- مبانی نظری پژوهش

اینترنت اشیاء، دستگاه‌هایی هستند که با گسترش آنها و افزایش تعداد وسایل متصل به اینترنت پیش بینی می‌شود. در تمام جنبه‌های زندگی از جمله بهداشت و درمان، هوشمند سازی منازل، خودروها و محل‌های کار نفوذ خواهد کرد. با توجه به میزان‌های متفاوت اطلاعاتی که توسط یک دستگاه جمع‌آوری می‌شوند کاربران زیادی در خطر افشا یا سوء استفاده اطلاعات قرار می‌گیرند. در چنین شرایطی جبران تخریب‌های وارده بسیار دشوار و حتی ناممکن است چون با جان انسان‌ها ارتباط پیدا می‌کند. مفهوم دیگر رایانش ابری است که بعنوان پشتیبان اینترنتی از اشیاء می‌باشد. در واقع رایانش ابری نوآوری نوظهوری است که قابلیت‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات به عنوان خدماتی که بدون نیاز به دانش دقیق از فناوری‌های زیر ساختی و کمترین تلاش مدیریتی در دسترس قرار می‌گیرد ارائه می‌شود. ابرها به دلیل مزایای بسیار مورد است قبالی قرار گرفتند ولی مسائل مربوط به امنیت و حفظ حریم خصوصی اصلی ترین نگرانی در مورد این فناوری می‌باشد. زیرا ارائه دهندگان سرویس‌های ابر می‌توانند کنترل و نظارت کامل قانونی و یا غیرقانونی بر داده‌ها و ارتباطات بین کاربران سرویس و میزبان ابر داشته باشند (شفیع پورمطلق، تاجفر و قیصری، ۱۳۹۳). از طرفی، عمر کم ولی با اهمیت اشیاء، مستلزم مدیریت و مانیتورینگ مستمر است. مانیتورینگ دستگاه‌ها، بهنگام سازی نرم‌افزارها و سیستم عامل دستگاه‌ها، اشکال زدایی، تحلیل خرابی، گزارش گیری، مدیریت فیزیکی و مدیریت امنیت نمونه‌هایی از فعالیت‌های مرتبط با اینترنت اشیاء می‌باشد. اینترنت اشیاء همراه با خود مسایل جدیدی را در خصوص فعالیت‌های مدیریتی مطرح کرده است. به عنوان نمونه، ابزارها می‌بایست قادر به مدیریت و مانیتورینگ هزاران و شاید میلیون‌ها دستگاه باشند. این شیوه مدیریتی هم در بعد کمیته و هم در بعد کیفیتی مستلزم طراحی و پیاده سازی ابزارهای مختلف با بکارگیری جدیدترین فناوری‌ها می‌باشد. شکل ذیل، مدیریت دستگاه‌ها و اشیاء اینترنت اشیاء را از نمای سازمان نشان می‌دهد (Rong, et al. 2015): (Zhang, 2016)

¹ Internet of Things Smart Parking Fuzzy Inference System (IOT.PARKING+FIS)



شکل ۱. مدیریت دستگاه‌ها و اشیاء اینترنت اشیاء از نمای سازمان

یکی از مزیت‌های استفاده از پارکینگ هوشمند، این است که فضای ساختمانی و مساحت زمین کمتری برای این نوع پارکینگ نسبت به پارکینگ‌های دیگر مورد نیاز است. همین موضوع، باعث کاهش قیمت‌ها می‌شود؛ گرچه باید هزینه تجهیزات مکانیکی برای حمل‌ونقل ماشین را هم در نظر گرفت. گفته شده، پارکینگ‌های اتوماتیک براساس تکنولوژی شبیه به حمل‌کننده‌های مکانیکی است. علاوه بر موارد فوق، پارکینگ‌های هوشمند برای راننده‌ها هم دارای مزیت است (Atif, et al. 2016) و (Shin & Jun, 2014): هر فرد فقط باید ماشین‌اش را در جایگاه مخصوص قرار دهد و ادامه فرایند پارک کردن بر عهده سیستم هوشمند پارکینگ خواهد بود. از همین‌رو، پارکینگ‌ها دیگر نیازی به سیستم تهویه هوا، صندوق‌دار و حراست ندارند. انواع مختلفی از پارکینگ‌های بزرگ و کوچک در شهرهای پیشرفته جهان استفاده می‌شود که اساس همه آنها، سیستم‌های مکانیکی است. در تمام این پارکینگ‌ها سعی بر این است که استفاده بهینه از حداقل مکان برای پارک ماشین شود و البته راننده‌ها هم وقت کمتری برای پارک ماشین خود صرف کنند. در این میان، پارکینگ چند طبقه‌ای هوشمند بوداپست (مجارستان)، یکی از مجهزترین و کامل‌ترین پارکینگ‌هایی است که در دنیای امروز ساخته شده است. امروزه پارکینگ‌ها در ساختمان‌ها به عنوان جز لاینفک محسوب می‌گردند و به گونه‌ای حتی برخی از ساختمانها در غالب پارکینگ‌های طبقاتی اجرا می‌گردند. این پارکینگ‌ها متناسب با نوع بهره‌برداری به سیستم‌های مختلفی نیاز دارند (Lan & Shih, 2014) و (حمیدی و مرشدی، ۱۳۹۳). هدف اصلی در مدیریت پارکینگ هوشمند، تسهیل در تردد خودروها است. پس برای سهولت در تردد خودروهایی که مرتباً وارد پارکینگ می‌شوند، مانند خودروهای صاحبان واحد‌ها، مدیران مجموعه و یا کارمندان، از سیستم کنترل دسترسی استفاده می‌شود (Atif, et al. 2016). در این سیستم، خودرو را بر اساس کارت یا تگ RFID یا پلاک، تشخیص می‌دهیم و در صورت داشتن مجوز ورود یا خروج، راه بند به صورت خودکار، اجازه تردد را به خودرو می‌دهد. برای محدود کردن دسترسی افراد به بخش‌های مختلف سازمان استفاده می‌شوند (Chatzigiannakis, et al. 2016). پس از بررسی ادبیات نظری، جدول ذیل، به مقایسه پژوهش‌های موجود در ادبیات نظری با پژوهش حاضر، پرداخته است:

جدول ۱. مقایسه مرتبط‌ترین پژوهش‌های موجود در ادبیات نظری با پژوهش حاضر

ردیف	عنوان پژوهش	منبع	مقایسه یافته‌های پژوهش							
			پارکینگ هوشمند	شبکه‌ها و پلتفرم‌های IOT	وضعیت امنیت IOT	سیستم خبره	منطق فازی	محیط برنامه نویسی Matlab	اعتبارسنجی سیستم	مطالعه موردی
۱	طراحی سیستم خبره جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا (IOT) در شرکت‌های IT تهران با استفاده از منطق فازی	سنه ای، ۱۳۹۶ (پژوهش حاضر)	*	*	*	*	*	*	*	*
۲	شبکه سیستم‌های بی سیم و RFID برای سیستم پارکینگ هوشمند	حسن پور و همکاران، ۱۳۹۵	*	*	-	-	-	-	*	*
۳	روش نوین شناسایی پلاک خودرو جهت پارکینگ‌های هوشمند	قیومی انارکی و همکاران، ۱۳۹۴	*	*	*	-	-	-	-	*
۴	بررسی سیستم‌های مدیریت هوشمند پارکینگ با استفاده از فناوری RFID جهت کنترل و کاهش ترافیک	کشاورزپور و همکاران، ۱۳۹۴	*	*	*	-	-	-	*	-
۵	راهکارهای راهبردی فناوری اینترنتی از اشیاء جهت پاسخگویی به چالش‌های جهانی سازی تجارت الکترونیک	قیصری و حسینی، ۱۳۹۲	-	*	*	-	-	-	*	*
۶	Intelligent product cross-selling system in fashion retailing using radio frequency identification (RFID) technology, fuzzy logic and rule-based expert system	Wong, et al. 2013	-	*	-	*	*	-	-	*
۷	An intelligent driver location system for smart parking	Lan, et al. 2014	-	*	-	*	*	-	-	*
۸	A resource oriented integration architecture for the Internet of Things: A business process perspective	Dar, et al. 2015	-	*	-	-	-	-	*	*
۹	The monitoring and managing application of cloud computing based on Internet of Things	Luo & Ren. 2016	-	*	*	-	-	-	*	*
	Internet of Things Approach to Cloud-based Smart Car Parking	Atif, et al. 2016	*	*	-	-	-	-	*	*

با توجه به معیارهایی نظیر توسعه دانش درباره مسائل وضعیت امنیت اینترنت اشیا؛ میزان آشنایی با تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا؛ موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیا؛ قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیاء و پلت فرم‌های مورد استفاده در اینترنت اشیا و نیز نبود یک سیستم به‌منظور ارائه توصیه‌هایی به مدیر برای تصمیم‌گیری در مورد مسائل پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا، می‌توان به خلاء های پژوهشی موجود، پاسخ داد. جدول ذیل، چارچوب نظری پژوهش را به منظور طراحی سیستم استنتاج جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا بر اساس محاسبات منطق فازی، ارائه می‌دهند:

جدول ۲. چارچوب نظری پژوهش

وضعیت امنیت اینترنت اشیا (Liu, 2015) و (Luo & Ren, 2016) و (Rong, et al. 2015)	تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا (Luo & Ren, 2016) و (Zhang, 2016) و (خاتم زاده، تاجفر و قیصری، ۱۳۹۵)	وضعیت شبکه‌های اینترنت اشیا (Dijkman, et al. 2015) و (Dar, et al. 2015)
---	--	--

امکان مدیریت دستگاه‌ها و اشیاء (پارسی، کیانی نیکو و محمدیان، ۱۳۹۵) و (اسمعیل پور، خوب بین خوش نظر و عندلیب، ۱۳۹۵)	(پارسی، کیانی نیکو و محمدیان، ۱۳۹۵)	پلت فرم‌های اینترنت اشیاء (Rong, et al. 2015) و (خاتم زاده، تاجفر و قیصری، ۱۳۹۵)
سیستم پرداخت در پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند (Chatzigiannakis, et al. 2016) و (Atif, et al. 2016)	راهنمایی و هدایت خودرو در پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند (Shin & Jun. 2014) و (Lan & Shih. 2014)	
پیش نیازهای کنترل دسترسی در پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند (Fazelpour, et al. 2014) و (قیومی انارکی و همکاران، ۱۳۹۴)	اجزای پارکینگ هوشمند یا سیستم پارکینگ مکانیزه (کشاوریپور، اسکندری و سیه بازی، ۱۳۹۴) و (حسن پور، یوسفی و عسگری، ۱۳۹۵)	
پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با RFID (پورمحمدی امامیه، امین نیا و خدادادی، ۱۳۹۵) و (صنایعی، قاضی فرد و سبحان منش، ۱۳۹۰) و (صدیق باور و صدیق باور، ۱۳۹۰)		

۲- روش شناسی پژوهش

در پژوهش حاضر، سیستم خبره فازی پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء در صنعت IT، تحت عنوان IOT.PARKING+FIS برای اولین بار در حوزه پژوهشی مرتبط با موضوع ارائه می‌گردد. از آنجایی که ماهیت تعاملی پژوهش "ارائه روشی جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء در صنعت IT" مستلزم گفت‌وگو بین پژوهشگر و خبرگان حوزه‌ی مورد مطالعه است، لذا سوء برداشت‌های پژوهشگر، به آگاهی تبدیل می‌شوند. روش انجام این پژوهش از نظر هدف، مدل‌سازی-ارزشیابی است، زیرا از طرفی اقدام به توصیف دقیق مفاهیم مرتبط با تحلیل و پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء می‌شود و از طرف دیگر روابط بین این مفاهیم، توسط خبرگان ارزیابی و تعیین می‌شوند. به دلیل استفاده از مقالات و اسناد مرتبط با تحلیل و پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء، از منابع مختلف، روش گردآوری اطلاعات در این پژوهش "مطالعه موردی" است. در واقع، جامعه مورد مطالعه این پژوهش را می‌توان به دو گروه کلی شامل: گروه اول دربرگیرنده اساتید صاحب نظر در حوزه‌ی مورد مطالعه؛ و گروه دوم دربرگیرنده مدیران و کارشناسان IT و الکترومکانیک شرکت‌های IT حوزه پارکینگ هوشمند و یا سمت‌های مشابه، دسته‌بندی نمود. در نهایت حجم نمونه این پژوهش برابر است با ۳۰ نفر از خبرگان در دسترس و متمایل به همکاری که با ترکیبی از دو روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند (قضاوتی) و نمونه‌گیری گلوله برفی شدند. بعد از بررسی‌های انجام شده در حوزه عوامل و بازیگران مؤثر در پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء با استفاده از Fuzzy ToolBox در محیط برنامه نویسی Matlab در محیط سیستم خبره فازی، مهمترین متغیرها و شاخص‌های عوامل و بازیگران مؤثر در پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء با استفاده از Fuzzy ToolBox در محیط برنامه نویسی Matlab در محیط سیستم خبره فازی به صورت چارچوب نظری پژوهش، ارائه شده است. از طرفی، ساختار سیستم خبره فازی طراحی شده در این پژوهش با اقتباس از اجزاء و ساختارهای موجود در پژوهش‌های (الهی، رشیدی و صادقی، ۱۳۹۴) و (Wong, et al. 2013)، در نظر گرفته شد که عبارتند از:

۱- مدل‌سازی مفاهیم حوزه پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء به منظور شناسایی متغیرهای ورودی و خروجی و ترسیم روابط بین آنها

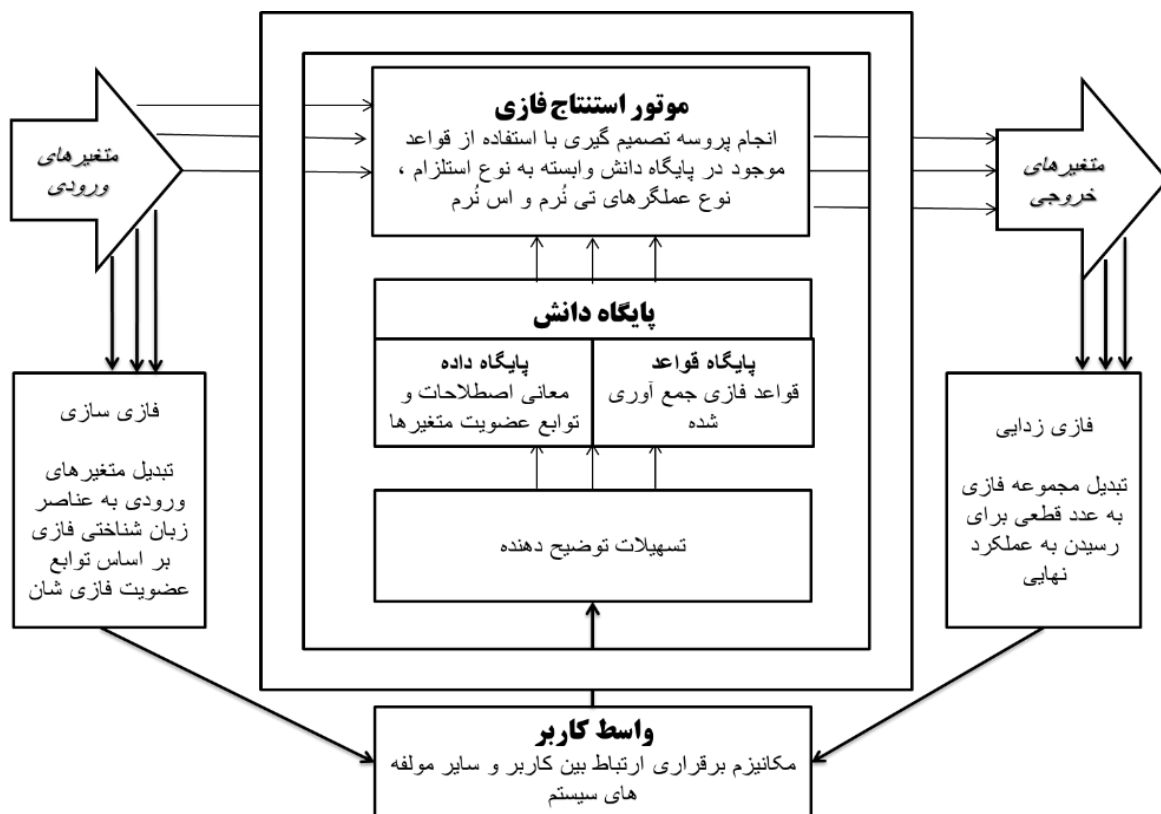
۲- تعریف متغیرهای کیفی با استفاده از قیدهای زبانی و تخصیص اعداد و مجموعه‌های فازی و توابع عضویت به آنها

۳- طراحی سیستم خبره فازی اساس تعاریف و طراحی‌های صورت گرفته با استفاده از نرم افزار متلب: این مرحله شامل استخراج قواعد خبرگی و ارزیابی آنها توسط خبرگان و ایجاد پایگاه قواعد فازی و همچنین طراحی موتور استنتاج دارای دسترسی به قواعد فازی، می‌باشد.

۴- طراحی رابط کاربر و نحوه نمایش گزینه‌ها و چگونگی استفاده از سیستم خبره فازی طراحی شده

۵- انتخاب یک روش برای فازی زدایی به منظور تبدیل اعداد و مجموعه‌های فازی به مقدار قطعی به منظور بررسی واقعی عملکرد

سیستم



شکل ۲. ساختار سیستم خبره فازی پژوهش

به منظور اعتبارسنجی خبره فازی جهت طراحی سیستم استنتاج فازی جهت پیاده سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در شرکت های IT حوزه پارکینگ هوشمند، به مقایسه خروجی ها و پاسخ های "سیستم استنتاج فازی جهت پیاده سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در شرکت های IT حوزه پارکینگ هوشمند" با میانگین نظرات خبرگان حوزه ی مورد بررسی با استفاده از ابزاری جداگانه اقدام شد. جدول ذیل، ابزار اعتبارسنجی سیستم استنتاج فازی جهت پیاده سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در شرکت های IT حوزه پارکینگ هوشمند IOT.PARKING+FIS به منظور ارزیابی پاسخ های سیستم پژوهش را نشان می دهد:

جدول ۳. ابزار اعتبارسنجی سیستم IOT.PARKING+FIS

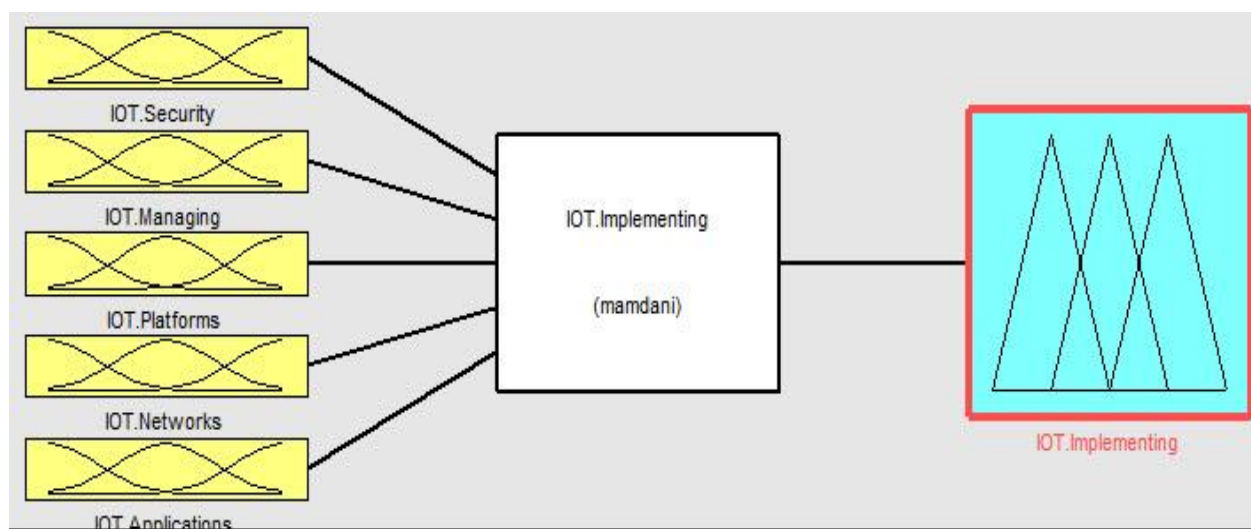
شماره قاعده (Rule)	مؤلفه های ورودی سیستم IOT.PARKING+FIS						سایر تحلیل ها
	وضعیت "پلت فرم های مورد استفاده در اینترنت اشیا"	وضعیت "قابلیت مدیریت دستگاه ها و اشیا"	وضعیت "موقعیت شبکه های اینترنت اشیا"	وضعیت "وضعیت امنیت اینترنت اشیا"	وضعیت "میزان آشنایی با تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا"	مؤلفه خروجی IOT.PARKING+FIS	
۰						وضعیت پیاده سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا	
۰							
۰							

۳- تحلیل داده ها و طراحی سیستم

در پژوهش حاضر، به منظور ارائه روشی جهت پیاده سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در صنعت IT با استفاده از سیستم خبره فازی، می توان گفت که سیستم IOT.PARKING+FIS، سیستمی است که اطلاعات ورودی آن می تواند به صورت نادقیق باشند، یعنی اطلاعات ورودی یک سیستم فازی به صورت مجموعه های فازی یا اعداد فازی هستند. از سوی دیگر پردازش های یک سیستم فازی می تواند به صورت نادقیق انجام شود. یکی از معروفترین و کاربردی ترین پردازش های نادقیق در سیستم های فازی استفاده از پایگاه

قوانین فازی است. در پایگاه قوانین فازی هر قانون با ساختار "اگر - آنگاه" تعریف می‌شود. با توجه به کاربرد سیستم خبره فازی طراحی شده در این پژوهش، در پایان مراحل پنج گانه‌ای برای طراحی سیستم خبره فازی پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در صنعت IT در نظر گرفته شد که عبارتند از:

مرحله اول: شناسایی متغیرهای ورودی و خروجی سیستم-بعد از نهایی شدن مدل مفهومی سیستم خبره فازی پژوهش، اقدام به تعریف متغیرهای ورودی و خروجی سیستم خبره فازی شد. متغیرهای ورودی سیستم خبره فازی جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا با استفاده از محاسبات منطق فازی نرم افزار MatLab، تحت عنوان IOT.PARKING+FIS عبارتند از: متغیر ورودی اول: وضعیت امنیت اینترنت اشیا؛ متغیر ورودی دوم: وضعیت قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیا؛ متغیر ورودی سوم: پلت فرم‌های مورد استفاده در اینترنت اشیا؛ متغیر ورودی چهارم: تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا؛ متغیر ورودی پنجم: موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیا؛ و متغیر خروجی سیستم خبره فازی پژوهش، پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا است. با توجه به مدل مفهومی پژوهش و نیز اعمال نظرات خبرگان به منظور ارزیابی آن مدل، می‌توان متغیرهای ورودی و خروجی سیستم خبره فازی را به شرح شکل زیر نشان داد:



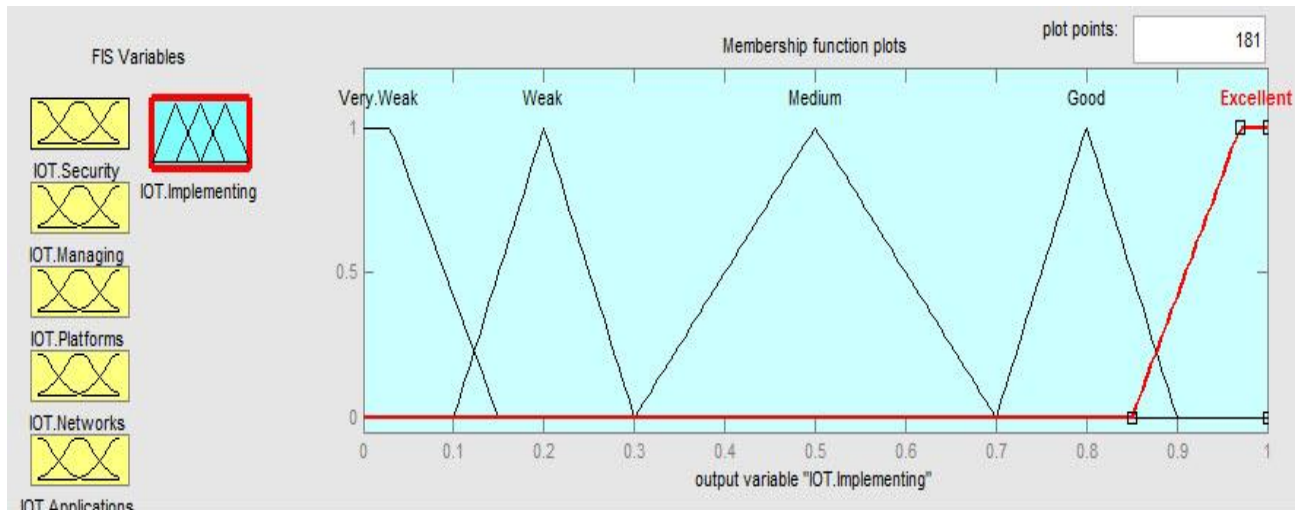
شکل ۳. مدل متغیرهای ورودی ماژول "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا"

مرحله دوم: تعریف متغیرهای کیفی با استفاده از قیده‌های زبانی^۲ و تخصیص اعداد و مجموعه‌های فازی و توابع عضویت به آنها - جدول و شکل متغیرهای زبانی، مقادیر فازی و نیز توابع عضویت اعداد مثلثی و دوزنقه‌ای مرتبط با متغیرهای ورودی و خروجی سیستم خبره فازی پژوهش را درون طیف‌های سه‌تایی و پنج‌تایی، به نمایش می‌گذارند:

جدول ۴. متغیرهای زبانی مرتبط با متغیر خروجی ماژول "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا"

متغیر زبانی	معادل انگلیسی	توابع عضویت اعداد مثلثی و دوزنقه‌ای
خیلی ضعیف	Very Weak	(۰/۱۵ ۰/۰۳ ۰/۰)
ضعیف	Weak	(۰/۳ ۰/۲ ۰/۱)
متوسط (معمولی)	Medium	(۰/۷ ۰/۵ ۰/۳)
خوب	Good	(۰/۹ ۰/۸ ۰/۷)
عالی	Excellent	(۱ ۱ ۰/۹۷ ۰/۸۵)

² Linguistic Constraints



شکل ۴. افزایش‌بندی متغیر خروجی سیستم خبره فازی - قادی‌ر فازی متغیرهای زبانی (توابع عضویت اعداد مثلثی و دوزنقه ای)

مرحله سوم: طراحی پایگاه دانش سیستم خبره فازی - این مرحله شامل استخراج قواعد خبرگی و ارزیابی آنها توسط خبرگان و ایجاد پایگاه قواعد فازی می‌باشد. پایگاه قواعد فازی مجموعه‌ای از قواعد "اگر- آنگاه" است که قلب سیستم IOT.PARKING+FIS محسوب می‌شود، زیرا سایر اجزا سیستم فازی برای پیاده‌سازی این قواعد به شکل مؤثر و کارا استفاده می‌شوند. در اینجا احتمال وقوع حالت‌های مختلف بین متغیرهای اصلی سیستم خبره فازی یکسان در نظر گرفته شده است. نقطه‌ی شروع ساخت یک پایگاه دانش در یک سیستم فازی، به دست آوردن مجموعه‌ای از قواعد اگر آنگاه فازی از دانش افراد خبره یا دانش حوزه مورد بررسی می‌باشد، مرحله‌ی بعدی، ترکیب این قواعد در یک سیستم واحد است. نحوه‌ی تولید قواعد پایگاه دانش مازول اصلی سیستم IOT.PARKING+FIS بر اساس مراحل زیر می‌باشد:

الف: محاسبه وزن هر کدام از متغیرهای اصلی با استفاده از نظرات خبرگان: با توجه به جدول مربوط به وزن نهایی آیت‌های اندازه‌گیری کننده‌ی وزن هر کدام از متغیرهای اصلی، می‌توان آنها را به شرح جدول ذیل مشاهده نمود:

جدول ۵. اطلاعات مربوط به وزن هر کدام از متغیرهای اصلی پژوهش

وزن نهایی	میانگین وزنی	متغیرهای پژوهش
0.2004	۵,۶۹۴	"تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا"
0.1979	۵,۶۲۲	"موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیا"
0.2010	۵,۷۱۱	"پلت فرم‌های مورد استفاده در اینترنت اشیا"
0.2011	۵,۷۱۴	"وضعیت امنیت اینترنت اشیا"
0.1995	۵,۶۶۷	"قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیا"

ب: محاسبه مقدار متغیر خروجی بر اساس وزن هر کدام از متغیرها: با توجه به وزن هر کدام از متغیرهای ورودی سیستم خبره فازی می‌توان "وضعیت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا" را در حالت‌های مختلف ارزشیابی نمود. در اینجا احتمال وقوع حالت‌های مختلف بین متغیرهای اصلی سیستم خبره فازی، یکسان در نظر گرفته شده‌اند. در واقع پس از مصاحبه با خبرگان حوزه مورد بررسی می‌توان بر اساس شرایط ذیل به تولید قواعد فازی اقدام نمود:

جدول ۶. نحوه محاسبه وزن حالت‌های ممکن برای تولید قاعده در پایگاه دانش سیستم خبره فازی

حالت‌های ممکن برای تولید قاعده	وزن هر متغیر * مقدار قطعی متغیر زبانی	وزن حالت مفروض
اگر "وضعیت امنیت اینترنت اشیا" ضعیف باشد (ریسک زیاد)	۰,۲۰۱۱ * ۰,۱۵ (دارای رابطه معکوس (۱-۰,۸۵))	۰,۰۳۰۲
و "قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیا" در وضعیت نرمال باشد	۰,۱۹۵۵ * ۰,۵	۰,۰۹۹۸

	(دارای رابطه معکوس (۱-۵، ۰))	
۰,۱۷۰۹	۰,۲۰۱۰ * ۰,۸۵	و " پلت فرم‌های مورد استفاده در اینترنت اشیا " خوب باشد
۰,۱۷۰۳	۰,۲۰۰۴ * ۰,۸۵	و " تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا " خوب باشد
۰,۰۹۹۰	۰,۱۹۷۹ * ۰,۵	و " موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیا " نرمال باشد
میانگین وزنی حالت مفروض: ۰,۵۷۰۲		آنگاه، وضعیت "پایده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا" در چه سطحی قرار دارد؟

با توجه به توابع عضویت متغیرهای زبانی توسط خبرگان، ۰,۵۷۰۲ در بازه تعریف شده برای متغیر زبانی "متوسط (معمولی)" تعریف شده است. لذا وضعیت "پایده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا" در حالت فوق، در سطح "متوسط (معمولی)" قرار دارد. سایر قواعد پایگاه دانش این سیستم خبره فازی نیز به این ترتیب تولید شدند. در نهایت تعداد قواعد فازی ماژول "پایده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا" سیستم IOT.PARKING+FIS به دلیل وجود ۵ متغیر اصلی که هر کدام ۳ حالت دارند، برابر با ۲۴۳ است. شکل مربوط به پایگاه‌های قواعد فازی ماژول سیستم IOT.PARKING+FIS به شرح ذیل است:

231. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Medium) and (IOT.Networks is Medium) and (IOT.Applications is Good) then (IOT.Implementing is Good) (1)

232. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Medium) and (IOT.Networks is Good) and (IOT.Applications is Weak) then (IOT.Implementing is Medium) (1)

233. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Medium) and (IOT.Networks is Good) and (IOT.Applications is Medium) then (IOT.Implementing is Good) (1)

234. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Medium) and (IOT.Networks is Good) and (IOT.Applications is Good) then (IOT.Implementing is Excellent) (1)

235. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Weak) and (IOT.Applications is Weak) then (IOT.Implementing is Weak) (1)

236. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Weak) and (IOT.Applications is Medium) then (IOT.Implementing is Good) (1)

237. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Weak) and (IOT.Applications is Good) then (IOT.Implementing is Excellent) (1)

238. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Medium) and (IOT.Applications is Weak) then (IOT.Implementing is Good) (1)

239. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Medium) and (IOT.Applications is Medium) then (IOT.Implementing is Good) (1)

240. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Medium) and (IOT.Applications is Good) then (IOT.Implementing is Excellent) (1)

241. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Good) and (IOT.Applications is Weak) then (IOT.Implementing is Good) (1)

242. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Good) and (IOT.Applications is Medium) then (IOT.Implementing is Excellent) (1)

243. If (IOT.Security is Low.Risk) and (IOT.Managing is Low.Risk) and (IOT.Platforms is Good) and (IOT.Networks is Good) and (IOT.Applications is Good) then (IOT.Implementing is Excellent) (1)

If IOT.Security is Low.Risk and IOT.Managing is Low.Risk and IOT.Platforms is Good and IOT.Networks is Good and IOT.Applications is Good then IOT.Implementing is Excellent (1)

not not not not not

Connection: or and

Weight: 1

Delete rule Add rule Change rule << >>

شکل ۵. نحوه تولید قواعد فازی درون پایگاه دانش ماژول "پایده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا"

مرحله چهارم: طراحی موتور استنتاج سیستم IOT.PARKING+FIS - در این مرحله روش Centroid برای فازی زدایی^۳ به منظور تبدیل اعداد و مجموعه‌های فازی به مقدار قطعی به منظور بررسی واقعی عملکرد سیستم انتخاب شده است. شکل ذیل، موتور استنتاج سیستم IOT.PARKING+FIS را به نمایش می‌گذارد:

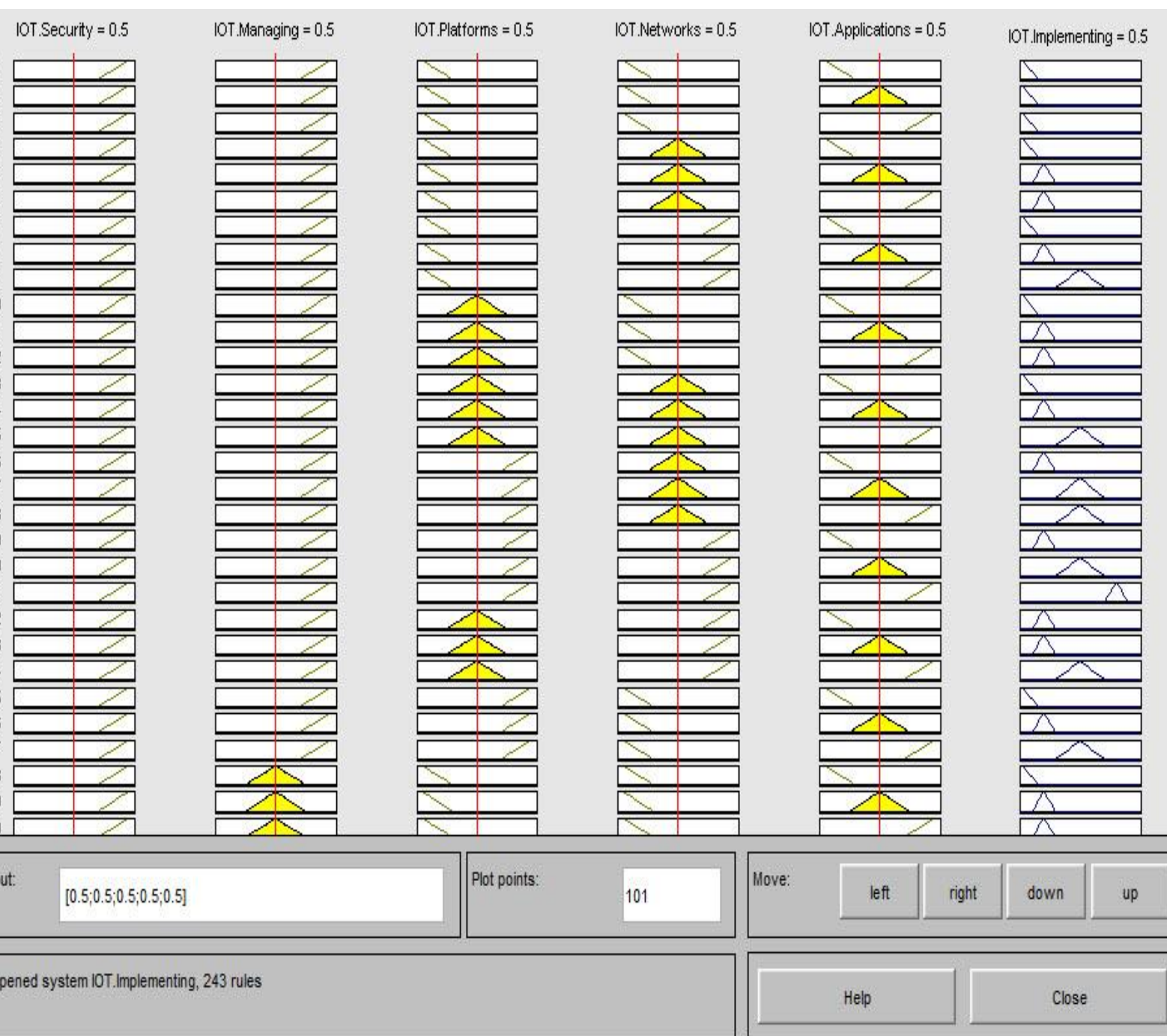
FIS Name: IOT.Implementing		FIS Type: mamdani	
And method	prod	Current Variable	
Or method	probor	Name	IOT.Implementing
Implication	prod	Type	output
Aggregation	sum	Range	[0 1]
Defuzzification	centroid		
		Help Close	

شکل ۶. موتور استنتاج سیستم IOT.PARKING+FIS

با استفاده از نرم افزار MATLAB می‌توان به استنتاج مبتنی بر قواعد موجود در پایگاه دانش سیستم IOT.PARKING+FIS پرداخت. در واقع مهمترین دلیل استفاده از موتور استنتاج ممدانی (به جای سوگنو) این است که در موتور استنتاج سوگنو قسمت انتخاب نوع استلزام و سبک تجمیع قواعد فازی (به منظور گردآوری قواعد فازی برای استنتاج و نتیجه‌گیری) غیر فعال شده است. برای انتخاب نوع استلزام در نرم افزار MATLAB از Prod استفاده می‌شود زیرا عملگر Min مجموعه فازی خروجی را کوتاه و ناقص می‌نماید. غیرفازی‌ساز موجود در سیستم IOT.PARKING+FIS، خروجی فازی را تبدیل به یک عدد قطعی می‌کند. در قسمت غیرفازی‌ساز نرم افزار MATLAB از روش مرکزی استفاده می‌شود زیرا این غیرفازی‌ساز به کاهش پیچیدگی مسئله و نیز زمان کمتری برای محاسبات کمک می‌نماید. در اینجا به دلیل متصل شدن قواعد فازی سیستم با استفاده از عملگر "And"، در نرم‌افزار MATLAB سبک تجمیع قواعد فازی "Sum" را انتخاب می‌کنیم. در این صورت مجموع دقیق‌تر هر مجموعه خروجی قواعد در نظر گرفته می‌شوند نه حداکثر آن‌ها.

مرحله پنجم: شرح چگونگی استفاده از سیستم خبره فازی طراحی شده و تحلیل خروجی‌های آن - به منظور تحلیل رفتار متغیر خروجی سیستم "پایاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا" IOT.PARKING+FIS می‌توان به تحلیل خروجی‌های سیستم IOT.PARKING+FIS به صورت عددی (دقیق) و زبانی، پرداخت. شکل زیر، به تحلیل رفتار متغیرهای ورودی و خروجی ماژول سیستم IOT.PARKING+FIS می‌پردازد:

³ Defuzzification



شکل ۷. تحلیل رفتار متغیر خروجی در ماژول "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء" به صورت عددی و زبانی

بعد از طراحی سیستم خبره فازی پژوهش، خروجی‌ها و جواب‌های سیستم خبره فازی این پژوهش در یک ابزار اندازه‌گیری جداگانه با نظرات ۱۸ نفر از خبرگان مذکور مقایسه شدند که نتیجه آن را می‌توان بر اساس قواعد سیستم خبره فازی و میانگین پاسخ‌های خبرگان، مشاهده نمود:

فرض صفر (H_0): بین میانگین نظرات خبرگان با خروجی‌های "سیستم IOT.PARKING+FIS" تفاوت معناداری وجود دارد.
فرض مقابل (H_1): بین میانگین نظرات خبرگان و خروجی‌های "سیستم IOT.PARKING+FIS" تفاوت معناداری وجود ندارد.
با توجه به اطلاعات توصیفی موجود، می‌توان به مقایسه خروجی‌های سیستم خبره فازی این پژوهش یعنی IOT.PARKING+FIS با میانگین نظرات خبرگان پرداخت. از آنجایی که نظرات خبرگان بر اساس طیف ۵ تایی لیکرت (۱ تا ۵) بیان

شده‌اند لذا به‌منظور آزمودن فرض بالا می‌توان از درصد اختلاف بین خروجی‌های سیستم خبره فازی این پژوهش یعنی IOT.PARKING+FIS با میانگین نظرات خبرگان به شرح زیر استفاده نمود:

جدول ۷. اطلاعات مربوط به مقایسه خروجی‌های "سیستم IOT.PARKING+FIS" با میانگین نظرات خبرگان

تفاوت نهایی	نسبت اختلاف	میانگین پاسخ‌های خبرگان	خروجی‌های سیستم خبره فازی	قواعد سیستم خبره فازی
۰/۰۶۴۷۵	$۰/۰۵۵ = ۴ / ۰/۲۲$	۱/۲۲	۱	Rule. 3
	$۰/۰۶۷۵ = ۴ / ۰/۲۸$	۲/۷۲	۳	Rule. 45
	$۰/۰۵۵ = ۴ / ۰/۲۲$	۲/۷۸	۳	Rule. 79
	$۰/۰۸۲۵ = ۴ / ۰/۲۲$	۱/۶۷	۲	Rule. 86
	$۰/۰۸۲۵ = ۴ / ۰/۲۲$	۱/۶۷	۲	Rule. 103
	$۰/۰۵۵ = ۴ / ۰/۲۲$	۲/۷۸	۳	Rule. 140
	$۰ = ۴ / ۰$	۳	۳	Rule. 157
	$۰/۰۱۵ = ۴ / ۰/۰۶$	۲/۹۴	۲	Rule. 219
	$۰/۱۵۲۵ = ۴ / ۰/۶۱$	۲/۳۹	۲	Rule. 224
	$۰/۰۸۲۵ = ۴ / ۰/۳۳$	۲/۶۷	۲	Rule. 235

همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف نهایی بین خروجی‌های سیستم خبره فازی این پژوهش یعنی IOT.PARKING+FIS و میانگین نظرات خبرگان معنی‌دار نبوده و برابر با ۰/۰۶۴۷۵ است. از آنجایی که دلیل کافی برای پذیرش فرض صفر وجود ندارد، لذا فرض مقابل پذیرفته می‌شود یعنی بین میانگین نظرات خبرگان و خروجی‌های "سیستم IOT.PARKING+FIS" تفاوت معناداری وجود ندارد.

نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین نتایج پژوهش "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در صنعت IT" با استفاده از سیستم خبره فازی عبارت است از اینکه، با استفاده از خروجی‌های سیستم IOT.PARKING+FIS می‌توان وضعیت "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا" را بر اساس متغیرهایی چون "تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا"، "موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیا"، "پلت فرم‌های مورد استفاده در اینترنت اشیا"، "وضعیت امنیت اینترنت اشیا" و "قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیا" مورد تحلیل قرار داد؛ اگر؛ وضعیت "قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیا" ضعیف باشد؛ و "وضعیت امنیت اینترنت اشیا" در وضعیت نرمال باشد و "پلت فرم‌های مورد استفاده در اینترنت اشیا" خوب باشد و "تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا" خوب باشد و "موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیا" نرمال باشد؛ آنگاه؛ وضعیت "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در شرکت‌های IT تهران" در سومین سطح خود یعنی "متوسط (معمولی)" قرار دارد. به بیانی دقیق‌تر، با استفاده از سیستم خبره فازی طراحی شده در این پژوهش می‌توان وضعیت "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا" را به صورت عددی و دقیق‌تر نیز بررسی نمود؛ اگر؛ وضعیت "قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیا" ضعیف، یعنی دقیقاً ۰٫۱۵ باشد و "وضعیت امنیت اینترنت اشیا" در وضعیت نرمال، یعنی دقیقاً ۰٫۵ باشد و "پلت فرم‌های مورد استفاده در اینترنت اشیا" خوب، یعنی دقیقاً ۰٫۸۵ باشد و "تحلیل کاربردهای اینترنت اشیا" خوب، یعنی دقیقاً ۰٫۸۵ باشد و "موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیا" نرمال، یعنی دقیقاً ۰٫۵ باشد؛ آنگاه؛ وضعیت "پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا" در سطح "متوسط (معمولی)" یعنی دقیقاً ۰٫۵۷۰۲ قرار دارد. اختلاف نهایی بین خروجی‌های سیستم خبره فازی این پژوهش یعنی IOT.PARKING+FIS و میانگین نظرات خبرگان معنی‌دار نبوده و برابر با ۰/۰۶۴۷۵ است. در پایان به ذکر استفاده‌های علمی این پژوهش و نیز پیشنهادات برای محققان دیگر جهت ادامه کار، اقدام می‌گردد. یکی از مزایای استفاده از مطالعه موردی در پژوهش این است که مطالعه موردی، یک راه نظام‌مند از بررسی رویدادها، جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل اطلاعات و گزارش دهی نتایج را برای ارائه روشی جهت پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در صنعت IT با استفاده از سیستم خبره فازی، با استفاده از مستندات علمی حوزه پارکینگ هوشمند و IOT، ارائه می‌دهد. با توجه به مطالب مذکور، مهمترین توصیه‌ها و پیشنهادات برای پژوهش‌های بعدی را می‌توان این چنین بیان نمود:

آنتولوژی فازی حوزه پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در صنعت IT با استفاده از محیط Protégé به منظور بهبود روابط هستی‌شناسانه بین مدل پژوهش

استفاده از آنتولوژی فازی، به‌ویژه شبکه عصبی مصنوعی و مهمترین و مرتبط‌ترین الگوریتم‌های موجود در حوزه هوش مصنوعی، به‌منظور افزایش غنای محتوایی سیستم مذکور و نیز بهبود فرآیند استنتاج فازی آن برای پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در صنعت IT

استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به منظور رتبه‌بندی شبکه‌ای روابط بین مدل پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا در صنعت IT

منابع و مراجع

- [۱] آذر، عادل و حجت فرجی. ۱۳۸۹. علم مدیریت فازی. موسسه کتاب مهربان نشر. مرکز مطالعات مدیریت و بهره‌وری ایران (وابسته به دانشگاه تربیت مدرس). چاپ چهارم
- [۲] اسماعیلی، سبحان و مصطفی کردان، ۱۳۹۴، مزایا، تهدیدات و چالش‌های استفاده از اینترنت اشیاء، دومین کنگره بین‌المللی فناوری، ارتباطات و دانش ICTCK2015، مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد
- [۳] اسمعیل پور، سعیده؛ سیدمحمد خوب بین خوش نظر و اعظم عندلیب، ۱۳۹۵، تأثیر اینترنت اشیاء اجتماعی بر هوشمند کردن بازاریابی‌های اینترنتی، دومین کنفرانس بین‌المللی وب پژوهی، تهران، دانشگاه علم و فرهنگ
- [۴] الهی، شعبان؛ مصطفی رشیدی و محمود صادقی. ۱۳۹۴. طراحی سیستم خبره فازی برای مدیر عالی حریم خصوصی در حوزه تبادلات الکترونیک دولت و کسب‌وکارها. نشریه مدیریت فناوری اطلاعات. مقاله ۴، دوره ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، صفحه ۵۱۱-۵۳۰
- [۵] بحرینی نژاد، اردشیر و سلمان طاهری زاده، ۱۳۸۶، راه حل برای اینترنت اشیاء، دومین کنفرانس بین‌المللی RFID، تهران
- [۶] پارسی، مریم؛ ابوالفضل کیانی نیکو و ایوب محمدیان، ۱۳۹۵، مدل‌های کسب و کار مبتنی بر اینترنت اشیاء مطالعه موردی: بررسی مدل‌های اجرایی در کسب و کارهای گروه Megabyte، کنفرانس بین‌المللی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس
- [۷] ترکمانی، سعید و سیدحسین شاهرخی، ۱۳۹۴، چالش‌ها و تهدیدهای اینترنت اشیاء، کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در فناوری اطلاعات، کامپیوتر و مخابرات، تربت حیدریه، شرکت مخابرات خراسان رضوی
- [۸] پورمحمدی امامیه، حامد؛ ایرج امین نیا و لاریسا خدادادی، ۱۳۹۵، طراحی سیستمی جهت هوشمند سازی پارکینگ بیمارستان با استفاده از سنسورهای التراسونیک و پردازش تصویر، کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین در مهندسی برق، بابل، موسسه علمی تحقیقاتی کومه علم آوران دانش
- [۹] حسن پور، شهاب؛ احمد یوسفی و علی عسگری، ۱۳۹۵، شبکه سیستم‌های بی سیم و RFID برای سیستم پارکینگ هوشمند، دومین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری، بابل، موسسه علمی تحقیقاتی کومه علم آوران دانش
- [۱۰] حمیدی، حجت الله و مژده مرشدی، ۱۳۹۳، ارزیابی شبکه‌های حسگر بی سیم در ارتباطات ماشین به ماشین، همایش ملی مهندسی رایانه و مدیریت فناوری اطلاعات، تهران، شرکت علم و صنعت طلوع فرزین
- [۱۱] خدایی، زینب؛ محمد قیصری و امیرهوشنگ تاج فر، ۱۳۹۳، بهبود کسب‌وکار به کمک یکپارچگی مدل‌های اینترنتی از اشیاء و هوش تجاری، اولین کنفرانس ملی چالش‌های مدیریت فناوری اطلاعات در سازمان‌ها و صنایع، تهران، دانشگاه پیام نور
- [۱۲] خاتم زاده، مجتبی؛ امیرهوشنگ تاجفر و قیصری، ۱۳۹۵، مدیریت دارایی‌های سازمان با استفاده از فناوری اینترنت اشیاء مبتنی بر رایانش ابری، نخستین کنفرانس بین‌المللی پارادیم‌های نوین مدیریت هوشمندی تجاری و سازمانی، دانشگاه شهید بهشتی
- [۱۳] دانایی فرد، حسن و همکاران. ۱۳۹۱. روش‌شناسی پژوهش کیفی در مدیریت: رویکردی جامع. انتشارات صفار
- [۱۴] سلمانی نژاد، پریسا، ۱۳۹۴، بررسی تهدیدات و چالش‌های امنیتی در حوزه اینترنت اشیاء و ارائه یک مدل، دومین کنفرانس بین‌المللی آینده پژوهی، مدیریت و توسعه اقتصادی، مشهد، دانشگاه تربت حیدریه
- [۱۵] شفیع پورمطلق، زهرا؛ امیرهوشنگ تاجفر و محمد قیصری، ۱۳۹۳، چالش‌های امنیتی رایانش ابری در فناوری اینترنتی از اشیاء، اولین کنفرانس ملی چالش‌های مدیریت فناوری اطلاعات در سازمان‌ها و صنایع، تهران، دانشگاه پیام نور
- [۱۶] صناعی، علی، قاضی فرد امیرمهدی، سبحان منش فربرز. ۱۳۹۰. عوامل مؤثر بر توسعه فناوری شناسایی از طریق فرکانس‌های رادیویی در مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی (E-SCM، مطالعه موردی: شرکت ایران خودرو). نشریه تحقیقات بازاریابی نوین: بهار ۱۳۹۰، دوره ۱، شماره ۱؛ از صفحه ۴۱ تا صفحه ۷۰.

- [۱۷] صدیق باور، محمد و محمدرضا صدیق باور، ۱۳۹۰، حرکت به سوی جامعه الکترونیک با سیستم‌های هوشمند پرداخت کرایه، دهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
- [۱۸] قیومی انارکی، بهزاد؛ مهدی شهری مقدم؛ فریده چراغی شامی و نجمه اقبال، ۱۳۹۴، روش نوین شناسایی پلاک خودرو جهت پارکینگ‌های هوشمند، چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، معاونت و سازمان حمل و نقل ترافیک
- [۱۹] قیصری، محمد؛ ساره حسینی و داود وحدت، ۱۳۹۲، سنجش تأثیرات کارآفرینانه فناوری نوین اینترنتی از اشیاء بر تجارت هوشمند با تأکید بر رایانش ابری، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی، قم، دانشگاه پیام نور
- [۲۰] قیصری، محمد؛ مریم هنرمند و داود وحدت، ۱۳۹۲، کاربرد فناوری اینترنتی از اشیاء در توسعه مدیریت لجستیک، دومین همایش ملی علوم مدیریت نوین، گرگان، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی حکیم جرجانی
- [۲۱] قیصری، محمد و ساره حسینی، ۱۳۹۲، راهکارهای راهبردی فناوری اینترنتی از اشیاء جهت پاسخگویی به چالش‌های جهانی سازی تجارت الکترونیک، دهمین کنفرانس بین المللی مدیریت راهبردی، تهران، انجمن مدیریت راهبردی ایران
- [۲۲] کشاورزپور، اکبر؛ امین اسکندری و علیرضا سیه بازی، ۱۳۹۴، بررسی سیستم‌های مدیریت هوشمند پارکینگ با استفاده از فناوری RFID جهت کنترل و کاهش ترافیک، ششمین کنفرانس بین المللی اقتصاد، مدیریت و علوم مهندسی، بلژیک، مرکز بین المللی ارتباطات دانشگاهی
- [۲۳] کیانفر، آرمین و داود غرویان، ۱۳۹۲، نقش شبکه ارتباطی M2M در اتصال خودروهای هایبریدی به شبکه هوشمند برق، کنفرانس شبکه‌های هوشمند ۹۲ در حوزه انرژی، تهران، دانشگاه شهید بهشتی
- [۲۴] معجز، هادی؛ هانیه سندنایی؛ شهرام جمالی و امیرمسعود بیدگلی، ۱۳۹۵، اینترنت اشیاء: کاربردها، سبک‌ها، چالش‌ها و مدیریت اشیاء مجازی، اولین کنفرانس بین المللی دستاوردهای نوین پژوهشی در مهندسی برق و کامپیوتر، تهران، کنفدراسیون بین المللی مخترعان جهان ((IFIA، دانشگاه جامع علمی کاربردی
- [۲۵] مفرح، حمید، ۱۳۹۳، بررسی فناوری‌ها، کاربردها و چالش‌های اینترنت اشیاء و نگاهی به آینده آن، اولین همایش ملی فناوری و مدیریت دانش با محوریت اقتصاد مقاومتی، تربت حیدریه، دانشگاه تربت حیدریه
- [26] Atif, Yacine, Jianguo Ding, Manfred A. Jeusfeld. 2016. Internet of Things Approach to Cloud-based Smart Car Parking. *Procedia Computer Science*, Volume 98, 2016, Pages 193-198
- [27] Bruns, Ralf, et al. 2015. Intelligent M2M: Complex event processing for machine-to-machine communication. *Expert Systems with Applications*, Volume 42, Issue 3, 15 February 2015, Pages 1235-1246
- [28] Chatzigiannakis, Ioannis, Andrea Vitaletti, Apostolos Pyrgelis. 2016. A privacy-preserving smart parking system using an IoT elliptic curve based security platform. *Computer Communications*, Volumes 89–90, 1 September 2016, Pages 165-177
- [29] Dar, Kashif, et al. 2015. A resource oriented integration architecture for the Internet of Things: A business process perspective. *Pervasive and Mobile Computing*, Volume 20, July 2015, Pages 145-159
- [30] Dijkman, R.M., et al. 2015. Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management*, Volume 35, Issue 6, December 2015, Pages 672-678
- [31] Fazelpour, Farivar, et al. 2014. Intelligent optimization to integrate a plug-in hybrid electric vehicle smart parking lot with renewable energy resources and enhance grid characteristics. *Energy Conversion and Management*, Volume 77, January 2014, Pages 250-261
- [32] Glova, Jozef, Tomáš Sabol, Viliam Vajda. 2014. Business Models for the Internet of Things Environment. *Procedia Economics and Finance*, Volume 15, 2014, Pages 1122-1129

- [33] Liu, Cricket. 2015. Securing networks in the Internet of Things era. *Computer Fraud & Security*, Volume 2015, Issue 4, April 2015, Pages 13-16
- [34] Luo, Shiliang, Bin Ren. 2016. The monitoring and managing application of cloud computing based on Internet of Things. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, Volume 130, July 2016, Pages 154-161
- [35] Lan, Kun-Chan & Wen-Yuah Shih. 2014. An intelligent driver location system for smart parking. *Expert Systems with Applications*, Volume 41, Issue 5, April 2014, Pages 2443-2456
- [36] Rong, Ke, et al. 2015. Understanding business ecosystem using a 6C framework in Internet-of-Things-based sectors. *International Journal of Production Economics*, Volume 159, January 2015, Pages 41-55
- [37] Samani, Afshan, et al. 2015. Privacy in Internet of Things: A Model and Protection Framework. *Procedia Computer Science*, Volume 52, 2015, Pages 606-613
- [38] Shin, Jong-Ho & Hong-Bae Jun. 2014. A study on smart parking guidance algorithm. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 44, July 2014, Pages 299-317
- [39] Vaishnavi, Vijay K. & William Kuechler Jr. 2008. *Design Science Research Methods and Patterns - Innovating Information and Communication Technology*. Auerbach Publications © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC
- [40] Verma, Pawan Kumar, et al. 2016. Machine-to-Machine (M2M) communications: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, Volume 66, May 2016, Pages 83-105
- [41] Velandia, Diana M. Segura, et al. 2016. Towards industrial internet of things: Crankshaft monitoring, traceability and tracking using RFID. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Volume 41, October 2016, Pages 66-77
- [42] Wang, JunPing, Qiliang Zhu, Yan Ma. 2013. An agent-based hybrid service delivery for coordinating internet of things and 3rd party service providers. *Journal of Network and Computer Applications*, Volume 36, Issue 6, November 2013, Pages 1684-1695
- [43] Wong, W.K., et al. 2013. Intelligent product cross-selling system in fashion retailing using radio frequency identification (RFID) technology, fuzzy logic and rule-based expert system. *Optimizing Decision Making in the Apparel Supply Chain Using Artificial Intelligence (AI)*, 2013, Pages 196-224
- [44] Zhang, Hongwen. 2016. How to disinfect and secure the Internet of Things. *Network Security*, Volume 2016, Issue 9, September 2016, Pages 18-20