

طراحی و پیاده سازی سیستم های مدیریت انرژی هوشمند مبتنی بر ZigBee

مرتضی زلف پور آرخلو^۱، افسون سروقد^۲، پویا روزبه جوان^۳

^۱ استادیار گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات واحد سپیدان.

^۲ دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی تجارت الکترونیک واحد سپیدان.

^۳ کارشناسی ارشد مهندسی تجارت الکترونیک واحد سپیدان.

نام نویسنده مسئول:

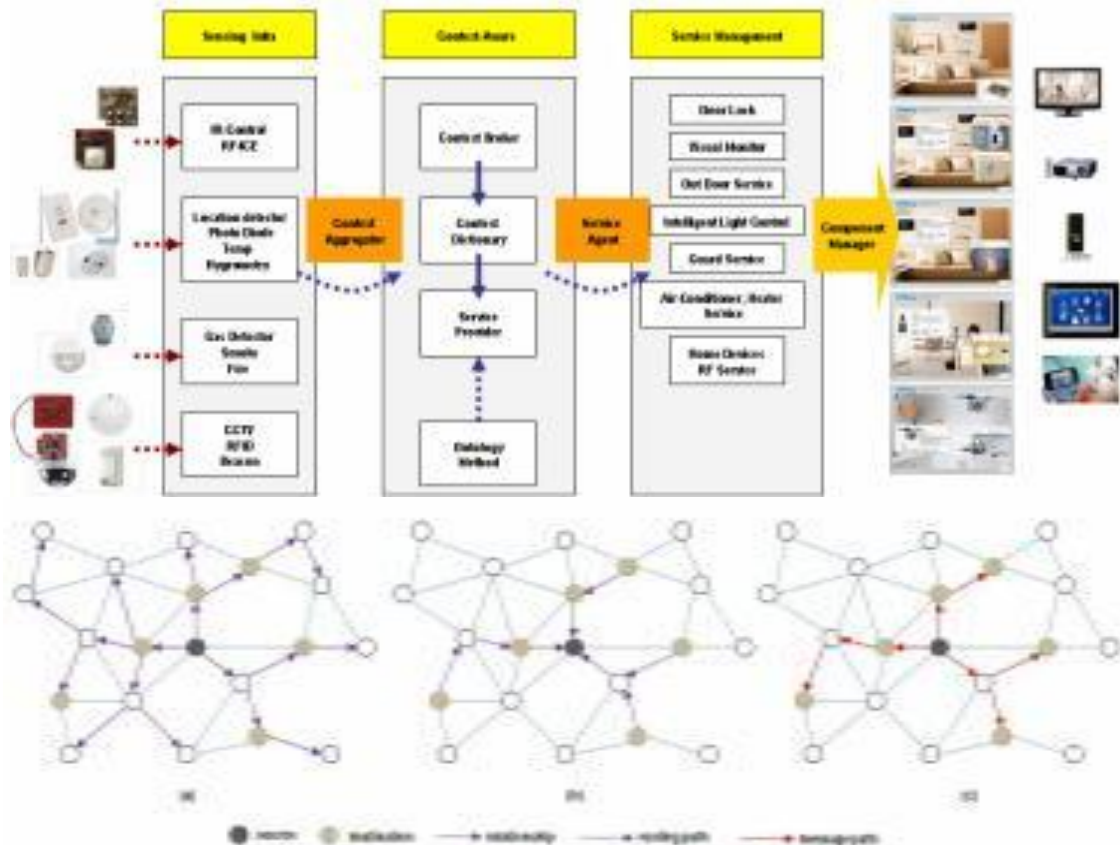
افسون سروقد

چکیده

امروزه سازمانها با استفاده از پروتکل های IEEE ۸۰۲.۱۵.۴ و ZigBee ، به طور موثر برای راه حل های مختلفی از جمله کنترل مصرف کننده های الکترونیکی، مدیریت انرژی و اتوماسیون تجاری کارای ساختمانها و همچنین مدیریت کارخانه های صنعتی از IEEE ۸۰۲.۱۵.۴ و ZigBee استفاده می کنند. شبکه انرژی خانه هوشمند با توجه به انعطاف پذیری آن در زندگی روزمره، توجه گسترده ای را به خود جلب کرده است. نسل بعدی سیستم خانه سبز به طور شفاف ادغام و یکپارچه سازی لوازم خانگی مختلف، سنسورهای هوشمند و فن آوری های ارتباطات بی سیم را فراهم می سازد. شبکه انرژی سبز به تدریج یک سیستم پیچیده برای پردازش وظایف مختلف را تشکیل می دهد. در حین توسعه این روند، ما یک سیستم مدیریت انرژی هوشمند جدید (SHEMS) را بر اساس IEEE ۸۰۲.۱۵.۴ و ZigBee (ما آن را به عنوان یک "شبکه حسگر ZigBee") پیشنهاد می کند. سیستم مدیریت انرژی پیشنهادی، وظایف مختلف شبکه خانگی را به اجزای مناسبی تقسیم می کند. این روش می تواند اطلاعات سنجشهای فیزیکی متنوع و کنترل دستگاه های مختلف خانه را با پشتیبانی از شبکه های حسگر فعال با داشتن دو سنسور و اجزای سازنده ادغام کند. یک پروتکل مسیریابی براساس مسیریابی چندگانه DMPR Multi-Path Based Routing را برای بهبود عملکرد شبکه های حسگر ZigBee توسعه داده شده است. این مقاله به معرفی سیستم پیشنهادی کنترل انرژی خانه، که خدمات هوشمندانه ای را برای کاربران فراهم می کند، می پردازد.

واژگان کلیدی: خانه هوشمند، مدیریت انرژی، ZigBee، شبکه سنسور.

حرکت به سمت مدیریت انرژی هوشمند نیازمند تغییرات نه تنها در نحوه عرضه انرژی است، بلکه در نحوه استفاده از آن نیز می باشد و کاهش میزان انرژی مورد نیاز برای تحویل کالا یا خدمات از اصول ضروری دنیای امروزی است. بازار انرژی هوشمند نیاز به دو نوع شبکه ZigBee برای کنترل دستگاه و مدیریت انرژی دارد. این شامل همسایگی شبکه های انرژی، با استفاده از ZigBee برای انرژی جزء ساخت در یک خانه یا آپارتمان و همچنین استفاده از ZigBee برای برقراری ارتباط با دستگاه های داخل خانه [۱] می باشد. به تازگی، پیشرفت در طرح های شبکه های خانگی و شبکه های حسگر بی سیم، محیط محاسبات همه جانبه ای را ایجاد می کند [۲]. این یک واقعیت است. این مدل برای ارائه اطلاعات و خدمات تطبیقی به کاربران در هر زمان با استفاده از دستگاه های مختلف را مهیا می سازد. خدمات مدل ZigBee در حوزه های مختلف زندگی روزمره ما مانند خانه ها، دفاتر، خیابان ها، ساختمان ها و مدارس ارائه شده است. شبکه حسگر بی سیم در محدوده منزل می تواند در خدمات مختلف در طول روز توزیع شود. امروزه، توسعه مدل برنامه های کاربردی و خدمات آن برای شبکه خانگی همه جا حاضر ارزش کسب و کار فوق العاده ای را به ارمغان می آورد [۱]. با استفاده از یک شبکه حسگر بی سیم با قابلیت عملگر، سیستم می تواند به طور خودکار اطلاعات سنجشهای فیزیکی را جمع آوری کرده و به راحتی دستگاه های خانگی مختلف را کنترل کند. این سیستم می تواند به طور موثر توزیع وظایف مختلف مربوط به شبکه خانگی را به اجزای مربوطه و اجرای سرویس های لحظه ای، همه جانبه ای را از طریق سنسورهای هوشمند و محرک های اعمال شده در محدوده خانه، توزیع کند.



شکل ۱ بررسی DMPS پیشنهادی شکل ۱ طرح کلی از سیستم مدیریت انرژی خانه هوشمند پیشنهادی

شکل ۱ یک نمای کلی از سیستم پیشنهادی مدیریت انرژی خانه هوشمند را نشان می دهد. سیستم، که توسط شبکه های محلی شخصی و تکنولوژی های بی سیم افزوده شده به آن پشتیبانی می شود، می تواند دستگاه های مصرف کننده خانگی، مانند لامپ ها، دریچه های گاز، پرده ها، تلویزیون ها و سیستم های تهویه مطبوع را کنترل کند. همچنین با دستگاه های مختلف سیار، مانند PDA و تلفن های همراه با استفاده از پروتکل های IEEE 802.11، 802.3/802.11 همکاری و رد و بدل اطلاعات می کند. سیستم مدیریت انرژی هوشمند خانه (SHEMS) بر اساس شبکه های شخصی شامل اجزای نرم افزاری مختلف به صورت زیر می باشد.

• **زیرساخت حسگرها:** اجزای می‌باشند که وظیفه جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات خاص رویدادها را از زیرساخت‌های شبکه‌ی شخصی مستقر در محیط‌های خانگی جمع‌آوری می‌کند. این حسگرها اطلاعاتی را برای اجزایی که وظیفه تصمیم‌گیری دارند را مهیا می‌سازد.

• **آگاهی از محتوا:** آگاهی از محتوا، نوعی رفتار محاسباتی هوشمند است. برای انسان‌ها، آگاهی از زمینه یا محتوا، یک قابلیت ضروری برای درک اطلاعات ضمنی است که مربوط به فعالیت‌هایی است که آنها انجام می‌دهند. با این حال، برای سیستم‌های محاسباتی، آگاهی از زمینه، توانایی ارائه خدمات مرتبط و اطلاعات مربوط به کاربران بر اساس شرایط و وضعیتی آنها (به عنوان مثال، زمینه) را امکانپذیر می‌سازد.

• **مدیریت خدمات:** پس از آن، مولفه تصمیم‌ساز، براساس وضعیت فعلی خانه، خدمات صحیحی را انتخاب می‌کند. این مقاله جزئیات سیستم پیشنهاد شده و اجرای آن را مشخص می‌کند. پیشنهادات پروژه به شرح زیر است: ابتدا، یک SHEMS بر اساس شبکه‌های حسگر بی‌سیم پیشنهاد می‌کند و آن را طراحی می‌کند تا با رویکرد مبتنی بر مؤلفه‌های شبکه سازگار باشد. دوم، یک پروتکل مسیریابی سنسور‌ها، برای به دست آوردن کنترل تطبیقی زیرساخت سنسورهای هوشمند توسعه می‌دهد. سوم، سخت‌افزار و نرم‌افزار مورد استفاده در سیستم را اجرا می‌کند. چهارم، نشان می‌دهد که چگونه سناریوهای SHEMS واقعی کار می‌کنند و با موفقیت به اجرا در می‌آیند.

۱- کارهای مرتبط

در این بخش، به طور خلاصه سیستم‌های موجود برای SHEMS را مورد بازبینی قرار می‌دهیم و بر اساس مشارکت آنها سعی می‌کنیم آنها را به سه دسته تقسیم کنیم: یکپارچه‌ساز محتوا، آگاهی از محتوا و موتور سرویس‌گرا. اول، به بررسی برخی از اقداماتی که بر چگونگی کارایی تصمیم‌گیری برای شبکه‌های خانگی متمرکز شده است، می‌پردازیم. به عنوان مثال، به بررسی پروژه My Home [۳] که بر اساس طراحی عوامل هوشمند و الگوریتم‌های پیش‌بینی متمرکز شده است و بر اساس اقدامات تکراری ساکنین به طور خودکار ارائه خدمات سازگار می‌پردازد، اشاره می‌کنیم.

پروژه Smart Aware Home [۴] با تصمیم‌گیری در خصوص مکان و تشخیص حرکت ساکنین خانه، با استفاده از ردیابی چند دوربین، سنسورهای صوتی / تصویری و عدم تفکیک خودکار منابع صوتی به تصمیم‌گیری می‌پردازد. در مقایسه با کارهای موجود، این مقاله بر روی سیستم کنترل مبتنی بر شبکه‌ای از سنسورهای فعال به منظور توزیع کارآمد وظایف کنترل خانه به اجزای مناسب و خودکارسازی دستگاه‌های خانگی تمرکز می‌کند. این باعث می‌شود پیکربندی و مدیریت شبکه خانگی راحت‌تر و ساده‌تر گردد. دستگاه‌های خانگی مذکور دارای ویژگی‌های خودپیکربندی و خودسازماندهی با استفاده از سنسورهای هوشمند یا محرک‌ها هستند. خدمات خانگی همه‌جا حاضر را بر اساس سیستم پیشنهادی، با لوازم خانگی مختلف، گره‌های هوشمند و فناوری‌های ارتباطی پیاده‌سازی خواهد شد [۱۰].

۲- معماری سیستم مدیریت انرژی خانه هوشمند SHEMS

در این بخش، طراحی ساختاری SHEMS که در سیستم مدیریت پیشنهادی مورد استفاده قرار می‌گیرد را بررسی می‌کنیم. SHEMS پیشنهادی، شامل تعدادی گره حسگر است. آنها ممکن است داده‌های حسی، مانند جمع‌آوری اطلاعات واقعی محیط اطراف را انجام دهند و همچنین کنترل دستگاه‌های خانگی مختلف را انجام دهند. گرچه این دو نوع گره‌های هوشمند دارای ویژگی‌های مختلف هستند، هر دو نوع گره‌ها، محاسباتی و توانایی‌های فرکانس رادیویی (RF (Radio Frequency را برای ایجاد شبکه‌های بی‌سیم را دارا می‌باشند. همچنین عنصری تعاملی و پروتکل مسیریابی جدیدی را برای ایجاد ارتباط با سیستم کنترل خانه و همچنین خودکارسازی شبکه را طراحی می‌کنیم. در بخش‌های زیر، شرح می‌دهیم که چگونه دستگاه‌های هوشمند می‌توانند با سیستم خانه، کنترل شوند و چگونه می‌توانند شبکه‌های چند مسیره بی‌سیم را ایجاد کنند.

A. فضاهای هوشمند

فضاهای هوشمند، به عنوان مثال، اتاق هوشمند، فضای هوشمند، بیمارستان هوشمند، وسایل نقلیه هوشمند [۳] نمونه‌هایی از سیستم‌های محاسباتی فراگیر هستند. این سیستم‌ها معمولاً شامل یک اجتماعی از عواملی که می‌توانند همکاری با یکدیگر را برای ارائه خدمات به کاربران انجام دهند، می‌باشند. برخی از مثالهای کاربردی فضای هوشمند را می‌توان به گرفتن خودکار طرح‌های آزاد و یا ارائه طرح ملاقات به شرکت‌کنندگان و یا انتقال ارتباطات گرافیکی کاربر از دستگاه‌های تلفن همراه به رایانه‌های رومیزی ثابت و کمک به

محققان برای تغییر جلسات و دنبال کردن سخنرانان جایگزین را می‌توان مثال زد. ما اعتقاد داریم که خانه هوشمند یک ویژگی ضروری فضاهای هوشمند است. در یک فضای هوشمند، کاربران با مقدار زیادی از خدمات محاسباتی و همچنین دستگاه‌های محاسباتی احاطه خواهند شد. برای اینکه کاربران بر روی وظایف خاص خود متمرکز شوند، فضای هوشمند می‌باید تلاش کند تا حد مجاز هزینه‌های بالادستی که برای تنظیم، مدیریت و پیکربندی این سرویس‌ها و دستگاه‌ها لازم است، تا حد ممکن کاسته گردد. از این رو، معتقدیم که رفتار هوشمندانه و قابلیت تصمیم‌گیری در تحقق فضاهای هوشمند ضروری است.

B. سنسورهای هوشمند و معماری زمینه

گره‌های سنسور هوشمند را می‌توان به دو نوع مختلف شامل سنسورهای عمومی و سنسورهای محرک طبقه‌بندی کرد [۱۰]. سنسورهای عمومی سعی می‌کنند تا کار اندازه‌گیری‌های کلی فیزیکی نظیر دما، رطوبت و نور را تشخیص دهند و یا برای رویدادهای خاص مانند نشت گاز، حرکت انسان و تشخیص وضعیت پنجره، را بررسی کنند. شبکه سنسور فعال می‌تواند اطلاعات حساس متنوعی را جمع‌آوری و دستگاه‌های مختلف مصرف‌کننده خانگی را کنترل کند. گره‌های سنسور و محرک توسط جزاساخت سنسور و جزاساخت کنترل به ترتیب کنترل می‌شوند.

C. یکپارچگی محتوا

در این بخش به طراحی الگوی ارتباطی بسیار رایج که در آن دستگاه‌های دیگری که در شبکه خانگی باید به صورت منظم با یک دستگاه ارتباط چندگانه برقرار کنند، می‌پردازیم، که به عنوان یکپارچه‌ساز مشهور می‌باشد. در بسیاری از شبکه‌های حسگر، این سرویس تنها در ترافیک شبکه است، اما حتی زمانی که ترافیک دیگری هم وجود دارد، همانطور که در یک سیستم کنترل خانگی، اغلب اوقات کنترل‌کننده مرکزی یا تلویزیون، دی‌وی‌دی است که برای تمام اهداف و مقاصد عمل می‌کند، به عنوان یک جمع‌کننده [۴] عمل می‌کند.

نماینده خدمات

هر گره هوشمند باید یک ورودی محاسباتی ویژه داشته باشد تا بتواند فرمانهای منتقل شده از سیستم خانه را درک کند و وظایف خود را با توجه به قابلیت‌سنجش یا عملکرد خود تشخیص دهد تا با سیستم خانه ارتباط برقرار کند. بخش تعاملی در گره‌های هوشمند به عنوان بخشی از سیستم پیشنهادی برای این منظور در نظر گرفته شده است. از آنجایی که هر گره با قابلیت‌های ویژه‌ای مانند تشخیص گاز، سوئیچینگ رله و کنترل IR، مجهز شده است، هر گره می‌تواند اقدامات مختلف را با توجه به قابلیت‌های آن انجام دهد. اجزا ساخت (کامپوننت) تعاملی طراحی گردیده‌اند، تا این قابلیت‌های مختلف را تشخیص دهند و عملیات انطباقی را انجام دهند. این باعث می‌شود که توانایی ارائه پاسخ‌های مناسب را به دستورات ارسال شده از سیستم کنترل خانه را دارا باشند.

D. مدیر اجزاء

این اجزاء نشان‌دهنده خدمات خانه‌های هوشمند حاضر در همه جا هستند که توسط سیستم مذکور ارائه می‌شود. مثال‌هایی شامل خدمات برای اتوماسیون خانگی، امنیت خانه و مدیریت خانه است.

E. پروتکل مسیریابی چند مسیر غیر متصل *Disjoint Multi Path Routing Protocol*

هر گره باید یک پروتکل مسیریابی چند مسیری برای ایجاد شبکه بی‌سیم بین گره‌های هوشمند را داشته باشد. یک پروتکل مسیریابی جدید مبتنی بر تقاضای بر مبنای "DMPR" (پروتکل مسیریابی چند راهه غیر متصل) ایجاد می‌کنیم. پیشنهاد ما، پروتکل‌های مسیریابی برای انطباق با تغییرات پویای توپولوژیکی و همچنین ارتباط با سیستم کنترل خانه می‌باشد. یک پروتکل مسیریابی جدید برای شبکه‌های خانگی طراحی می‌کنیم. پروتکل پیشنهاد شده شبکه بی‌سیم را بر اساس الگوریتم کراسکال [11] Kruskal اندازه‌گیری شده از فرکانس رادیویی RF ایجاد می‌کند.

الگوریتم کراسکال Kruskal یک الگوریتم در نظریه گراف است که یک درخت حداقل را (درخت پوشای حداقل) برای یک گراف وزن دار متصل پیدا می‌کند.

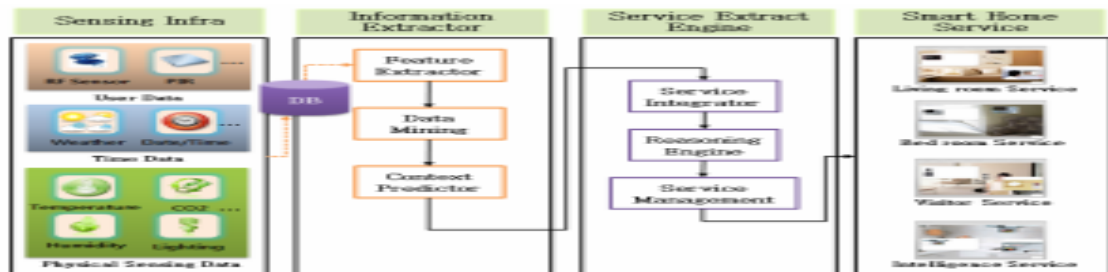
الگوریتم کراسکال Kruskal را می‌توان در زمان $O(N \log N)$ اجرا کرد یا به طور معادل، $O(N \log V)$ زمان می‌برد که همه با ساختار داده ساده تشکیل شده است. این زمانهای اجرا معادل هستند زیرا: E بیشتر از $2V$ و $2 \log V = \log V^2$ است و در نهایت پیچیدگی زمانی آن $O(\log V)$ خواهد شد. اگر رأس‌های جداگانه را نادیده بگیریم، که هر کدام جزء خود را از حداقل درخت پوشا، $V \leq 1N + \log V$ بنابراین برابر است $O(\log N)$.

پیشنهاد DMPR به شرح زیر است. هنگام انتقال بسته داده به مقصد، گره‌ای را که دارای بهترین امتیاز الگوریتم کراسکال Kruskal در میان همسایگانش است را انتخاب می‌کند. توپولوژی مسیریابی به صورت پویا تنظیم می‌شود، چون همسایگان گره‌ها بر

اساس الگوریتم کراسکال Kruskal را بررسی می‌شوند و سپس براساس گره‌های لیست شده نسبت به انتقال بار داده‌ها اقدام می‌شود. کاربران به راحتی می‌توانند توپولوژی شبکه حسگر ایجاد شده در خانه را ببینند، از آنجا که هر بسته شامل مسیر ارسال شده در هدر بسته است. با استفاده از این راه مسیریابی، سیستم خانه می‌تواند مسیریابی را از سیستم به هر گره هوشمند تشخیص دهد. ما از پروتکل B-MAC برای دسترسی به داده مشترک استفاده می‌کنیم و یک دستگاه رادیویی مخصوص باند باریک که از الگوریتم کراسکال Kruskal پشتیبانی می‌کند، بر اساس استاندارد IEEE 802.15.4 کار می‌کند. همچنین یک برنامه مرورگر توپولوژی جدید برای نشان دادن توپولوژی‌های هوشمند مبتنی بر هسته در سیستم خانه هوشمند توسعه داده ایم [۱۲].

۳- سیستم مدیریت پیشنهادی

در این طرح، اطلاعات حسی فیزیکی مورد نیاز و یا یک رویداد خاص از سنسورهای مربوطه را دریافت می‌کند. این عملیات توسط عامل جمع‌کننده محتوا اداره می‌شود و اطلاعات جمع‌آوری شده به عامل آگاه از محتوا ارسال می‌شود. موتور سرویس می‌تواند سرویس خانگی انطباق‌پذیر را براساس این داده‌های سنجش فیزیکی، شناسایی و پیش‌بینی کند. خدمات انتخاب شده با کمک خدمات کنترل و قطعات ارتباطی اضافی تحت شرایط سناریو از پیش تعریف شده در بخش خدمات اداره می‌شوند. شکل ۳ معماری SHEMS را در سیستم کنترل خانه پیشنهادی را نشان می‌دهد. در این بخش، ما جزئیات عملیات هر سرویس را شرح می‌دهیم.



شکل ۲ نمودار بلوکی SHEMS

A. حسگر مادون قرمز

اجزا حسی یا Sensing برای دریافت و درخواست داده‌های سنجش فیزیکی و رویدادهای خاص از گره‌های هوشمند، طراحی شده‌اند. این جزء، گره‌های حسگر عمومی را در شبکه حسگر فعال را کنترل می‌کند. جمع‌آوری داده‌های حسگرها به عنوان مثال اطلاعات مربوط به یک قطعه داده حسی مانند اطلاعات مربوط به مکان یا فعالیت را محور قرار می‌دهد. جمع‌کننده‌های زمینه اجازه استفاده از سنسورهای ناهمگن را می‌دهند که ورودی‌های تکراری را بدون در نظر گرفتن این که ورودی ضمنی یا صریح است را می‌دهد. جمع‌کننده‌ها مداوم رکوردهای ثبت شده از زمینه‌ای را که حس کرده‌اند را نگهداری می‌کنند. آنها به مولفه‌های دیگر اجازه می‌دهند که به هر دو روش سرکشی و یا نظرسنجی (poll and subscribe) عمل کنند و به اطلاعات متنی که آنها نگهداری می‌کنند، دسترسی داشته باشند.

B. استخراج کننده اطلاعات

ویژگی استخراج کننده اطلاعات، مجردسازی و یا تفسیر داده‌های متنی می‌باشد. یک مترجم پیچیده تر ممکن است از بسیاری از ویجت‌ها در یک اتاق کنفرانس استفاده کند، تا نتیجه بگیرد که یک جلسه برگزار می‌شود. در یک محیط باز و پویا، هیچ عامل اطلاعات کاملی در مورد داده‌های سنجش خود را ندارد.

داده‌کاوی یک مکانیزم موثر برای کمک به این نوع سیستم‌ها برای ساخت پایگاه‌های متنی است. برای اشتراک داده‌های سنجش، ارتباط موثر لازم است. به منظور برقراری ارتباط، عوامل مستقل توسعه یافته باید یک هستی‌شناسی مشترک و زبان ارتباطی مشترکی را به اشتراک بگذارند [۴].

پیش‌بینی کننده محتوا، تلاش می‌کند که ۲۴ ساعت در روز، ۷ روز در هفته پایدار باشند و اجرا گردد. آنها مستقل از یکدیگر در نخهای جداگانه و در دستگاه‌های محاسباتی جداگانه اجرا می‌شوند. هنگامی که یک قطعه اطلاعات متنی در پایگاه دانش مورد تایید قرار می‌گیرد، پیش‌بینی کننده محتوا، ابتدا سعی می‌کند که نوع محتوایی را که می‌خواهد، از بین آنها انتخاب می‌کند.

C. موتور بهره بردار سرویس

الگوریتم و منطق سرویس می‌توانند نقش‌های مختلفی در سنجش و به اشتراک گذاری دانش بازی کنند. در سنجش، استدلال محتوایی یک فرایند است که داده‌های سنجش نماینده‌ای از تفسیرهای مربوط به محتوا می‌کند. در به اشتراک گذاری دانش، استدلال محتوا فرایندی است که دانش متنی متفاوتی برای شناسایی و حل اطلاعات ناسازگار بدست آورده می‌شود.

D. خدمات خانگی هوشمند

یکی از اهداف این مقاله این است که پیشنهادات خدمات جدید همه جا حاضر را ارائه دهد، که ساکنان، محیط راحت تر را برای انجام کارهای روزمره تجربه کنند. اجزای سرویس شامل این خدمات خانگی می‌باشد. جز ساخت تصمیم‌گیری، یک سرویس سازگار را انتخاب می‌کند و می‌تواند با استفاده از اجزای کنترل و اجزای ارتباطات اضافی براساس سناریوهای از پیش تعریف شده انجام شود. ما هفت نوع مختلف خدمات خانه هوشمند را در سیستم پیشنهادی طراحی و اجرا کرده‌ایم. این خدمات در سه گروه، طبقه بندی می‌شوند: اول، خدمات اتوماسیون خودکار کنترل کننده تهویه مطبوع، پاک کننده هوا و حرکات پرده، که با توجه به آب و هوا وضعیت مناسب را انتخاب می‌کند. دومین سرویس امنیتی خانگی، خطرات احتمالی را شناسایی کرده و از انفجارهای گاز جلوگیری می‌کند. آخرین خدمات مدیریت خانه از طریق اینترنت می‌باشد. جزئیات بیشتر در مورد این عملیات سرویس در بخش بعدی بحث شده است.

جزئیات تحقیق

برای نشان دادن قابلیت دستیابی معماری پیشنهادی، ما سیستم کنترل خانه و شبکه‌های حسگر دینامیکی خود را با دستگاه‌های خانگی مختلف در خانه اجرا می‌کنیم. در این بخش، خدمات یکپارچه همه جانبه ارائه شده توسط سیستم را ارائه می‌دهیم.

• پیاده سازی سنسور / آداپتور

ما یک گره هوشمند را طراحی کرده‌ایم که توانایی سنجش، پردازش و شبکه دارد. سه نوع سنسور در گره هوشمند شامل سنسورهای نور، دما و رطوبت هستند. برای جمع‌آوری اطلاعات حسگرهای متنوع و کنترل دستگاه‌های مصرف کننده خانگی، چندین ماژول اختیاری اضافی مجهز به گره هوشمند را توسعه دادیم. شکل ۴ طرح طبقه بندی شبکه خانه برای آزمایشات را نشان می‌دهد. در اولین آزمایش، برنامه کنترل آب و هوا، دمای فعلی محیط واقعی را با سرویس درجه حرارت بازیابی شده گره سنسور دما در سقف کنترل می‌کند. به طور خاص، برنامه با استفاده از روش سرویس درجه حرارت سنسور، هر زمانی که یک بسته داده‌ای دوره‌ای از گره حسگر دما دریافت می‌شود، دمای فعلی را کنترل می‌کند. اگر دمای محیط واقعی بیش از یک حد از پیش تعریف شده باشد، برنامه تلاش خواهد کرد تا سرویس پروکسی برق یا تهویه مطبوع را از رجیستری سرویس بازیابی کند. هنگامی که برنامه سرویس تهویه مطبوع را برای سیستم تهویه در محیط واقعی پیدا کرد، با اصلاح روش سرویس تهویه، همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، سیستم تهویه مطبوع را روشن می‌کند. هنگامی که یک فن برق فعال Zigbee تازه به محیط واقعی راه اندازی شد، سرویس برق الکتریکی از سرور بسته نرم افزاری پروکسی را دانلود می‌کند و در رجیستری سرویس ثبت می‌کند. سپس نرم افزار به طور خودکار از ثبت نام خدمات فن برق مطلع شد و فن الکتریکی را با استفاده از روش متداول سرویس برق الکتریکی روشن کرد.



شکل ۴- تصاویر خانه هوشمند ما شکل ۵- تصاویر گره سنسور در خانه واقعی

در آزمایش دوم، برنامه امنیتی خانگی وضعیت امنیتی محیط واقعی را با سرویس سنسور مغناطیسی کنترل کرد. گره سنسور درب قبل از آزمایش که در شکل ۴ نشان داده شده است. هنگامی که درب باز شود، گره حسگر درب مغناطیسی یک بسته داده را به SHEMS ارسال کرد. سپس نرم افزار مطلع می‌گردد که داده‌های سرویس حسگر مغنت تغییر یافته است و با استفاده از روش خواندن سرویس

حسگر مگنت، وضعیت درب را می‌پرسد. پس از یادگیری اینکه درب باز شده است، برنامه پیام هشدار را از طریق پیام رسان سرور تلفن همراه به کاربر ارسال می‌کند.

• شرح خدمات خانه هوشمند

در این بخش چندین نوع خدمات خانگی را ارائه می‌دهیم. این خدمات براساس سیستم‌های پیشنهادی خانه، ارائه شده است. شکل ۵ خدمات خانه را نشان می‌دهد. در این بخش استقرار گره‌های هوشمند و عملیات احتمالی آنها را در خانه توصیف می‌کنیم. شکل ۵ برخی از عکس‌های استقرارها را در پیاده‌سازی‌ها را نشان می‌دهد. لیست زیر جزئیات عملکرد آنها را شرح می‌دهد. مشتری به سادگی دستگاه SHEMS را فعال می‌کند و روند پیوستن را بر اساس دستورالعمل‌های تولیدکننده SHEMS آغاز می‌کند. دستگاه‌های SHEMS مختلف می‌توانند روش‌های مختلفی را برای ایجاد فرایند پیوستن به کار ببرند، مانند اینکه به راحتی دستگاه را با یک یا چند دکمه در اتاق نشیمن روشن کنید. دستگاه مادون قرمز (IR) می‌تواند ارتباطات IR را با دستگاه‌های پیچیده مصرف‌کننده خانگی پشتیبانی کند. کاربر می‌تواند این دستگاه‌های خانگی را با استفاده از مرورگر وب و از طریق اینترنت کنترل کند. سیستم ما با استفاده از کارت RFID و خواننده RFID در نزدیکی درب، به جای یک کلید، برای تایید تشخیص شخص استفاده می‌شود. سیستم کنترل خانه تصمیم می‌گیرد که درب را بر اساس شناسه TAG در کارت RFID بازدید کننده، باز کند یا بسته نگه‌دارد. پس از تصمیم‌گیری برای باز کردن درب، سیستم فرمان کنترل مربوطه را به گره محرک در دستگاه قفل درب انتقال می‌دهد.

یک سنسور گاز در نزدیکی دریچه گاز برای جلوگیری از انفجار گاز نصب شده است. سنسور گاز اغلب میزان گاز را در جو بررسی می‌کند و مقادیر سیستم خانه را برای جلوگیری از انفجار گاز گزارش می‌دهد. در تشخیص مقدار زیادی از گاز، سنسور گاز بلافاصله دستورالعمل گره دریچه سوپاپ گاز برای بستن شیر با استفاده از مازول سوئیچ رله را می‌دهد. در این وضعیت، زمان تأخیری برای تبادل دستورات با سیستم کنترل خانه وجود ندارد. سنسور گاز به صورت مستقل عمل می‌کند و بعد از آن سیستم کنترل خانه را آگاه می‌سازد. شکل ۶ دستگاه‌های تشخیص آتش و گاز را نشان می‌دهد.



شکل ۶- تصاویر سیستم Visitor و Remote Control Light شکل ۷- تصاویر AMI و گاز آشکارساز آتش

پس از شروع فرایند پیوستن، SHEMS برای AMI Meters برای پیوستن به سیستم خانه هوشمند، اسکن می‌کند. در SHEMS ممکن است در محدوده بیش از یک AMI Meter باشد و تلاش می‌کند تا اولین AMI Meter را پیدا کند. با این حال، تنها AMI Meter که دارای کلید امنیتی صحیح برای این SHEMS خاص است به آن ملحق شوند. اگر AMI Meter یک درخواست از یک دستگاه SHEMS دریافت کند، تشخیص نمی‌دهد SHEMS را رد می‌کند. دستگاه SHEMS دیگر AMI Meters را امتحان می‌کند تا مجاز به تکمیل روند پیوستن باشد.

شکل ۷ سیستم‌های بازدید کننده و سیستم‌های کنترل نور از راه دور را نشان می‌دهد.



شکل ۸- عکس‌های الکترونیک مصرفی هوشمند شکل ۹- تصاویر کنترل دما و تهویه مطبوع

شکل ۸ سیستم های کنترل دما و تهویه مطبوع را نشان می دهد. در شکل ۹ اطلاعات برخی از مصرف کننده های الکترونیکی در آشپزخانه را نشان داده شده است. گره حسگر می تواند روشنایی لامپ را از طریق ماژول سوئیچ رله کنترل کند. سنسورهای تصویر و نور روز، هنگامی که نور خورشید از طریق پنجره جریان می یابد، روشنایی الکتریکی می تواند کم نور یا حتی خاموش شود.

نتیجه گیری

شبکه خانگی هوشمند فرصت های جدیدی را موجب می شود. ما یک سیستم مدیریت انرژی جدید هوشمند مبتنی بر شبکه های حسگر ZigBee را پیشنهاد دادیم تا شبکه های خانگی را هوشمند تر و اتوماتیک تر کنیم. نقش SHEMS برای مدیریت استفاده از انرژی، عامل مهمی در حل مسائل مربوط به رشد انرژی در خانه است. ابتکار خانه هوشمند با ارائه یک تجربه قابل قبول و پایدار و با اتصال فناوری های جدید و مفید دیجیتال به مصرف کنندگان، این امکان را در اختیار قرار می دهد. با دادن امتیاز به مصرف کنندگان براساس مصرف انرژی خود، آنها به صورت لحظه ای، از طریق مجموعه ای از محصولات و خدمات، کمک به مصرف کنندگان می باشد که از انرژی به صورت کارآمدتر استفاده کنند و همچنین تاثیر مخرب بر محیط زیست را به حداقل رسانند. پیشنهاد جدید SHEMS را بر اساس فناوری جدید، از تکنولوژی استاندارد IEEE 802.15.4 را در سیستم های شبکه های خانگی برای پشتیبانی از خدمات مکان استفاده می کند.

منابع و مراجع

- [1] Tasshik. Shon, Yongsuk Park, "A Hybrid Adaptive Security Framework for IEEE 802.15.4-based Wireless Sensor Networks," *KSII Transactionson Internet and Information Systems*.vol.3, no.6, Dec. 2016.
- [2] T. Yamazaki, "Ubiquitous Home," *International Journal of Smart Home*, vol. 1, no. 1, pp. 17-22, Dec. 2010.
- [3] Wang Chun-dong, Liu Xiao-qin, Wang Hai-bin, "A Framework of Intelligent Agent Based Middleware for Context Aware Computing,"
- [4] *Natural Computation.2009.ICNC'09.Fifth International Conference on*,vol.6, pp.107-110, 14-16. Aug. 2015.
- [5] S. K. Das, D. Cook, A. Bhattacharya, E. O. Heierman and T.-Y. Lin,"The Role of Prediction Algorithms in the MavHome Smart Home
- [6] Architecture," *IEEE Wireless Communications Magazine*, vol. 9, no. 6,pp. 77-84, 2009.
- [7] Young-Guk Ha, "Dynamic integration of zigbee home networks into home gateways using OSGI service registry," *IEEE Transactions on*
- [8] *Consumer Electronics.*, vol. 55, Issue. 2, pp.470-476, May. 2009.
- [9] Yu-S. Bae, B.-J. Oh, K.-D. Moon and S.-W. Kim, "Architecture for Interoperability of Services between an ACAP Receiver and Home
- [10] Networked Devices," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol.52, no. 1, pp. 123-128. 2016.
- [11] J. Stankovic, Q. Cao, T. Doan, L. Fang, Z. He, R. Kiran, "Wireless Sensor Networks for In-Home Healthcare: Potential and Challenges,"
- [12] *Proc. of the Workshop on High Confidence Medical Devices Software and Systems*, June 2015.
- [13] T. Mori, H. Noguchi, A. Takada and T. Sato, "Sensing Room: Distributed Sensor Environment for Measurement of Human Daily Behavior," *Proc. of the International Conference on Networked Sensing Systems*, June 2014.
- [14] G. C. de Silva, B. Oh, T. Yamasaki and K. Aizawa, "Ubiquitous Home: Retrieval of Experiences in a Home Environment," *IEICE Transactions on Information and Systems*, vol. E91-D, no. 2, pp. 330-340, 2008.
- [15] Changsu, Suh. Yong Bae, Ko. "Design and Implementation of Intelligent Home Control Systems based on Active Sensor Networks,"
- [16] *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol.54, no.3, Aug. 2013.