

بررسی معماری و تکنولوژی خانه‌های هوشمند از منظر انرژی

۱- پریوش یزدان فر ۲- ندا مسروری جنت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی صائب، ابهر، ایران
۲- استاد گروه معماری، عضو هیئت علمی موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی صائب، ابهر، ایران

yazdanfarparivash@gmail.com
masrori@saeb.ac.ir

چکیده

سرویس خانه هوشمند بخش کلیدی مصرف شبکه هوشمند است. این یک پاسخ تعاملی بی درنگ بین شبکه برق و کاربران است و قابلیت خدمات جامع شبکه برق را افزایش می‌دهد، همچنین استفاده هوشمندانه و تعاملی برق را درک می‌کند، حالت عملکرد شبکه برق و استفاده کاربران را بهبود می‌بخشد. الگوهایی برای بهبود بهره‌وری انرژی ارائه می‌دهد. خانه هوشمند یک پلتفرم مسکونی است که از اینترنت اشیا، فناوری رایانه، فناوری کنترل، فناوری نمایش تصویر و فناوری ارتباطات برای اتصال امکانات مختلف از طریق شبکه برای برآورده کردن الزامات اتوماسیون کل سیستم و ارائه کنترل و مدیریت راحت‌تر استفاده می‌کند. این مقاله ویژگی‌های خانه هوشمند را تجزیه و تحلیل می‌کند و ترکیب خانه هوشمند و کاربرد تجهیزات کلیدی را ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی: خانه هوشمند، اینترنت اشیا، سوکت هوشمند، شبکه انرژی

۱. مقدمه

خانه هوشمند ترکیبی ارگانیک از زیرسیستم‌های مختلف مرتبط با زندگی در خانه از طریق فناوری‌های پیشرفته مانند خانه فیبر نوری و کامپوزیت کابلی است [۲]. هم می‌تواند منابع را به اشتراک بگذارد و هم در داخل خانه ارتباط برقرار کند و ما می‌توانیم از طریق دروازه هوشمند خانه با شبکه خارجی خانگی تبادل اطلاعات کنیم. هدف اصلی خانه هوشمند ارائه یک محیط زندگی کارآمد، راحت، ایمن، راحت و سازگار با محیط زیست است که سیستم، خدمات و مدیریت را یکپارچه می‌کند.

خانه هوشمند استفاده از فناوری کامپیوتری، فناوری کنترل، فناوری نمایش تصویر و فناوری ارتباطات است که از طریق شبکه‌های مختلف به هم متصل می‌شوند تا نیازهای اتوماسیون کل سیستم را برآورده کنند و کنترل و مدیریت راحت‌تر را ارائه دهند. اجرای خانه هوشمند سنتی به طور کلی امکانات ساختمان را از طریق سیم‌کشی خطوط سیمی کنترل و ارتباط برقرار می‌کند، خلاص شدن از قید کابل‌های مختلف دشوار است، هزینه نصب بالا است و مقیاس‌پذیری سیستم نیز ضعیف است. سیستم خانه هوشمند مبتنی بر فناوری شبکه حسگر بی سیم نه تنها می‌تواند از قید کابل‌ها خلاص شود، هزینه نصب را کاهش دهد، بلکه مقیاس‌پذیری سیستم را نیز تا حد زیادی بهبود بخشد.

برخی از ویژگی‌های مهم خانه هوشمند به شرح زیر است:

- ۱) خانه هوشمند می‌تواند تعامل بین کاربر و شرکت شبکه برق را درک کند، اطلاعات مصرف برق و قیمت برق را به دست آورد، برنامه مصرف برق و غیره را تنظیم کند، استفاده علمی و منطقی برق را هدایت کند و از آگاهی خانواده حمایت کند. صرفه جویی در انرژی و حفاظت از محیط زیست کارکرد مهم این خانه‌ها است.
- ۲) خانه هوشمند می‌تواند آسایش، ایمنی، راحتی و تعامل زندگی در خانه را افزایش دهد و سبک زندگی مردم را بهینه کند.
- ۳) خانه هوشمند می‌تواند از راه دور مدیریت و پشتیبانی شود.
- ۴) خانه هوشمند می‌تواند از طریق تلفن، تلفن همراه و شبکه از راه دور خانه را نظارت کرده و با آن تعامل داشته باشد، پردازش غیرعادی و به موقع را کشف کند.
- ۵) خانه هوشمند خواندن کنتور در زمان واقعی و خدمات امنیتی کنتور آب، کنتور برق و کنتور گاز را درک می‌کند که شرایط راحت‌تری را برای خدمات با کیفیت بالا فراهم می‌کند.

۲. روش تحقیق

این مقاله سعی دارد تا با استفاده از روش کیفی از نوع توصیفی-تحلیلی و بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات نظری به شناخت از خانه هوشمند در حوزه بهینه کردن مصرف انرژی برسد، سپس بر اساس تحقیقات میدانی و بررسی نمونه‌های موردی، به بررسی سیستم‌های هوشمند نصب شده در خانه‌های هوشمند، که توان کاهش مصرف برق را دارند، می‌پردازد.

۳. مبانی نظری

معماری خانه هوشمند

از طریق ساخت شبکه ارتباطی داخلی در خانواده، ما شبکه تهویه مطبوع خانه و سایر لوازم هوشمند را با اتصال شبکه فیبر نوری برق درک می‌کنیم. از طریق پایانه‌های تعاملی هوشمند، سوکت‌های هوشمند، لوازم خانگی هوشمند، و غیره، ما به طور خودکار اطلاعات برق، و تجزیه و تحلیل میزان مصرف را جمع‌آوری می‌کنیم. و لوازم خانگی به بهره‌وری کنترل انرژی دست می‌یابند [۸]. از طریق تلفن، تلفن همراه، اینترنت و وسایل دیگر، سیستم می‌تواند خانه و سایر خدمات را از راه دور کنترل کند. از طریق پایانه‌های تعاملی هوشمند، ما همچنین به تشخیص دود، تشخیص نشت گاز، ضد سرقت، کمک اضطراری و سایر عملکردهای امنیتی خانه دست می‌یابیم و جمع‌آوری و مدیریت اطلاعات خودکار کنتورهای آب، کنتورهای گاز و مرکز پشتیبانی و مدیریت دارایی را انجام می‌دهیم.

فن‌آوری‌های خدمات برق تعاملی

- ۱) خدمات اطلاعات قدرت: این سرویس شامل اطلاعات عملیات و نگهداری شبکه، قیمت برق بلادرنگ، خط مشی برق، خدمات برق و سایر اطلاعات منتشر شده، مصرف برق کاربر، برق باقیمانده، تراز برق و سوابق خرید برق و سایر خدمات استعلام اطلاعات است [۷].
- ۲) کنترل تعاملی لوازم خانگی: با توجه به نیاز کاربر و تجزیه و تحلیل بار برق خانگی، توسعه و بهینه‌سازی برنامه برق برای هدایت کاربران به استفاده منطقی از برق انجام می‌گیرد. مطابق با درخواست کاربر برای انجام خدمات میزبانی، برنامه عملیات بهینه‌سازی تجهیزات قدرت به ترمینال هوشمند تعاملی خانگی، مدیریت خودکار لوازم خانگی برق انجام می‌گیرد [۳].
- ۳) مدیریت برق خانگی: دسترسی بلادرنگ به اطلاعات برق لوازم خانگی و خانگی، از جمله برق، ولتاژ، جریان، منحنی بار و غیره، می‌تواند انواع اطلاعات قیمت از جمله قیمت لحظه‌ای، قیمت زمان استفاده را مشاهده کند. برای ارائه برنامه برق سفارشی به کاربران، زمان اجرای الکتریکی مشخص شده را باید تنظیم کرد. لوازم خانگی برای تجزیه و تحلیل برق، برای ارائه پیشنهادات صرفه جویی در مصرف انرژی می‌باشد [۷].
- ۴) خدمات پرداخت خودکار: پرداخت چند مرحله‌ای را می‌توان از طریق تلفن، پیامک، وب سایت، پایانه اینترنت و سایر وسایل انجام داد.

فن‌آوری‌های پشتیبانی از جامعه هوشمند

- ۱) خدمات امنیتی املاک مسکونی: با توجه به گاز، سنسورهای دود و سایر سیگنال‌های هشدار صادر شده توسط مدیریت هشدار گاز و آتش سوزی؛ با عملکرد زنگ نفوذ، وضعیت خانواده برای نظارت از راه دور عملیاتی شده و همچنین می‌توان آن را به انواع مدل‌های امنیتی برای دستیابی

به کنترل مدیریت صحنه تنظیم کرد. هنگامی که وضعیت غیر منتظره در خانه اتفاق می افتد، از طریق سیستم خانه های هوشمند یک تماس اضطراری برای کمک صادر می شود.

۲) خدمات اطلاعات شهری (شهرداری، پزشکی): کاربران می توانند به اطلاعات شهرداری، اطلاعات ساخت و ساز، اطلاعات ترافیک و جاده، اطلاعات بهداشتی و پیشگیری از بیماری همه گیر دسترسی داشته باشند. این در حالی است که با توجه به نیاز کاربران، این سامانه می تواند خدمات پزشکی آنلاین، ایجاد بستر اطلاع رسانی مراقبت های بهداشتی برای نوبت دهی سرپایی، مشاوره آنلاین و سایر خدمات را نیز در اختیار کاربران قرار دهد [۱].

۳) خدمات اطلاعات تجاری (سفارشی سازی اطلاعات، تعامل اطلاعاتی، خدمات اشتراک اخبار و غیره): با توجه به نیاز کاربران و ناشران اطلاعات به کاربران خاص برای ارسال اطلاعات آب و هوا، سهام، ارز، اطلاعات محصولات و سایر اطلاعات بلادرنگ، و همچنین تعامل توزیع اجناس سوپرمارکت، رزرو محصولات و سایر اطلاعات.

۴. سیستم خدمات برق خانه هوشمند

سیستم خدمات برق خانه هوشمند یک پلت فرم پشتیبانی برای نظارت، تجزیه و تحلیل و کنترل مصرف برق کاربران مسکونی است و همچنین راه مهمی برای تحقق مدیریت منظم برق و خدمات هوشمند بهره وری انرژی است [۵]. شکل ۱ ساختار سیستم خدمات برق خانه هوشمند را نشان می دهد.



شکل ۱: ساختار سیستم خدمات برق خانه هوشمند

سیستم خدمات برق خانه هوشمند عمدتاً از ۴ قسمت شامل یک سیستم ایستگاه اصلی، یک کانال ارتباطی، یک پایانه تعاملی هوشمند خانگی و یک دستگاه الکتریکی هوشمند تشکیل شده است:

(۱) سیستم اصلی شامل سرور پایگاه داده، سرور برنامه، دستگاه جلویی، روتر، تجهیزات امنیتی و غیره است.

۲) کانال ارتباطی به شبکه ارتباطی از راه دور و شبکه ارتباطی محلی تقسیم می‌شود. ارتباط از راه دور با استفاده از ارتباطات شبکه عمومی، انتخاب شبکه ارتباطات محلی از کابل کامپوزیت فیبر نوری، ارتباطات پهن باند خط برق، ارتباطات بی سیم.

۳) ترمینال تعاملی هوشمند خانه بخش اصلی سیستم خانه هوشمند است، ایستگاه اصلی و مرکز تماس کاربر است، همچنین یک مرکز کنترل تجهیزات الکتریکی هوشمند است.

۴) تجهیزات الکتریکی هوشمند شامل لوازم هوشمند، تجهیزات امنیتی و غیره است. در حال حاضر به دلیل عدم استقبال از لوازم هوشمند، به منظور جلب رضایت کنترل لوازم غیرهوشمند و جمع‌آوری اطلاعات الکتریکی، ممکن است از پریزهای هوشمند برای کنترل لوازم خانگی و یا جمع‌آوری لوازم خانگی استفاده شود.

۵. تجهیزات کلیدی خانه هوشمند

سیستم اصلی

سیستم اصلی شامل سرورها، شبکه‌های ارتباطی، ایستگاه‌های کاری و ارتباط داخلی با سیستم بازاریابی چهار قسمتی است. و برنامه‌های کاربردی بازاریابی، خدمات وب سایت‌های تعاملی و دیگر برنامه‌های کاربردی اتصال به طور عمده از طریق سرور رابط، تجهیزات امنیتی و تجهیزات دیگر برای تکمیل انجام می‌گیرد.

ترمینال تعاملی هوشمند خانواده

ترمینال تعاملی هوشمند خانگی در موقعیتی مناسب برای کارکردن و برقراری ارتباط و تعامل با یک سوکت هوشمند، یک لوازم خانگی هوشمند و یک دستگاه امنیتی خانه نصب شده است.

تجهیزات الکتریکی هوشمند

۱) سوکت هوشمند. بین پریز برق و لوازم خانگی معمولی نصب شده و با ترمینال تعاملی هوشمند خانه ارتباط برقرار می‌کند.
۲) لوازم هوشمند. از جمله تهویه مطبوع هوشمند، تلویزیون هوشمند، یخچال هوشمند، ماشین لباسشویی هوشمند، پاک کننده هوشمند، پلوپز هوشمند، با ویژگی‌های تعاملی دو طرفه.
۳) امنیت خانه. محل مناسب را برای نصب حسگرهای دود، حسگرهای مادون قرمز، دکمه‌های اضطراری، سنسورهای نشت گاز، دوربین‌ها و سایر تجهیزات انتخاب شده و پایانه‌های ارتباطی تعاملی خانه هوشمند ایجاد می‌شود.

سوکت هوشمند

سوکت هوشمند می‌تواند داده‌های بار در زمان واقعی، دقیق و حساس مصرف برق را جمع‌آوری کند و سپس مناسب‌ترین حالت ارتباطی را با توجه به وضعیت واقعی انتخاب کند [۴]. عملکردهای اصلی عبارتند از: نمایش اندازه‌گیری، کنترل خاموش و روشن و انتقال شفاف دستورات کنترل لوازم خانگی

مدل لوازم خانگی غیر هوشمند

مقدار بلادرنگ ولتاژ، جریان، توان و ضریب توان لوازم خانگی را جمع‌آوری کرده و آن را ذخیره می‌کند و داده‌های مورد نیاز را بارگذاری می‌کند. سوکت هوشمند را می‌توان توسط ترمینال تعاملی هوشمند، میزبان مجموعه، مشتری شبکه، تلفن همراه و سایر رسانه‌ها کنترل کرد و سپس سوئیچ لوازم خانگی را می‌توان توسط سوکت هوشمند کنترل کرد.

حالت لوازم خانگی هوشمند

همراه با مازول ارتباط بی‌سیم برد کوتاه و سوکت هوشمند (با استفاده از مازول ارتباط بی‌سیم منطبق) که در ارتباط با تحقق عملکردهای زیر استفاده می‌شود:

مقدار بلادرنگ ولتاژ، جریان، توان و ضریب توان لوازم خانگی را جمع‌آوری کرده و آن را ذخیره کرده و داده‌های مورد نیاز را بارگذاری می‌کند. سوکت هوشمند روی دستگاه از طریق کنترل قدرت، برای دستیابی به هدف صرفه جویی در انرژی.

دستورات کنترلی که توسط ترمینال تعاملی هوشمند آغاز می‌شود، به طور شفاف از طریق ماژول بی‌سیم سوکت هوشمند به دستگاه خانگی منتقل می‌شود و برای راه اندازی، تنظیم و کنترل لوازم خانگی استفاده می‌شود. سوکت هوشمند را می‌توان توسط ترمینال تعاملی هوشمند، میزبان مجموعه، مشتری شبکه، تلفن همراه و سایر رسانه‌ها کنترل کرد و سپس سوئیچ لوازم خانگی را می‌توان توسط سوکت هوشمند کنترل کرد.

حالت دستگاه شبکه یکپارچه

تمام عملکردهای سوکت هوشمند به طور کامل در لوازم هوشمند ادغام شده است تا به کنترل مستقیم وسایل هوشمند ترمینال دست یابد. توابع خاص به شرح زیر است:

نه تنها می‌تواند مقادیر بی‌درنگ مانند ولتاژ، جریان و برق لوازم خانگی را جمع‌آوری کند، بلکه لوازم خانگی را نیز روشن و خاموش می‌کند و می‌تواند لوازم خانگی را راه‌اندازی، تنظیم و کنترل کند تا تمام عملکردهای غیرهوشمند را تکمیل کند. لوازم خانگی و لوازم شبکه و رسیدن به حداکثر هوشمند.

اولویت ارتباط پی ال سی^۴، صرفه‌جویی در هزینه و پایدار و قابل اعتماد در خانه است.

لوازم خانگی مناسب برای شبکه

لوازم خانگی دوستدار شبکه^۵ عمدتاً از فن‌آوری تعبیه شده برای قطع خودکار شبکه الکتریکی از شبکه برق استفاده می‌کنند. زمانی که سیگنال فرکانس شبکه برق زیر یک آستانه از پیش تعیین شده برود، ردیابی سیگنال ولتاژ یا فرکانس شبکه انجام شده و شبکه به طور خودکار قطع می‌گردد. هنگامی که بسیاری از لوازم خانگی دوستدار شبکه‌ها این عملکرد را انجام می‌دهند، به محافظت از شبکه و جلوگیری از نوسانات شبکه کمک می‌کنند.

عملکرد لوازم خانگی دوستدار شبکه

لوازم خانگی دوستدار شبکه معادل یک پلت فرم کنترل الکترونیکی کوچک است که فرکانس اصلی AC سیگنال ولتاژ شبکه را محاسبه می‌کند تا از اعوجاج سیگنال خروجی و نوسان فرکانس شبکه جلوگیری کند.

زمان پاسخ

زمان پاسخگویی لوازم خانگی دوستدار شبکه باید حالت اندازه‌گیری فرکانس را در نظر بگیرد و باید تأثیر فیلتر دیجیتال پایین گذر را در نظر بگیرد.

خروجی سیگنال لوازم خانگی دوستدار شبکه

خروجی لوازم خانگی دوستدار شبکه، یک سیگنال باینری است که برای کنترل سوئیچ تأخیر استفاده می‌شود. اجزای اصلی لوازم خانگی دوستدار شبکه عبارتند از:

(۱) ماژول کنترل بار

(۲) دروازه خانگی - به صورت بی‌سیم با ماژول کنترل بار ارتباط برقرار می‌کند و سیگنال را از طریق یک مودم کابلی پهن باند یا اتصال ای دی اس ال^۶ به سرور پشتیبان ارسال می‌کند.

(۳) سرور پس زمینه - داده‌ها را به صورت دوره‌ای از دروازه خانه دریافت می‌کند.

معماری سیستم‌های ارتباطی

۴ - PLC

۵ - GFAs

۶ - ADSL

سیستم ارتباط خانه هوشمند را می‌توان به سه بخش شبکه خارجی، دروازه^۷ و شبکه داخلی تقسیم کرد. شبکه خارجی می‌تواند یک شبکه لن^۸ سلولی، شبکه‌های تلویزیون کابلی، شبکه‌های تلفن و اینترنت باشد که عمدتاً از فناوری پیشرفته‌تر استفاده می‌کنند. اینترنت برای اتصال لوازم خانگی مختلف در خانه، استفاده می‌شود. شبکه‌های خانگی بر اساس عملکردشان به سه دسته تقسیم می‌شوند: یک شبکه کنترل برای کنترل عملکردها، یک شبکه داده برای تبادل پیام‌های داده و یک شبکه چند رسانه‌ای برای انتقال صدا و تصویر. دروازه خانگی یک دستگاه اتصال شبکه است که اینترنت خانگی و اکسترانت را به هم متصل می‌کند و از طریق اینترنت به اکسترانت دسترسی پیدا می‌کند تا عملکرد کنترل دستگاه‌های متصل به هم در خانه را برای اکسترانت فراهم کند. در همان زمان، دروازه خانه به خانه اجازه می‌دهد تا از فناوری‌های مختلف شبکه استفاده کند و دروازه‌های قابل استفاده^۹ قابلیت پل زدن را برای زیرشبکه‌های ارتباطی مختلف فراهم می‌کند تا دستگاه‌های شبکه‌ای در هر زیرشبکه بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

(۱) شبکه لوازم خانگی: لوازم خانگی (یخچال، تهویه مطبوع، تلویزیون، اجاق مایکروویو، ماشین لباسشویی، روشنایی و غیره) از طریق اتصالات سیمی یا بی سیم برای تبادل اطلاعات، شبکه‌ها را تشکیل می‌دهند.

(۲) امنیت: از جمله حفاظت از محیط اطراف، دستگاه مخابره ویدئویی خانگی^{۱۰}، کنترل دسترسی، هشدار سارق، آتش سوزی، نشت گاز، نشت آب و غیره.

(۳) دسترسی پرسرعت به اطلاعات: اینترنت، تلفن‌های تصویری، دسترسی لن سلولی به خانه از طریق دروازه.

(۴) خدمات مسکونی: مرکز مدیریت جامعه می‌تواند تجهیزات و محیط را در حوزه قضایی خود نظارت و مدیریت کند.

توجه اصلی سیستم خانه هوشمند شبکه ارتباطی داخلی خانه است که عمدتاً شامل دو بخش است: دروازه خانه هوشمند و سنسورهای هوشمند خانه. دروازه خانه هوشمند یک مرکز مدیریت و پیکربندی منابع خانوادگی برای تکمیل شبکه خانگی و کنترل سنسورها و سایر عملکردها است. دروازه خانه هوشمند هر سوئیچ حسگر را در شبکه خانگی از طریق فناوری شبکه به هم متصل می‌کند، مدیریت و کنترل شبکه داخلی خانه هوشمند را از طریق پروتکل استاندارد ارتباطی محقق می‌کند و به عنوان رابط تعاملی اطلاعات از خانه هوشمند عمل می‌کند. شبکه خانگی و شبکه خارجی خانه هوشمند می‌تواند به عملکردهای مختلفی دست یابد، مانند: نظارت بر خانه، تبادل اطلاعات داخلی و خارجی، مدیریت انرژی، امنیت خانه و بسیاری از ویژگی‌ها مبتنی بر دروازه خانه هوشمند هستند و به راحتی به دست می‌آیند.

مدل شبکه

سیستم خانه هوشمند نوعی سیستم کنترلی مبتنی بر رایانه تک‌تراشه‌ای است که می‌تواند از طریق تلفن و اینترنت به دستگاه‌های خانگی دسترسی داشته باشد و آن‌ها را کنترل کند. سیستم کنترل شبکه خانگی هوشمند از طریق جمع‌آوری داده‌ها، ماژول کنترل فرمان و ماژول پروتکل تی سی پی^{۱۱} برای دستیابی به شبکه نظارت بر ایمنی، کنترل فرمان به سه حالت تقسیم می‌شود: (۱) کنترل از راه دور تلفن. (۲) کنترل از راه دور شبکه؛ (۳) عملیات در محل. ساختار سیستم در شکل ۲ نشان داده شده است.

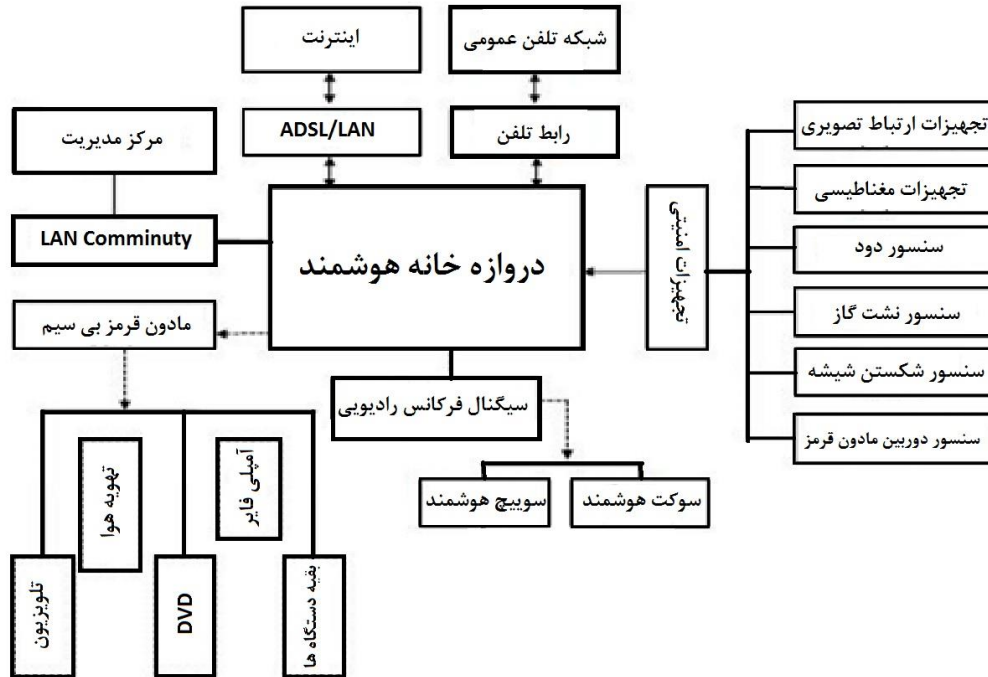
۷ - gateway

۸ - LAN

۹ - Utilize Gateway

۱۰ - home video intercom

۱۱ - TCP / IP



شکل ۲: ساختار سیستم در شبکه یک خانه هوشمند

۶. نتیجه گیری

به عنوان بخش کلیدی مصرف برق شبکه هوشمند، سرویس خانه هوشمند وسیله مهمی برای تحقق پاسخ تعاملی بی‌درنگ بین شبکه و کاربران، افزایش قابلیت خدمات جامع شبکه، پاسخگویی به تقاضای بازاریابی تعاملی و بهبود سطح خدمات و تقویت اطلاعات بین شبکه است. کاربران و شبکه اشتراک گذاری یکپارچه و تعامل بلادرنگ، برای تحقق استفاده هوشمندانه و تعاملی از برق، برای بهبود بیشتر حالت عملکرد شبکه برق و حالت استفاده کاربر از نیرو، و بهبود بهره‌وری انرژی کاربران نهایی می‌تواند بسیار کارآمد باشد. با توجه به نیازهای واقعی کاربران تکمیل پایانه‌های تعاملی هوشمند، جعبه‌های تنظیم، سوکت‌های هوشمند و سایر دستگاه‌های حسگر هوشمند خانگی، برنامه‌های شبکه و پلتفرم مدیریت خدمات برق هوشمند تحقیق و توسعه تجهیزات و پلتفرم‌های نرم افزاری مرتبط برای دستیابی به مدیریت لوازم خانگی هوشمند و استفاده از انرژی؛ طراحی معمولی سیستم جمع‌آوری اطلاعات توان الکتریکی را تحت حالت شبکه ترکیبی تکمیل کرد و دستگاه و سیستم جمع‌آوری اطلاعات توان الکتریکی را بر اساس شبکه بی‌سیم و حالت شبکه قدرت ترکیبی پهنای باند توسعه داد تا همزمان با گسترش هوشمند، منبع تغذیه قابل اعتماد را برای کاربران مسکونی فراهم کند.

۷. مراجع

۱. Bueno, A. D. O. (۲۰۱۶). From Smart Cities to Social Cities: Technology to Support Community Life. CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (pp. ۱۹۸-۲۰۲). ACM.
۲. Chan, M., Campo, E., Estève, D., & Fourniols, J. Y. (۲۰۰۹). Smart homes - current features and future perspectives. *Maturitas*, ۶۴(۲), ۹۰.

۳. Kaneko, M., Arima, K., Murakami, T., Isshiki, M., & Sugimura, H. (۲۰۱۷). Design and implementation of interactive control system for smart houses. IEEE International Conference on Consumer Electronics (pp.۲۸۳-۲۸۴). IEEE.
۴. Keles, C., Karabiber, A., Akcin, M., Kaygusuz, A., Alagoz, B. B., & Gul, O. (۲۰۱۵). A smart building power management concept: smart socket applications with dc distribution. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, ۶۴, ۶۷۹-۶۸۸.
۵. Lin, L. I., Yao, G., & Tang, X. (۲۰۱۶). Construction of interactive electricity service sytem for smart home of sino-singapore tianjin eco-city. Distribution & Utilization.
۶. Palm, J. (۲۰۰۹). Emergency management in the swedish electricity grid from a household perspective. Journal of Contingencies & Crisis Management, ۱۷(۱), ۵۵-۶۳.
۷. Qiao, X. M., Zhai, Y., Meng, P., Zhang, R. R., & Wang, C. (۲۰۱۳). Research and application of intelligent interactive electricity technology based on fiber to the home. Electric Power Information & Communication Technology.
۸. Yang, C., Mistretta, E., Chaychian, S., & Siau, J. (۲۰۱۷). Smart home system network architecture.