ارائه معماری کارآمد در مدیریت انرژی بر مبنای اینترنت اشیاء IOT

سمانه متین دوست ، فرزاد تهامی

واحد تحقیق و توسعه شرکت نیان الکترونیک مشهد
دانشگاه صنعتی شریف

NIAN ELECTRONIC

چکیده

با توجه به اهمیت اندازه گیری انرژی و پایداری انرژی در هر مکان و موقعیت، نظارت و کنترل منابع، از راه دور اهمیت پیدا می کند. برای نظارت بر دستگاه ها، نیاز به یک نیرو دائم درحال کار می باشد که بطور روزانه با حجم زیادی اطلاعات مواجه خواهد بود و بر اساس نوع اطلاعات، تصمیماتی را اتخاذ می نماید. داده ها بطور خودکار توسط قطعات و حسگرها جمع آوری می شود. فناوری اینترنت اشیاء(IOT) ، واسط انتقال داده بدون نیاز به نیروی انسانی را فراهم می‌کند. از این رو داده های قابل دسترس و پردازش شده در بستر نرم افزار در اختیار محققان در گرفتن تصمیمات در هر لحظه قرار می گیرد. جمع آوری داده به طور پیوسته سبب افزایش موثر انرژی و کاهش اثرات محیطی می شود. فناوری اینترنت اشیاء در ترویج و توسعه اقتصاد و فناوری اطلاعات نقش بسزایی دارد. اینترنتی ازاشیاء ازطریق تجهیزات سنجشی میان تمامی اشیا و اینترنت ارتباط برقرارکرده بگونه ای که امکان شناسایی و مدیریت هوشمند را فراهم می سازد تمامی این تجهیزات برای کنترل و مدیریت ازراه دور به اینترنت متصل هستند. در این راستا یکی از چالش های جدید در بازار ، تحقیقات در زمینه ارتباطات از راه دور است. این مقاله بر روی معماری موثر در اندازه گیری انرژی بیسیم تمرکز دارد. بهبود ارتباطات ماشین به ماشین از راه دور با شبکه های حسگر بیسیم برای انتقال داده های ناهمگون از جمله اندازه گیری توان، دما و... در فن آوری های متعددی از جمله zigBeeو... که در سیستم سنجش اندازه گیری مجتمع می گردد.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیاء (IOT)، شبکه های حسگر بیسیم، مدیریت باتری، مدیریت هوشمند

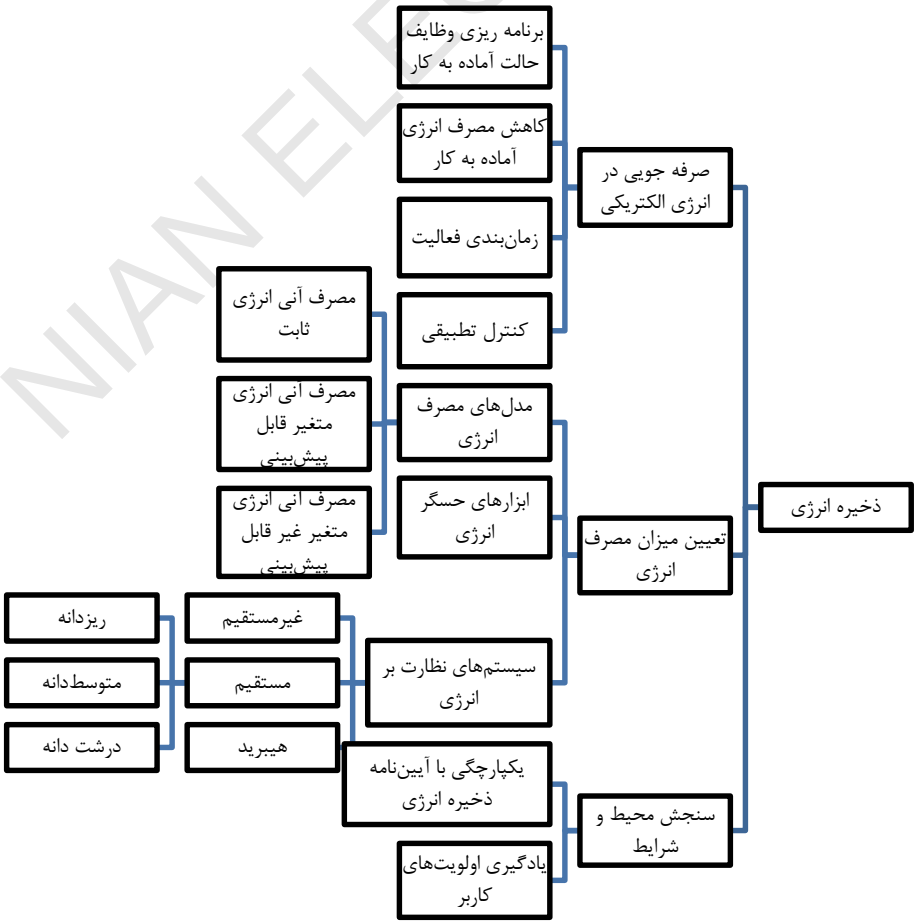
۱ـ مقدمه

در سالهای اخیر موضوع کاهش مصرف انرژی به طور فزاینده ای مورد توجه محققان قرار گرفته است که عمدتاً به علت مزایای اقتصادی و پایداری طولانی مدت زیست محیطی بوده است [۱]. بسیاری از راه حل های منتشر شده برای رسیدگی به این مسئله ی مهم مشتمل بر چند دیدگاه می‌باشند.

اطلاعات دقیق و به روز در مورد مصرف انرژی یکی از مهمترین الزامات اجرای تمامی راهکارهای ذخیره انرژی می‌باشد. لذا تعیین میزان مصرف انرژی ویژگی اساسی مدیریت انرژی در بهره‌وری از انرژی می‌باشد[۲]. افزایش توجه و مطالعه برای شناسایی روش‌های هوشمندتر و کاراتر برای استفاده انرژی الکتریکی یکی از تمرکزات اصلی تحقیق روی مهندسی الکتریکی در زمان حاضر می‌باشد.

مدل های مصرف انرژی در دستگاه های خاص، یک ابزار جایگزین برای نظارت بر انرژی می باشند؛ زیرا این مدل ها امکان اندازه گیری و تخمین مصرف کل انرژی را فراهم می آورند[۳].

اهمیت استفاده از استراتژی های ذخیره ی انرژی در مدیریت، توجه بسیاری از پژوهشگران و متخصصان حوزه های صنعت و دنیای آکادمیک را به خود جلب کرده است[۴]. در این پژوهش معماری و الگوریتمی که در طراحی سیستم‌های مدیریت نقش داشته‌اند مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۱). در پژوهش حاضر بر این نکته تأکید می‌شود که راهنماهای رایج برای طراحی یک سیستم مدیریت، ناشی از سیاست های منتخب ذخیره‌ی انرژی است. طراح، با استناد به پیچیدگی معماری و با توجه به احتمال توسعه های آتی می تواند فناوری‌های حسگری و ارتباطی مورد نیاز و همچنین معماری کل سیستم و ماژول های نرم افزار را انتخاب نماید. لازم به ذکر است که ماژول های نرم افزاری قادر به ارائه‌ی پشتیبانی هوشمند می‌باشند.



شکل 1) ساختار کلی مدیریت هوشمند انرژی [۵]

NIAN ELECTRONIC

روشهای برنامه ریزی هوشمند برای یک سیاست نامه‌ی کاملاً خودکار ذخیره‌ی انرژی نیز مطرح است. آن دسته از سیاست ها و آیین نامه های پیشرفته ای که برای کنترل فعال کننده ها معرفی شده اند، تنها مسائل خاصی را لحاظ کرده اند و عموماً با استناد به برخی رفتارهای از پیش کدگذاری شده و به شکل منفعلانه اجرا می‌گردند. طراحی یک سیستم جامع و بهره گیری از تکنیک های هوشمند برای خودکار سازی کامل تمام جنبه های مدیریت انرژی[۶]، برنامه ریزی و کنترل آن از مسائل مطرح است. سیستم ها باید قابلیت استنباط و تفسیر دقیق شرایط محیطی را داشته باشند و نیازها و اولویت های را یاد بگیرند. علاوه بر این، پیش بینی توالی بهینه ی فعالیت های اجرایی برای دستیابی به اهداف ذخیره‌ی انرژی و در عین حال بررسی نیازمندی های کاربران از اهمیت بالایی برخوردار است. با ارائه رابط برنامه نویسی [۷]، این گذرگاه به صورت یکپارچه به ادغام خروجی های توان هوشمندی با وب سایت می پردازد . این کار اجازه می دهد تا کاربران به راحتی به مصرف انرژی از طریق مرورگری دسترسی داشته باشند. در همین زمینه، بکارگیری و توسعه سیستم هایی بر اساس فناوری های اطلاعات و ارتباطات (ICT) [۸]، و بطور خاص اینترنت اشیاء (IoT)[1] [۹]، ابزار مفیدی با کاربردهای مختلف هم برای صنعت و هم برای عامه مردم می باشند که به تحقق شهرهای هوشمند کمک می‌کنند.

هدف از این مقاله ارائه یک راه حل سازمان یافته و جامع از موارد موجود منتشر شده در رابطه با سیستم های مدیریت هوشمند انرژی با بهره مندی از قابلیت های IoT و سیستمی آگاه از موقعیت است. یک سیستم مدیریت کارامد انرژی را معرفی می‌کنیم که در چارچوب مدیریت انرژی و بر مبنای رویکرد اینترنت اشیاء (Internet of Things) گنجانده می شود.

۲ـ مانیتورینگِ باتری‌های الکتروشیمیایی

سیستم مانیتورینگ باتری امکان مانیتور لحظه‌ای پارامترهای باتری، ارسال آلارم‌های مورد نیاز جهت نگهداری صحیح باتری و افزایش طول عمر آن و ارسال آلارم‌های لازم جهت شناسایی باتری خراب و جلوگیری از خرابی سایر باتری‌ها را فراهم می کند[۱۰].

[۱۱].

[۱۲].

انرژی باتری به تدریج کم شده و مقاومت داخلی آن افزایش می‌یابد در این حالت بعد از گذشت مدت زمانی که با آمپر ساعت باتری مشخص می‌شود باتری به صورت کامل تخلیه می‌شود. با کاهش جریان دریافتی از باتری می‌توان مدت زمان کارایی آن را افزایش داد، در این حالت باید پارامترهایی مانند دما، لزرش و مقدار تنش موجود در جریان را نیز در زمان نهایی لحاظ کرد. در حین روند شارژ، یک واکنش شیمیایی برگشت پذیر انرژی را در باتری در قالب یک ماده شیمیایی نامتعادل ذخیره می‌کند. در هنگام تخلیه باتری، انرژی توسط یک واکنش شیمیایی که در اصل معکوس واکنش رخ داده در طول شارژ است بالا می رود[۱۳, ۱۴]. در چنین باتری‌هایی یک سطح ولتاژ مینیمم وجود دارد،این برای عمر باتری ها خطر دارد. اگر درجه حرارت بیش از حد معین باشد این سلول ها دچار انفجار می شوند و اگر ولتاژ از یک سطح آستانه معین کمتر باشد به باتری آسیب خواهند رسید. سیستم مدیریت باتری لازم است اطمینان دهد باتری ها در شرایط عملیاتی از نظر درجه حرارت، شارژ و تخلیه باتری، پیاده سازی ایمنی سیستم، جریان و ولتاژ در چه وضعیتی قرار دارند.

سیستم وضعیت شارژ باتری ها برای مدیریت شارژ، نظارت، تنظیم باتری و تسهیل کردن عملکرد سیستم کنترل الکتریکی مناسب است. این سیستم مدیریت باتری می‌تواند با شبکه ارتباط برقرار کند و فعال یا غیرفعال شدن هر بسته باتری را تعیین کند.

[1] Internet of thing

IRAN ELECTRONIC

۳ـ معماریِ سیستمِ مدیریتِ انرژی بیسیم

در کنار رویکردهای مختلف نظارت بر انرژی، توجه به فناوری مورد استفاده برای ساخت زیربنای حسگرهای سنجش از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. ابزارهای نظارت بر مصرف انرژی شامل یک سیستم حسگر است که از یک شبکه از حسگرهای بدون سیم ناهمسان[۲] تشکیل شده است. گره های حسگر انرژی، امکان جمع آوری اطلاعات حاصل از سنجش نیروی اکتیو، رآکتیو و ظاهری را فراهم می آورند[۱۵]؛ هر گره بسته ی IPv6/6LoWPAN را فعال می سازد و شبکه های حسگر بدون سیم از طریق یک روتر به دیگر شبکه های TCP/IP متصل می شوند[۱۶].

نظارت و مدیریت کارآمد مصرف انرژی در زیربناهای حسگر، در مورد آن دسته از گره های حسگر که از باتری هایی با ذخیره‌ی محدود، انرژی دریافت می‌کنند از اهمیت بالایی برخوردار است. این گره های حسگرها می توان در WSNهای مورد استفاده برای نظارت بر محیط و شرایط مشاهده کرد[۱۷].

به طور خاص، شبکه سنسور بی سیم برای کنترل شرایط محیطی و ارزیابی مصارف انرژی استفاده می شود، سنسورهای بی سیم دارای محدود دامنه انتقال محدودی هستند، برای گسترش این پوشش سیستم، داده ها به یک ایستگاه پایه محلی ارسال می شود. سپس ایستگاه های پایه از طریق LAN سرعت بالا اترنت به سرور متصل می شوند. در یک شبکه حسگر بیسیم، گره ها[۳] شامل چهار بخش فرستنده گیرنده، دستگاه I/Q ، میکرو کنترلر و برنامه کنترلی در سرور جهت دریافت اطلاعات دستگاه ها می باشد[۱۷].

تکثیر و گسترش راه حل های ICT (و از جمله IoT)، فرصت های جدیدی را برای ساخت و توسعه سرویس های هوشمند جدید که منجر به شهرهای کارامدتر و سازگارتر شوند، ارائه می کند[۱۸]. در همین راستا، با افزایش شهری سازی که در دهه های اخیر به چشم می خورد، نیاز فوری به دستیابی به محیط های انرژی- کارامد برای اطمینان خاطر از پایداری انرژی شهرها احساس می‌شود. لیکن برای دستیابی به این آرمان، ابتدا ضروری است که ملاحظات مربوط به کارامدی انرژی مرتفع شوند زیرا این مسئله سنگ زیربنای مسئله کلی را تشکیل می دهد.

برای کارامدی انرژی بیشتر، راه حل های خودکار برای نظارت و کنترل توانایی های ارائه شده توسط شبکه حسگرها و محرک هایی که بخشی از سیستم کلی هستند، نیاز می‌باشد. همچنین، ساکنین نقش مهمی در این نوع سیستم دارند زیرا آنها دریافت کننده سرویس های درون ساختمانی مسئول شرایط آسایش می باشند. یک سیستم مدیریت انرژی، قادر به مرتفع کردن الزامات کارامدی انرژی است. با این حال تا به امروز، راه حل های پیشنهادی عمدتا مبتنی بر مدل های جبرگرا با پیش بینی‌های صحیح معدود هستند و در اکثر موارد، قادر به مدنظر قرار دادن داده های آنی نمی باشند.

در حرکت رو به جلو، یک تحلیل توضیحی از مدیریت انرژی، کار روی سه عنصر اصلی: انسان (استفاده کننده – مالک) تولیدات (امکانات، تجهیزات، قطعات، حسگرها و ویژگیهای فیزیکی) و روش کار است.

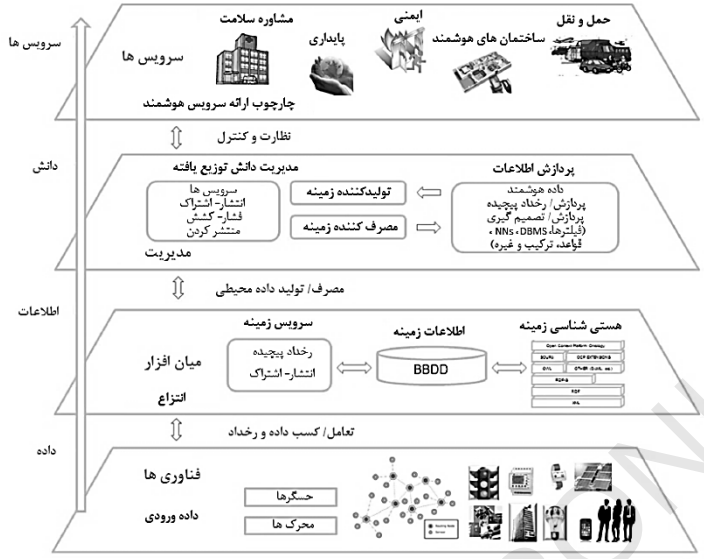
اطلاعات آنی درباره مصرف انرژی بطور گسترده قابل مشاهده نیست. شکل ۱ چارچوبی را بر اساس استفاده بهینه از انرژی، نظارت محیطی، و مسائل ایمنی با رویکرد منعطف IoT مدنظر قرار می‌دهد. از منابع بسیار متعددی داده جمع آوری می‌شود و طیف وسیعی از قسمت های خودکار را کنترل می‌کند، تمامی داده ها مانیتور شده فراهم آمده از دستگاه های خودکار را تحلیل می کند و سپس بسته به نوع عملیات لازم و با مدنظر قرار دادن وضعیت موازنه انرژی، تصمیم های آنی (بلادرنگ) اتخاذ می کند تا کارامدی انرژی را بهبود بخشد. [۲۰] این چارچوب بر اساس یک ساختار مدل شده در لایه های مختلف بنا نهاده شده است که برای کاربرد در محیط های مختلف نظیر سیستم های حمل و نقل هوشمند، ایمنی، سلامت، و ساختمان های هوشمند به اندازه کافی عام و جامع است و سطح بالای قابلیت همکاری سیستم های مختلف با یکدیگر را در لایه های ارتباطات، اطلاعات و سرویس دهی موجب می شود. لایه های این ساختار در شکل ۲ نشان داده شده اند.

---

[2] heterogeneous

[3] node

NAN ELECTRONIC



شکل ۲. چارچوب بر اساس استفاده بهینه از انرژی [۱۹]

داده های ورودی، از حسگرهای متعدد و فناوری های شبکه نظیر وب، پایگاه داده های محلی و راه دور، شبکه حسگرهای بیسیم، و غیره گرفته می‌شوند و همه آنها با هم یک چارچوب IoT را پدید می آورند. حسگرها و محرک ها می توانند خود- پیکربندی بوده و از راه دور توسط اینترنت کنترل شوند، که انواع متعددی از کاربردهای نظارتی و کنترلی را موجب می شوند.
پروتکل های ارتباطی همچون ZigBee ، 6LowPAN، بلوتوث، RFID، NFC، Wifi و... برای پشتیبانی از دسترسی مستقیم به IP حسگرها به عنوان پروکسی هستند (انواع پروتکل های ارتباطی و ویژگی هر کدام در جدول ۱ لیست شده است[۲۰-۲۲].) برخی از این فناوری مستقیماً به اینترنت متصل نیستند. ارتباطات در این فناوری ها، از طریق مدولاسیون ، امواج رادیویی و با بسته‌های داده ای برقرار می‌شود. فیبر نوری، ADSL ، ISDN، 3G، یا اتصالات کابل- مودمی می بایست برای ارائه مدیریت/ نظارت از راه دور و یک سیستم امنیتی ساده، کافی باشد. همچنین با درنظر گرفتن ناهمگنی و عدم تجانس منابع داده و نیاز به گنجاندن یکپارچه دستگاه ها و شبکه های پوشیده شده یک واسط میان افزار لازم است. به همین رو، انتقال داده های گردآوری شده از منابع داده مختلف به نمایشی، با زبان مشترک در این لایه صورت می‌پذیرد. یک میان افزار برای ایجاد برنامه های زمینه- آگاه بر اساس الگوی تولیدکننده/ مصرف کننده مناسب است. این میان افزار مسئول مدیریت جریان اطلاعات فراهم شده از منابع مختلف است که ممکن است شامل موارد حسگرها، پایگاه های داده، و صفحات وب گردد. لایه مدیریت (سومین لایه) مسئول، پردازش اطلاعات استخراجی از میان افزار و تصمیم گیری برطبق زمینه کاربردی نهایی است. سپس مجموعه ای از روش های پردازش اطلاعات برای ترکیب، استخراج، زمینه بندی و ارائه اطلاعات به منظور تبدیل داده های عظیم و متراکم به دانش کاربردی قابل توزیع، بکار برده می شود. در این لایه، تکنیک های پردازش داده هوشمند بر روی داده های تهیه شده توسط میان افزار اعمال می شود؛ و سپس فرآیندهای تصمیم گیری پیچیده به منظور پشتیبانی از لایه سرویس دهی بکار برده می شود. برای کاربرد خاص این ساختار در مدیریت هوشمند انرژی، لایه مدیریت، تکنیک های پردازش اطلاعات را به منظور تأمین امنیت، کمک از راه دور، کارامدی انرژی، آسایش، و کنترل از راه دوراعمال می نماید.

NAT ELECTRONIC

جدول ۱. مشخصات کلیدی پروتکل های ارتباط بیسیم

	Wi-Fi	ZigBee	Z-wave	Thread	NFC	RFID	Bluetooth	Cellular	6LowPAN	Sigfox	Neul
استاندارد	IEEE 802.11.1	IEEE 802.15.4	ITU- T G.9959	IEEE 802.15.4	ISO/IEC 18000-3		IEEE 802.15.1	GSM/GPRS/EDGE (2G), UMTS/HSPA (3G), LTE (4G)	RFC6282	Sigfox	Neul
باندفرکانسی Hz	2.4G	915M, 2.4G	900M	2.4G	13.56M (ISM)	13.56M 125K		900/1800/1900/ 2100M	Bluetooth Smart (2.4G) or ZigBee or low-power RF (sub-1G)	900M	900M (ISM), 458M (UK), 790M (White Space)
محدوده- (m)	100	10-100	30-100	10-100	10cm	3	30	35km -GSM; 200km - HSPA	N/A	3-10k	10km
نرخ ارسال داده bit/s	54M	250K	40-100k	250k	848K	848K	3M	170k (GPRS), 384k (EDGE), 2M (UMTS), 10M (HSPA), 3-10M (LTE)	256k	10-1000	to 100k
توپولوژی	star	Mesh	Mesh	Mesh	Identification	Identification	Personal connection	-	IP-Mesh	-	-

یک معماری چند لایه در مدیریت هوشمند انرژی با ارتباطات بیسیم نیازمند عملکرد مناسب در بخش های زیر است:

- رادیویی: چیپ برقراری ارتباط برپایه امواج و پروتکل های رادیویی
- حسگرها: چیپ که قادر به اندازه گیری متغیرهای الکتریکی و محیطی مختلف است.
- میکروکنترلرها: پردازش و ذخیره سازی هوشمند داده ها با هزینه کم روی ی ک چیپ
- ماژول: به منظور مجتمع سازی بخش رادیویی ، حسگرها و میکروکنترلر است.
- طرح جامع نرم افزاری: نرم افزاری برای فعالسازی، مانیتورینگ، تحلیل قطعات متصل به شبکه
- نرم افزار کاربردی: ارائه اطلاعات مناسب برای کاربر نهائی
- قطعه: ماژول به همراه نرم افزار کاربردی در کاربری مجزا
- سرویس: دسترسی و مدیریت باندهای فرکانسی تحت پوشش اینترنت اشیاء

۱)مدیریت مقدار داده زیاد ارائه شده بصورت بلادرنگ توسط تعداد زیادی از دستگاه های IoT بکارگیری شده در سیستم های هوشمند، (۲) قابلیت همکاری با دیگر واحدهای ICT، و (۳) بکارگیری پروتکل ها و استانداردهای ارتباطاتی جانبی زیادی که در بازار ICT وجود دارد از چالش های مرتبط با معماری سیستم های مبتنی بر اینترنت اشیاء می باشد. بخش زیادی از زیرساخت IoT متشکل از شبکه حسگرها و محرک های بیسیم و باسیم در محیط هستند. IoT نقش ابزاری کلیدی را برای مدیریت هوشمند انرژی ایفا می کند که امکان تعامل مؤثر بین اطلاعات دنیای واقعی و دانش دنیای دیجیتال را فراهم می آورد. در جدول ۲ لیست برخی از معماری های کارامد در مدیریت انرژی لیست شده است.

جدول ۲. معماری مختلف اندازه گیری هوشمند انرژی

	Web-enabled Power Outlet	iPower	Sensor 9k	معماری AIM
فناوری حسگر محیط	None	WSN	WSN,RFID	WSN, RFID

NIAN ELECTRONIC

عملکرد	اندازه گیری توان	اندازه گیری توان و محرک ها بیسیم	اندازه گیری توان بیسیم	قطعات مدیریت انرژی AMD
مدل معماری	تک لایه	چندلایه	چندلایه	چندلایه

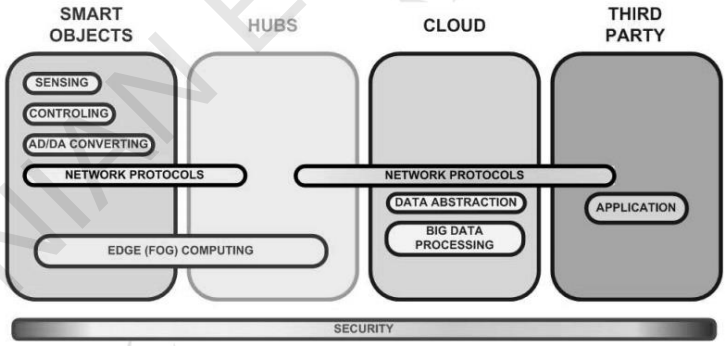
۴ـ اینترنت اشیاء در مدیریتِ انرژی

ادغام مستقیم دستگاه اندازه‌گیری توان با بهره برداری از الگوی وب اشیاء[4] صورت می‌گیرد. در راستای گسترش اینترنت اشیاء، هر گونه شیء هوشمندی (به عنوان مثال، توان سنج، حسگر، محرک) ، یک وب سرور کوچک را میزبانی می‌کند.

عوامل موثر در اینترنت اشیا : ۱- درک مشترک از وضعیت کاربر با اشیاء. ۲- نرم افزار و شبکه های ارتباطی در جهت پردازش اطلاعات. ۳- ابزار تجزیه و تحلیل داده ها در یک رفتار هوشمند. تحقق اینترنت اشیا در سه شاخصه اینترنت گرایی(میانی)، شی گرایی(حسگر) و معناگرایی(دانش) امکان پذیر است. مولفه های اصلی در اینترنت اشیا شامل ۱-بخش سخت افزار که از اجتماع حسگر، محرک و یک سیستم فرستنده-گیرنده تشکیل شده است. ۲- میان افزار – ابزارهای محاسبه و ذخیره سازی و مدلسازی برای تحلیل داده ها. ۳- ابزار جهت تفسیر داده ها براساس پلت فرم در کاربردهای مختلف[۲۳].

تمایل زیادی برای استفاده شبکه های اجتماعی به منظور افزایش ارتباطات بین اشیاء مختلف وجود دارد. از دید دیگر تمایل حرکت از اینترنت اشیاء به وب اشیاء نیز وجود دارد. دو راستای تحقیقاتی در حال ظهور در اینترنت اشیاء شامل اینترنت اشیاء و شبکه های اجتماعی است. اینترنت اشیاء و رایانش برمبنای آگاهی است. دو عملکرد اینترنت اشیاء و شبکه های اجتماعی واژه جدیدی به نام SIOT[5] را همگام می سازند[۲۴].

از اهداف مهم اینترنت اشیاء امکان سازی معماری جهت مجتمع سازی اشیاء در یک شبکه اجتماعی، توسعه رابطه موثر بین محیط فیزیکی، اجتماعی و مجازی با گسترش اینترنت اشیاء و ارائه تکنیک های جست و جو در اینترنت اشیاء همانند جستجو در گوگل جهت استخراج اطلاعات می باشد[۲۳]. شکل ۳ بخش های کلی یک سیستم مدیریت هوشمند را نمایش می دهد.

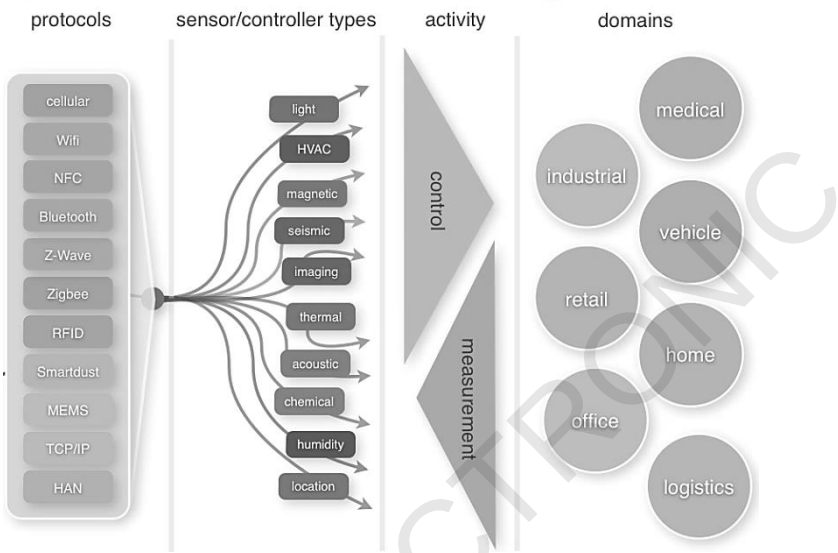


شکل ۳. مدل مدیریت انرژی توسط فناوری IOT [۲۵]

داده ها از منابع مختلف حسگری با کمک شبکه های ارتباطی در ابر جمع آوری می شود. ابرها باید قادر به ذخیره سازی انبوهی از اطلاعات باشند و بتوانند زیرساخت های آنها را پردازش کنند. ابرها در سیستم اینترنت اشیاء قسمت پایه و مرکزی هستند از این رو ابرمرکزی و ابر پایه نام می گیرند. در هر شی قابل اتصال در اینترنت اشیاء داده ها به طور مستقل و مستقیم به ابر ارسال می شود[۲۶]. مقادیرحسگرها- لیست کلیه حسگرهای یک نود، لیست همه نود های zigbee در شبکه پل PAN، لیست موقعیت هر PAN ، انواع مقادیر اندازه گیری در ابر جمع آوری می شود. بخش سوم، داده ها را ابر گرفته و راه حل ممکن را براساس نوع داده به کاربر نهائی تحت وب یا موبایل برمی‌گرداند[۲۵].

[4] Web of thing
[5] Social internet of thing

سیستم های مدیریت انرژی ارتباط بین سازمان و قطعات هوشمندی که انرژی مصرف می کند، برقرار می کنند. در نهایت مدیریت بخش تقاضا، قادر به نمایش و کنترل محصول در سطح مصرفی جهت بالانس نمودن انرژی مصرفی در سیستم های انرژی الکتریکی و طبیعی است. مدل جامع سیستم مدیریت انرژی در شهرها را در شکل ۴ می توان مشاهده نمود.



شکل ۴. مشاهده اطلاعات اینترنت اشیاء[۲۵]

بیشتر کارهای که توسط اینترنت اشیاء ساخته شده است، بر پایه شبکه های حسگر بیسیم wifi می باشد در این فن آوری هزینه، نرخ ارسال اطلاعات، پهنای باند و قابلیت انتقال داده در گستره وسیعی قرار دارد که در بیشتر کاربردها بهره گیری از تمام این قابلیت های مورد احتیاج نیست. نقش اینترنتِ اشیا بعنوان زیرساخت فناوری جهت کنترل و نظارت هوشمند منابع در دسترس انرژی بسیار حائز اهمیت است.

5ـ نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش مصرف انرژی و رشد جمعیت ، نیاز شدیدی برای صرفه جویی در مصرف انرژی به شکل ممکن وجود دارد. ناتوانی در دسترسی و کنترل وسایل از راه دور، یکی از دلایل هدر رفتِ انرژی است . شبکه های حسگر بیسیم (WSN) ها نقشی بسیار مهمی در مدیریت انرژی، نظارت مستقیم بر انرژی مصرفی دارند که این نیز منجر به کاهش مصرف انرژی و حفاظت از ذخائر انرژی می شود. نود، میکروکنترلر و محیط دسترسی بیسیم، سیستمی را در شبکه حسگر بیسیم تشکیل می دهند. این تحقیق راهکاری را برای استفاده بهینه از انرژی، نظارت محیطی، و مسائل ایمنی با رویکرد منعطف IoT مدنظر قرار می‌دهد. در این معماری چند لایه ای، داده ها از منابع بسیار متعددی جمع آوری می‌شود، داده ها متمرکز شده و مورد تحلیل قرار می‌گیرد و سپس بسته به نوع عملیات لازم و با مدنظر قرار دادن وضعیت موازنه انرژی، تصمیم های آنی (بلادرنگ) اتخاذ می‌شود تا کارامدی انرژی را سطح بالای قابلیت همکاری سیستم های مختلف با یکدیگر را در لایه های ارتباطات، اطلاعات و سرویس دهی بهبود بخشد.

مراجع

1. Pérez-Lombard, L., J. Ortiz, and C. Pout, *A review on buildings energy consumption information.* Energy and buildings, 2008. **40**(3): p. 394-398.
2. Radloff, F.G.T. and L.J. Grobler, *Energy consumption management*. 2013, Google Patents.

NANELECTRONIC

3. Feeney, L.M., *An energy consumption model for performance analysis of routing protocols for mobile ad hoc networks.* Mobile Networks and Applications, 2001. **6**(3): p. 239-249.
4. Dunn, B., H. Kamath, and J.-M. Tarascon, *Electrical energy storage for the grid: a battery of choices.* Science, 2011. **334**(6058): p. 928-935.
5. Horner, N.C., A. Shehabi, and I.L. Azevedo, *Known unknowns: Indirect energy effects of information and communication technology.* Environmental Research Letters, 2016. **11**(10): p. 103001.
6. Raghunathan, V., et al. *Design considerations for solar energy harvesting wireless embedded systems*. in *Proceedings of the 4th international symposium on Information processing in sensor networks*. 2005. IEEE Press.
7. Richardson, L. and S. Ruby, *RESTful web services*. 2008: " O'Reilly Media, Inc.".
8. Inoue, M., et al., *Network architecture for home energy management system.* IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2003. **49**(3): p. 606-613.
9. Wei, C. and Y. Li. *Design of energy consumption monitoring and energy-saving management system of intelligent building based on the internet of things*. in *Electronics, Communications and Control (ICECC), 2011 International Conference on*. 2011. IEEE.
10. Han, X., et al., *A comparative study of commercial lithium ion battery cycle life in electrical vehicle: Aging mechanism identification.* Journal of Power Sources, 2014. **251**: p. 38-54.
11. Vetter, J., et al., *Ageing mechanisms in lithium-ion batteries.* Journal of power sources, 2005. **147**(1): p. 269-281.
12. Gogoana, R., et al., *Internal resistance matching for parallel-connected lithium-ion cells and impacts on battery pack cycle life.* Journal of Power Sources, 2014. **252**: p. 8-13.
13. Khateeb, S.A., et al., *Thermal management of Li-ion battery with phase change material for electric scooters: experimental validation.* Journal of Power Sources, 2005. **142**(1): p. 345-353.
14. Lu, L., et al., *A review on the key issues for lithium-ion battery management in electric vehicles.* Journal of power sources, 2013. **226**: p. 272-288.
15. Wan, Z., Y. Tan, and C. Yuen. *Review on energy harvesting and energy management for sustainable wireless sensor networks*. in *Communication Technology (ICCT), 2011 IEEE 13th International Conference on*. 2011. IEEE.
16. Jiang, X., et al. *Design and implementation of a high-fidelity ac metering network*. in *Information Processing in Sensor Networks, 2009. IPSN 2009. International Conference on*. 2009. IEEE.
17. Kerasiotis, F., et al. *Battery lifetime prediction model for a wsn platform*. in *Sensor Technologies and Applications (SENSORCOMM), 2010 Fourth International Conference on*. 2010. IEEE.
18. Kyriazis, D., et al. *Sustainable smart city IoT applications: Heat and electricity management & Eco-conscious cruise control for public transportation*. in *World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2013 IEEE 14th International Symposium and Workshops on a*. 2013. IEEE.
19. Moreno, M.V., M.A. Zamora, and A.F. Skarmeta, *User-centric smart buildings for energy sustainable smart cities.* Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 2014. **25**(1): p. 41-55.
20. Doufexi, A., et al., *A comparison of the HIPERLAN/2 and IEEE 802.11 a wireless LAN standards.* IEEE Communications magazine, 2002. **40**(5): p. 172-180.

NAM ELECTRONIC

21. Smith, P., *Comparisons between low power wireless technologies.* US Patent CS-213199-AN, 2011.
22. Wang, C., T. Jiang, and Q. Zhang, *ZigBee® network protocols and applications*. 2014: CRC Press.
23. Gubbi, J., et al., *Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions*. Future Generation Computer Systems, 2013. **29**(7): p. 1645-1660.
24. Atzori, L., et al., *The social internet of things (siot)–when social networks meet the internet of things: Concept, architecture and network characterization.* Computer Networks, 2012. **56**(16): p. 3594-3608.
25. Stojkoska, B.L.R. and K.V. Trivodaliev, *A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions.* Journal of Cleaner Production, 2016.
26. Alam, S., M.M. Chowdhury, and J. Noll. *Senaas: An event-driven sensor virtualization approach for internet of things cloud*. in *Networked Embedded Systems for Enterprise Applications (NESEA), 2010 IEEE International Conference on*. 2010. IEEE.

NIAN ELECTRONIC