



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

شبیه ساز بار مسکونی هوشمند برای مدیریت انرژی در شبکه های هوشمند

چکیده

این مقاله به توصیف توسعه شبیه ساز بار مسکونی هوشمند برای تسهیل مطالعه سیستم های مدیریت انرژی مناطق مسکونی در شبکه های هوشمند می پردازد. ابزار پیشنهادی بر اساس جعبه ابزار های راهنمای سیمولینک متلب بوده و یک مجموعه کاملی از اینترفیس ها و رابط های گرافیکی کاربرپسند را برای مدل سازی و مطالعه ترموستات های هوشمند، تهویه کننده ها، کوره ها، هیتر های آبی، اجاق، ظرف شویی ها، خشک کن ها، لامپ ها، پمپ ها و یخچال ها ارائه می کند که مدل های آن ها با اندازه گیری های واقعی ارزیابی و اعتبار سنجی می شود. تولید انرژی باد و خورشیدی و همچنین منابع باتری نیز مدلسازی شده و تاثیر متغیرهای مختلف مانند دمای محیط و سطوح فعالیت های خانوار که به میزان قابل توجهی در مصرف انرژی نقش دارند، مورد توجه قرار گرفته است. شبیه ساز پیش ساز اجازه می دهد تا مدل هایی را که دستگاه ها مصرف انرژی می کنند و به درک اینکه چگونه این ها به تقاضای پیک، هزینه مصرف انرژی و مصرف انرژی فردی و کل را کمک می کنند. علاوه بر این، ارزش و تاثیر نیروی تولید شده توسط منابع مسکونی برای یک افق ۲۴ ساعته تعیین می شود. این پلت فرم نرم افزار رایگان یک ابزار مفید برای محققان و مربیان برای تایید و نمایش مدل برای مدیریت انرژی و بهینه سازی است و همچنین می تواند توسط مشتریان مسکونی برای مدل سازی و درک پروفایل مصرف انرژی در خانوارها استفاده شود. برخی از نتایج شبیه سازی برای نشان دادن عملکرد و کاربرد شبیه ساز پیشنهاد شده ارائه شده است.

کلمات کلیدی: مدل سازی وسایل خانگی، مدیریت انرژی، مصرف انرژی، شبکه هوشمند، بار های هوشمند، خانه

های هوشمند

۱- مقدمه

شبکه های هوشمند با منابع انرژی تجدید پذیر، مزایای اقتصادی و زیست محیطی زیادی را فراهم می کنند. توانایی شبکه هوشمند برای بهبود بهره وری، استفاده بهتر از دارایی های موجود، افزایش قابلیت اطمینان و کیفیت قدرت،

کاهش وابستگی به انرژی وارداتی و به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی، یک نیروی بازار است که ارزش اقتصادی قابل توجهی دارد [۱]. این شبکه ها سریع رشد می کنند، اما اگر این رشد پایدار باشد، ارزش آن باید برای همه ذینفعان، به ویژه مصرف کنندگان مسکونی، روشن شود. بخش دوم بخش مهمی از تقاضای برق است؛ برای مثال، در سال ۲۰۱۶، بخش مسکونی تقریباً ۲۰ درصد از تقاضای انرژی برق در انتاریو کانادا را به خود اختصاص می دهد [۲]. همچنین مصرف برق مسکونی در ایالات متحده ۲۲ درصد کل مصرف انرژی در سال ۲۰۱۵ بود [۳]، و مقادیر مشابهی برای اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۶ گزارش شده است [۴].

سیستم های گرمایش / سرمایشی فضایی، آبگرمکن، یخچال و فریزر، ماشین ظرفشویی، واشر پارچه، خشک کن، نورپردازی و محدوده پخت و پز شایع ترین وسایل موجود در بخش مسکونی هستند [۲] - [۴]. گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) و بخاری آب دستگاه های مصرف انرژی عمده هستند. بنابراین، کنترل تقاضای برق خانگی مسکونی می تواند تاثیر قابل توجهی در کاهش تقاضای پیک و بهینه سازی مصرف انرژی داشته باشد که می تواند در خانه های هوشمند و هوشمند با سیستم های اتوماسیون برای کنترل بارهای مسکونی انجام شود. [۵] [۶].

مطالعات متعددی در ادبیات درباره پیش بینی روش های بارگیری و بهینه سازی برای مدیریت انرژی گزارش شده است، زیرا بعضی از لوازم به راحتی می توانند به کاهش هزینه و مصرف انرژی بدون تأثیر بر راحتی مشتری کمک کنند. به عنوان مثال، یک مدل برای به حداقل رساندن بار پیک با برنامه ریزی پمپ های استخر، تهویه هوا و بخاری آب (WH) در [۷] پیشنهاد شده است. یک مدل برنامه ریزی خطی مختلط ترکیبی به منظور به حداقل رساندن هزینه انرژی و افزایش راحتی مشتریان با در نظر گرفتن تاثیر سیگنال های قیمت بر روی خانوار است. بعضی از پروژه ها با برنامه ریزی HVAC و / یا بخاری آب با استفاده از تکنولوژی ترموستات بی سیم برای بهینه سازی هزینه ها و راحتی حرارتی، همانطور که در [۸] تمرکز می کنند.

منابع [۹] - [۱۵] روش های مختلف ایجاد مدل های بار در دستگاه را برای اهداف مدیریت بار، بر اساس داده های آماری برای پیش بینی شکل بار تقاضا، کشف می کنند. چند مدل و شبیه ساز برای مدل سازی سیستم های HVAC و ساختمان ها طراحی شده است. به عنوان مثال، نرم افزار EnergyPlus 16 که انرژی حرارتی را در

ساختمان ها مدل می کند، امکان تحلیل تاثیر سیستم های تهویه مطبوع و روشنایی در ساختمان ها از منظر حرارتی، اما برای تعیین پروفایل بار الکتریکی خانوارها، از جمله تاثیر لوازم و دیگر بارهای ساختمان و منابع محلی در تقاضای برق خود. نرم افزار تجاری HVAC CHVAC حداکثر بارهای گرمایش و خنک سازی ساختمان های تجاری را محاسبه می کند [۱۷]. برنامه برنامه برای مهندسين هوا و تهويه (APACHE) یک رابط کاربر گرافیکی برای تجزیه و تحلیل عملکرد حرارتی و استفاده از انرژی ساختمان است. [۱۸] هیچ یک از ابزارهای مدل سازی موجود دیگر وسایل دیگر را در نظر نمی گیرند و برخی از آنها برای استفاده آسان نیست. از این رو، نیاز به شبیه سازی کاربر پسند برای درک اینکه چگونه وسایل ارتباط برقرار کردن با یکدیگر در رابطه با مصرف انرژی وجود دارد، و نیز تسهیل مطالعه و استفاده از مدل های ریاضی برای EMS خانه، که هدف اصلی از کار ارائه شده در اینجا. شبیه ساز ارائه شده می تواند محاسبات پروفیل های بار از ساختمان ها را که می تواند توسط سایر شبیه ساز ها مانند هومر [۱۹] استفاده شود، جایی که بار الکتریکی به عنوان یک ورودی برای طراحی میکروگرید های دیزلی قابل تجدید هیبریدی استفاده می شود.

این مقاله جعبه ابزار جدیدی را ارائه می دهد که تحت عنوان (SRLS Simulator Load Simulator) با یک رابط گرافیکی کاربر پسند برای شبیه سازی تصمیمات بهینه / روشن از لوازم خانگی برای مطالعه پروفایل های انرژی مسکونی در افق ۲۴ ساعته است که می تواند مورد استفاده قرار گیرد، برای مثال، برای توسعه EMS خانه. تولید برق محلی مانند ژنراتورهای فتوولتائیک و باد همراه با ذخیره انرژی باتری در شبیه ساز در نظر گرفته می شود. SRLS توسعه یافته می تواند مورد استفاده قرار گیرد برای مطالعه، نشان دادن و ارزیابی راهبردهای مختلف مدیریت انرژی برای خانوارهای مسکونی و همچنین می تواند به عنوان یک ابزار آموزشی که در دسترس جامعه پژوهشی به عنوان کد منبع باز در <https://uwaterloo.ca> است، مورد استفاده قرار گیرد. بقیه مقاله به شرح زیر است: بخش سوم شرح مختصری از شبیه ساز پیشنهادی را همراه با رابط های گرافیکی مرتبط ارائه می دهد و رابط های رابط و مدل های اصلی اصلی را توضیح می دهد. یک مثال برای نشان دادن قابلیت شبیه ساز پیشنهاد شده در بخش IV ارائه شده است. در نهایت، نتایج اصلی و اهمیت کار ارائه شده در بخش V ارائه شده است.

۲- شبیه ساز بار مسکونی هوشمند

توسعه یافته SRLS یک شبیه ساز جدید مبتنی بر Matlab است که نشان دهنده بسیاری از بارهای مسکونی مهم و منابع قدرت است. جعبه ابزار با رابط گرافیکی کامل ارائه شده است که در شکل ۱ نشان داده شده است. عوامل مانند دمای محیط که نقش مهمی در مصرف انرژی خانوار دارند، به عنوان ورودی تعریف شده توسط کاربر به SRLS در نظر گرفته می شوند. سایر ورودی ها عبارتند از نرخ روزهای برق (خارج از اوج، اواسط اوج و در اوج) برای نشان دادن تعرفه زمان استفاده (TOU)؛ کاربر همچنین می تواند قیمت های زمان واقعی (RTP) را تعریف کند. تمام وسایل موجود در شکل ۱ در SRLS مدل سازی می شوند و می توانند به صورت جداگانه یا به عنوان یک گروه شبیه سازی شوند. در شکل ۱ مشاهده کنید که شبیه ساز اجازه می دهد تا ویژگی های خانواده، یعنی تعداد و سن افراد در خانواده را تعریف کنیم، به طوری که سطح فعالیت های ساکنین در مدل های مربوطه مانند آبگرمکن و مدل حرارتی خانه در نظر گرفته شود.

شکل ۲ رابط برای ترسیم نتایج شبیه سازی را نشان می دهد، جایی که مصرف و تولید برق توسط لوازم و منابع همراه با سطوح و هزینه های مصرف شده و تولید شده نشان داده شده است. علاوه بر این، کاربر می تواند هر یک از لوازم و منابع را به صورت جداگانه انتخاب نماید تا مشخصات مصرف انرژی آن را نشان دهد. پروفیل های شارژ و تخلیه ذخیره سازی باتری، که ورودی های این مدل هستند، نیز می تواند نشان داده شود. علاوه بر این، رابط فراهم می کند جداول مصرف و تولید که در آن هزینه مصرف انرژی توسط لوازم و منابع در دوره های افق، اواسط و قله قیمت دقیق است. در نهایت، مصرف گاز و هزینه های آن نیز می تواند در رابط نشان داده شود. مدل های لوازم و منابع انرژی که در SRLS در نظر گرفته شده اند، در ادامه توضیح داده می شوند.

الف: خانوار

خواص مواد ساختمان ها بر عملکرد حرارتی و الگوهای مصرف انرژی تاثیر می گذارد. دیوارها، کف، سقف و پنجره ها دارای هدایت حرارتی مرکزی هستند و اجازه گردش هوا و هوای گرم و سرد در خانه را می دهند. مصرف انرژی به ویژگی های خانه بستگی دارد به خصوص در هندسه آن، که توسط اندازه و تعداد اتاق ها تعیین می شود که از ۱ تا

۴ محاسبه می شود، با استفاده از میانگین طول، عرض و ارتفاع دیوارها و پنجره ها. فرض بر این است که ترموستات در یک اتاق قرار می گیرد. شکل ۳ (a) رابط گرافیکی را برای نشان دادن خانه نشان می دهد، جایی که کاربر اطلاعات مورد نیاز را وارد می کند.

شکل ۳ (b) مدل مدار مورد استفاده برای نشان دادن یک اتاق واحد را نشان می دهد که درجه حرارت خارجی را در نظر می گیرد، ویژگی های حرارتی اتاق (یعنی مقاومت حرارتی دیوارهای R_w و R_c و ظرفیت حرارتی دیوار C_w و سیستم تهویه مطبوع (AC) یا سیستم کوره، که توسط منبع حرارتی Q_{ac_ht} نشان داده شده است. با استفاده از این مدل، دمای دیوار T_w ، دمای اتاق قلع و مصرف انرژی و هزینه مربوط به مصرف انرژی را می توان محاسبه کرد. معادلات زیر نشان دهنده دینامیک دمای داخلی می تواند از این شکل باشد: [۲۰]، [۲۱]:

$$\begin{aligned} \frac{dT_w}{dt} &= \frac{Q_s}{C_w} + \frac{T_{amb}}{R_w C_w} + \frac{T_{in}}{R_w C_w} - \frac{2T_w}{R_w C_w} \quad (1) \\ \frac{dT_{in}}{dt} &= \frac{(Q_{in} - Q_{ac_ht}) S(t)}{C_{in}} - \frac{T_{in}}{C_{in}} \left(\frac{1}{R_w} + \frac{1}{R_c} \right) \\ &\quad - \frac{T_w}{R_c C_{in}} \end{aligned}$$

ب: تهویه کننده مطبوع

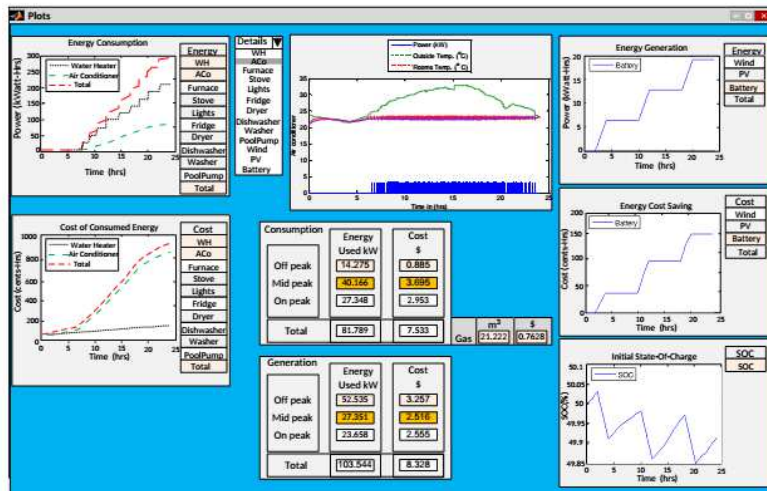
AC اغلب با ظرفیت خنک کننده آن از نظر واحد بریتانیایی حرارتی (BTU) مشخص می شود. این ظرفیت انرژی مصرف شده توسط تجهیزات برای حذف گرما از هوا است و دما و رطوبت را در یک اتاق یا کل خانه تنظیم می کند. دو نوع سیستم های AC وجود دارد: پنجره و مرکز AC. یک پنجره معمولی AC ظرفیت حدود ۶۰۰۰ تا ۱۸۰۰۰ BTU دارد. یک AC مرکزی با پیکربندی split با استفاده از کانال ها یا لوله ها برای توزیع هوای خنک به یک یا چند اتاق، و ظرفیت معمول آن حدود ۹۰۰۰ تا ۶۰،۰۰۰ BTU است. شکل ۴ (a) رابط گرافیکی AC در SRS را نشان می دهد، جایی که کاربر می تواند ظرفیت تجهیزات را انتخاب کند.

مدل سازی AC به صورت طرحواره به صورت نمودار جریان گرما در شکل ۴ (b) ارائه شده است. نسبت مصرف انرژی (EER) مقدار تأثیر خنک کننده ارائه شده توسط AC به شرح زیر است:

$$EER = 3.412 \frac{Q_{in}}{W_{in}} = 3.412 \frac{Q_{in}}{Q_{out} - Q_{in}} \quad (2)$$



شکل ۱: رابط گرافیکی شبیه ساز بار هوشمند



شکل ۲: رابط گرافیکی نشان دهنده نتایج شبیه سازی

جایی که Qout انرژی مورد نیاز برای استخراج حرارت از شین از اتاق است، و ورودی الکتریکی Win نشان دهنده انرژی مورد نیاز برای انجام این کار است.

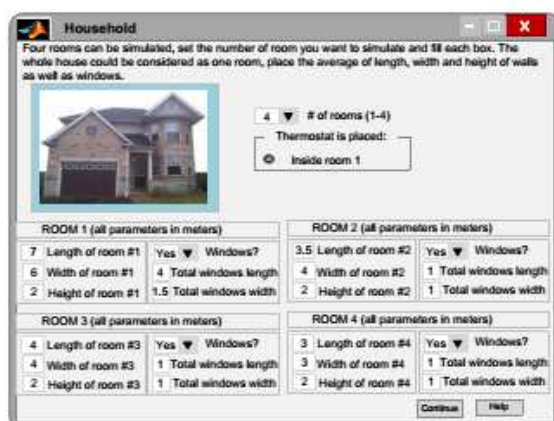
پ: کوره

کوره های گاز مرکزی به طور معمول در خانوارها برای تزریق هوا گرم به اتاق استفاده می شود. شایع ترین نوع در کانادا و ایالات متحده یک کوره گاز طبیعی تولید شده در داخل یک پوشش فلزی محصور است که تزریق و توزیع

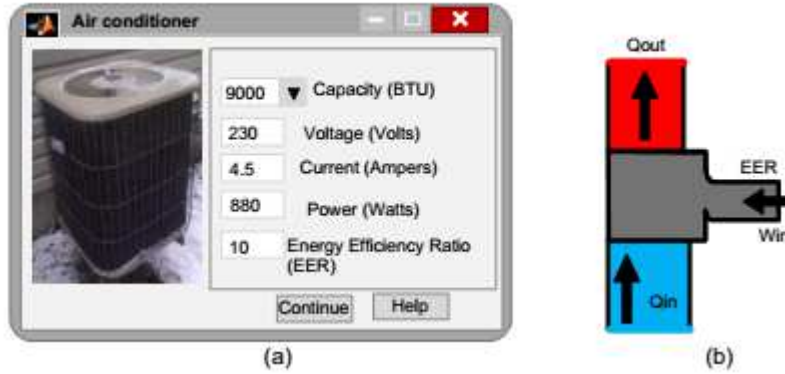
هوای گرم در خانه است [۲۲]. رابط گرافیکی کوره در شکل ۵ (الف) نشان داده شده است، در حالیکه تنها مقادیر قدرت و مقادیر مصرف سوخت سالانه (AFUE) به عنوان ورودی مورد نیاز است. نمودار جریان گرمای کوره در شکل ۵ (ب) نشان داده شده است، که در آن کارایی توسط درجه AFUE کوره شناخته شده است. معادله زیر نشان دهنده مدل حرارتی کوره است:

$$AFUE = 3.412 \frac{Q_{in}}{Q_{ht}} = 3.412 \frac{Q_{in}}{Q_{in} - Q_{out}} \quad (3)$$

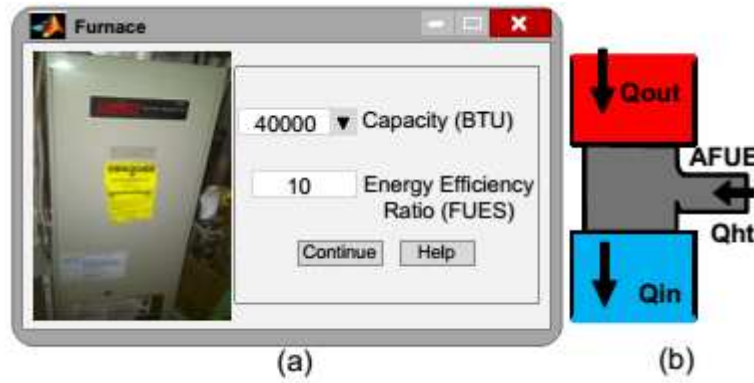
جایی که Q_{ht} نشان دهنده ظرفیت کوره و Q_{in} نشان دهنده گرما در داخل خانه است. ترموستات برنامه ریزی شده در اکثر خانوارهای با AC مرکزی و / یا [HT 23] استفاده می شود. چنین ترموستات ها برای تنظیم درجه حرارت با توجه به تنظیمات کاربر در زمان های مختلف طراحی شده اند و به تنظیم دمای خانه در تابستان و زمستان کمک می کند. بنابراین، ترموستات را می توان با توجه به برنامه خانواده و تنظیمات تنظیم درجه حرارت خانه. هر ترموستات معمولی و قابل برنامه ریزی در SRLS در نظر گرفته شده است. شکل ۶ (الف) یک ترموستات معمولی را نشان می دهد، جایی که کاربر باید درجه حرارت مورد نظر را انتخاب کند. شکل ۶ (ب) یک ترموستات قابل برنامه ریزی را نشان می دهد که در آن کاربر می تواند چهار دوره زمانی و همچنین نقاط تنظیم دمای بالا و پایین را مشخص کند. شکل ۶ (الف) مدل ترموستات مورد استفاده در شبیه ساز را نشان می دهد، که در آن Thi و Tlo محدودیت های بالایی و بالتر هستند که در آن ترموستات دمای خانه را حفظ می کند. این مقدار توسط کاربر با فشار دادن دکمه + = تنظیم می شود.



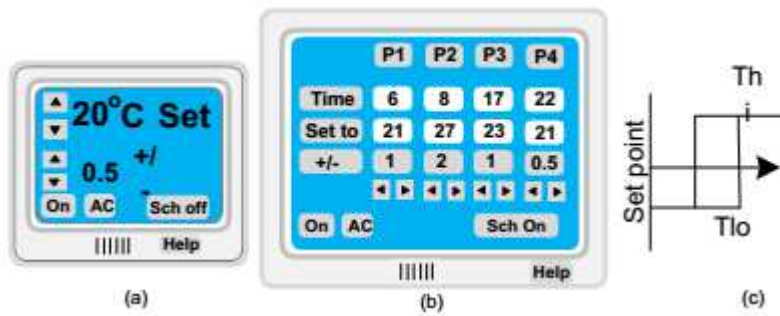
شکل ۳: مدل خانه



شکل ۴: مدل aC: الف: رابط گرافیکی ب: مدل ماشین کارنوت



شکل ۵: مدل کوره الف: رابط گرافیکی ب: مدل ماشین کارنوت



شکل ۶: رابط گرافیکی برای (a) ترموستات قابل برنامه ریزی متعارف و (b) و (c) منطق تصمیم گیری روشن /

خاموش برای نشان دادن تاخیر ترموستات.

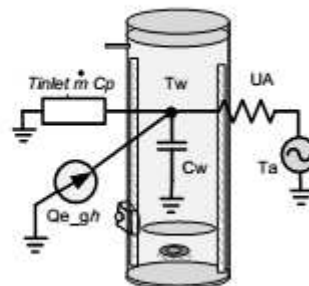
ث: هیتر آب

WH یک مخزن استوانه ای محصور شده توسط عایق است و با ورق فلزی پوشیده شده است که می تواند با استفاده از یک مدل حرارتی کلاسیک شبیه سازی شود [۲۴]، [۲۵]. آبگرمکن مخزن مخزن شایع ترین انواع مورد استفاده در آمریکای شمالی است. بنابراین، آبگرمکن های مخزن ذخیره سازی الکتریکی و گاز در SRLS مدل سازی می شوند.

شکل ۷ (a) رابط گرافیکی WH را در SRLS نشان می دهد. آب ورودی و دمای محیط اطراف مخزن، ظرفیت WH و کارایی آن به عنوان ورودی در نظر گرفته می شود. مصرف انرژی در W گزارش شده است، هنگامی که WH انتخاب می شود، و در BTU برای یک گاز WH. در هر دو مورد، مقادیر معمول آب ورودی و درجه حرارت محیط به طور پیش فرض، مطابق با مقادیر قابل اجرا در جنوب انتاریو کانادا است. به طور کلی، بازده ولتاژ های الکتریکی در محدوده ۸۵-۹۴٪، در حالی که گاز 50-65 WHs است [۲۶]. جایی که T_w درجه حرارت دیوار مخزن است، T_{inlet} دمای ورودی آب است و T_{amb} دمای محیط اطراف مخزن است. روش برای محاسبه مصرف آب گرم به تفصیل در [۲۷] توضیح داده شده است، که بستگی به تعداد و سن ساکنان خانگی دارد.

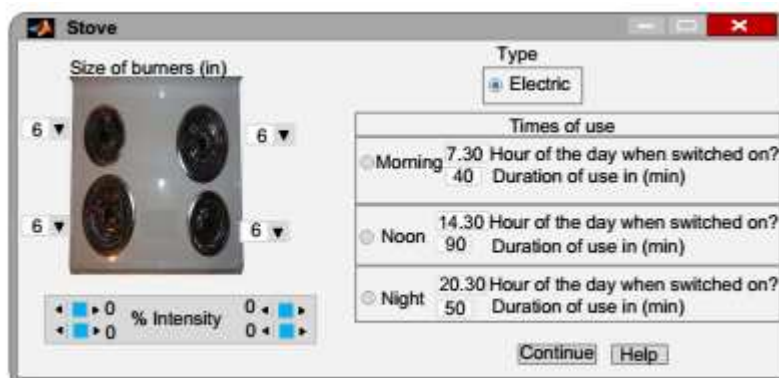


(a)

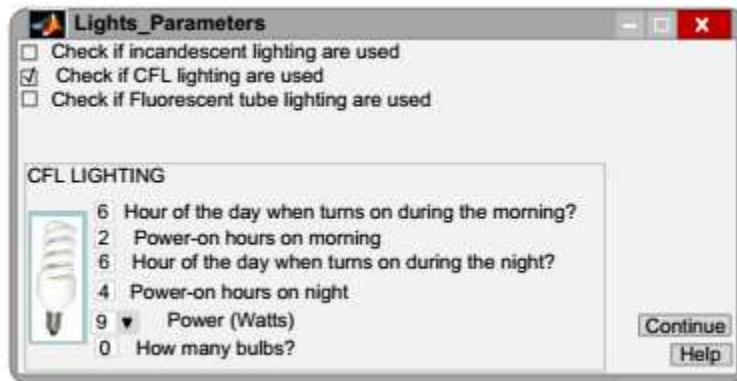


(b)

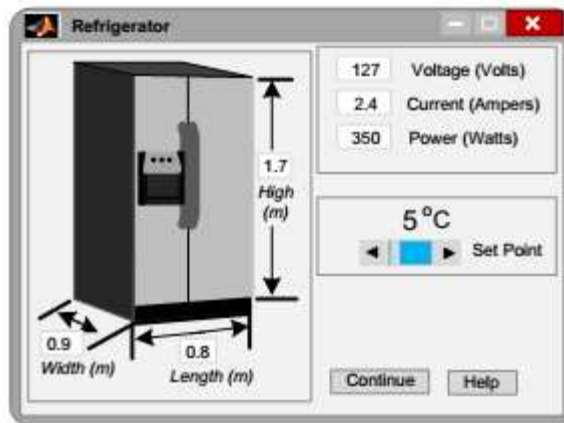
شکل ۷: مدل هیتر آبی الف: رابط گرافیکی ب: مدل مدار گرمایی



شکل ۸: رابط گرافیکی برای اجاق



شکل ۹: رابط گرافیکی برای روشنایی



شکل ۱۰: رابط گرافیکی برای یخچال

اجاق گاز

به طور معمول، اجاق گاز یا برق در خانه های مسکونی استفاده می شود. حدود ۸۷ درصد از خانواده ها در ایالات متحده از کوره های الکتریکی برای پخت و پز استفاده می کنند [۳] و همین طور در کانادا [۲۸]؛ بنابراین، تنها اجاق گاز الکتریکی در SRLS در نظر گرفته شده است. مصرف انرژی در اجاق گاز بوسیله ضرب کردن قدرت تخلیه شده توسط مدت زمان استفاده محاسبه می شود. رابط گرافیکی اجاق گاز الکتریکی در شکل ۸ نشان داده شده است، جایی که کاربر می تواند تعداد عناصر گرما و گرمای شدت مربوط به آنها را برای سه دوره زمانی در یک روز انتخاب کند.

روشنایی

شایع ترین نوع چراغ های مورد استفاده در خانه های مسکونی عبارتند از لامپ های معمولی رشته ای، چراغ های فلورسنت فشرده (CFL)، لوله های فلورسنت و اخیراً نور دیود خانه های مسکونی معمولاً از ترکیبی از این سه نوع چراغ استفاده می کنند. CFL و لوله های فلورسنت گران تر هستند، اما عمر طولانیتری دارند و از انرژی بسیار کمتر استفاده می کنند و در نتیجه باعث صرفه جویی قابل توجه در انرژی و هزینه می شوند. شکل ۹ رابط گرافیکی سیستم روشنایی در SRLS را نشان می دهد. تعداد، امتیاز قدرت و عملیات (زمان و طول مدت استفاده) چراغ ها در این رابط وارد شده اند، که از آن می توان انرژی مصرفی آنها را به راحتی محاسبه کرد.

یخچال

یخچال و فریزر به عنوان یک سیستم حرارتی با عایق شیشه ای شیشه ای مدل سازی می شود. مدل مربوطه شبیه مدل اتاق است که قبلاً ذکر شد؛ بنابراین، با تغییر دادن مقادیر پارامتر، می توان با استفاده از یک مدل مدار یکسان، [۲۰] را مورد تحسین قرار داد. شکل ۱۰ تصویر رابط گرافیکی مورد استفاده برای تعریف ویژگی های اصلی یخچال را نشان می دهد.

خشک کن

خشک کن های گاز و برق از انرژی زیادی در یک خانواده استفاده می کنند [۲۹]. خشک کن های الکتریکی معمولاً در آمریکای شمالی استفاده می شوند و از این رو تنها در SRLS در نظر گرفته می شوند. شکل ۱۱ (a) رابط کاربری خشک کن را نشان می دهد که در آن کاربر می تواند تا سه بار در روز و مدت زمان استفاده مورد نظر را انتخاب کند. یک نمونه از الگوی مصرف انرژی خشک کن در شکل ۱۱ (ب) [۳۰] نشان داده شده است، جایی که قدرت P1 در محدوده ۲،۰۰۰ تا ۲،۵۰۰ وات در دوره اول است و P2 500 وات برای دوره بعدی است. در SRLS، یک رتبه معمولی ۲۰۰۰ وات برای اولین ۶۰ دقیقه استفاده و ۵۰۰ وات برای مدت باقیمانده فرض شده است.

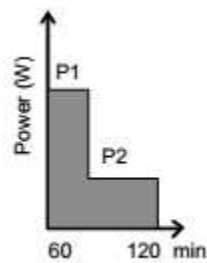
ماشین ظرفشویی (DW)

DW نشان دهنده سهم کوچکی از مصرف انرژی لوازم خانگی است. با این حال، DWS در طول مدت کوتاهی توانایی بالایی را به دست می آورند، که آنها را برای برنامه های تقاضای پیک مناسب می کند [۳۱]. شکل ۱۲ رابط گرافیکی و توالی عملیات یک DW معمولی را نشان می دهد. در ابتدا، DW ظرف ۱۵ دقیقه با آب پر می شود و P1 ثابت می شود. سپس حرارت برق را افزایش می دهد، افزایش می یابد

توان خود را به P2 برای مدت زمانی که بستگی دارد اگر آن را به آب گرم یا آب سرد وصل شده است [۳۲]. پس از آن، آب گرم و مواد شوینده بر روی ظروف اسپری می شود، تخلیه و جایگزینی با آب شستشو؛ این قدرت P3 را مصرف می کند. ظروف با استفاده از اولین عنصر مقاومت الکتریکی مصرف انرژی P4 خشک می شوند و سپس هوا گرم باقی می ماند در DW، مصرف قدرت P5. با توجه به [۳۲]، حدود ۵۵ درصد انرژی مورد استفاده توسط DW به گرم شدن آب در هنگام اتصال به WH بستگی دارد و ۶۵ درصد در صورت استفاده از آب سرد. مدت زمان مصرف انرژی به کارایی DW بستگی دارد. مدل SRLS به منحنی شکل ۱۲ (b) به راهنمای انرژی زرد در شرایط استاندارد و مشخصات ارائه شده توسط کاربر در رابط گرافیکی نشان داده شده در شکل ۱۲ (a) منعکس شده است. سه بار در روز، از جمله مدت زمان و زمان استفاده، می تواند توسط کاربران وارد شود.

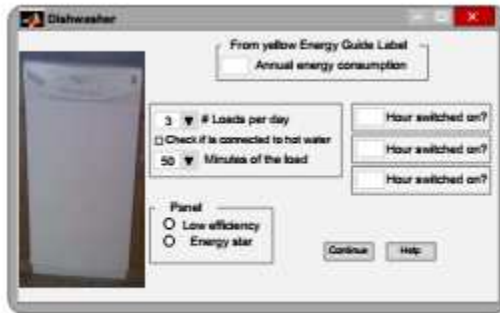


(a)

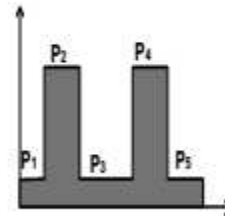


(b)

شکل ۱۱: مدل خشک کن



(a)

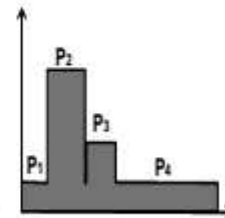


(b)

شکل ۱۲: مدل ظرف شویی



(a)

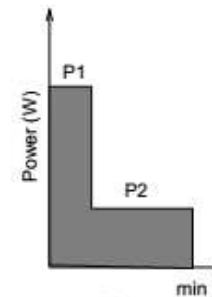


(b)

شکل ۱۳: مدل لباسشویی



(a)



(b)

شکل ۱۴: مدل پمپ مخزنی

لباس شویی

فرآیند CW توسط یک تایمر قدم یا یک دستگاه کنترل الکترونیکی کنترل می شود. انرژی الکتریکی عمدتاً برای رانندگی موتور درام استفاده می شود و اگر آب به اندازه کافی گرم نباشد، آب گرم می شود، علیرغم اینکه حدود ۳/۲ تا ۴/۳ آب مورد استفاده آب سرد برای شستشو است [۳۱]، [۳۳]. شکل ۱۳ (a) رابط گرافیکی CW را در SRLS

نشان می دهد. تعداد بارها در روز، زمان و مدت استفاده، درجه حرارت آب، و کارایی می تواند توسط کاربر وارد شود. یک نمونه از مشخصات تقاضای قدرت CW در شکل ۱۳ (b) نشان داده شده است، جایی که P1 و P4 توانایی های مربوط به پر کردن و تخلیه آب شستشو را نشان می دهند، و P2 و P3 مربوط به گرم شدن آب می باشند. مدل توسعه یافته در SRLS این قدرت را از راهنمای انرژی زرد و ورودی های تعریف شده توسط کاربر تعیین می کند.

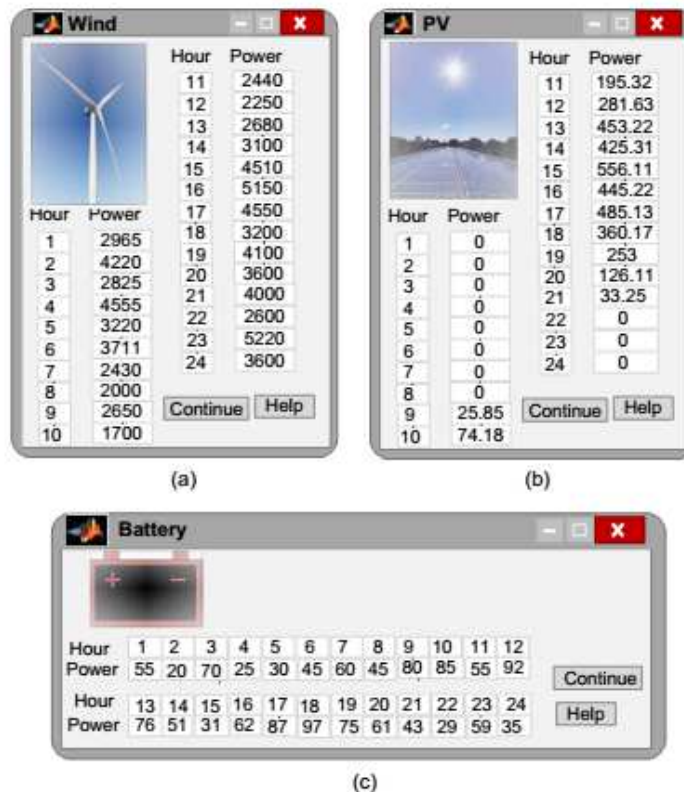
پمپ مخزنی

مقدار قابل توجهی انرژی برای گرم کردن و نگهداری دمای آب در استخرها علاوه بر انرژی استفاده شده توسط پمپ استخر برای گردش و فیلتر کردن آب استخر مورد نیاز است. آب گرمایش آب گرم می تواند توسط انرژی خورشیدی، گاز یا پمپ حرارتی الکتریکی انجام شود. در استخر شنا ۷۶ درصد انرژی الکتریکی برای پمپ ها، ۶ درصد برای سلول های کلر، ۱۴ درصد برای بخاری های الکتریکی و ۴ درصد برای تایمر ها و کنترل استفاده می شود [۳۴]. شکل ۱۴ رابط کاربری را برای تعریف تا سه بار در روز ارائه می دهد، مشخص کردن زمان و مدت استفاده. الگوی مصرف پمپ معمولی در شکل ۱۴ (b) نشان داده شده است. به طور کلی، پمپ های تک فاز ۲۰۰-۵۰۰ وات برای استخر های مسکونی استفاده می شود، با توجه به حجم استخر، اندازه پمپ، شرایط محیطی مانند دمای محیط و آفتاب، تجهیزات تصفیه آب، اغلب استخر استفاده می شود و سایر توصیه های سازنده استخر. معمولا، پمپ های استخر با استفاده از تایمر های ساعت الکترونیکی / مکانیکی یا الکترونیک با زمان شروع و پایان دستی توسط کاربران انتخاب می شوند.

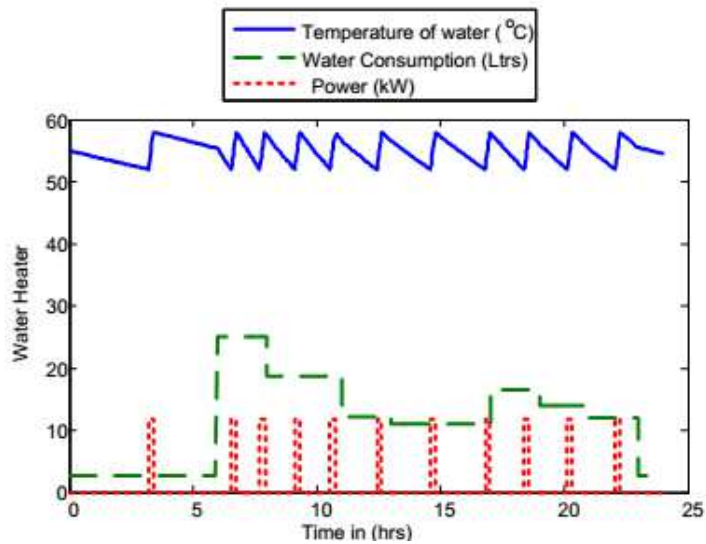
منابع تولید محلی

تولید برق باد و خورشیدی فتوولتائیک (PV) به عنوان منابع قدرت محلی تامین کننده بارهای مسکونی محسوب می شود. این منابع قدرت، قابل تنظیم نیستند و در طول روز تغییر می کنند؛ بنابراین، آنها معمولا با بعضی از دستگاه های ذخیره سازی مانند باتری ادغام می شوند تا انرژی تولید شده را برای یک دوره زمانی خاص ذخیره کنند و آن را هنگام افزایش تقاضا آزاد کنند. علاوه بر گران بودن، باتری ظرفیت محدودی دارد؛ بنابراین، اگر انرژی اضافی تولید شده توسط، به عنوان مثال، یک سیستم PV داخلی، این انرژی اضافی را می توان به شبکه محلی فروخت. شکل ۱۵

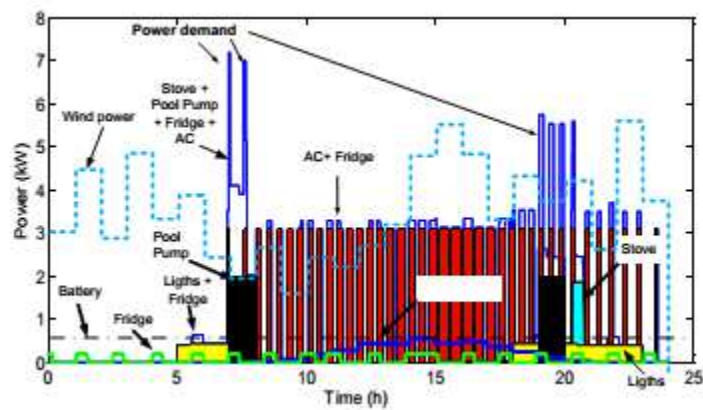
رابط کاربری را برای تعریف باد، PV و سیستم باتری نشان می دهد، با استفاده از یک روش مدل سازی ساده برای تعریف پروفیل های خروجی. در شکل ۱۵ (a) و شکل ۱۵ (b) خروجی های مختلف قدرت در هر ساعت برای نسل های باد و PV تعریف می شود. شکل ۱۵ (c) رابط کاربری باتری را نشان می دهد، جایی که کاربر می تواند برای هر روز مقدار خوراکی kWh و مشخصات ساعتی SOC را انتخاب کند. مجموع این سه منبع قدرت میتواند بار را تامین کند یا مازاد میتواند به شبکه وارد شود.



شکل ۱۵: رابط گرافیکی برای تعریف پروفیل تولید توان الف: باد ب: خورشیدی و پ: باطری



شکل ۱۶: نتایج هیتر آب



شکل ۱۷: پروفیل تقاضای توان

نتایج و بحث

چندین نمونه از برنامه های کاربردی و اعتبار سنجی مدل دستگاه از شبیه ساز توسعه یافته ارائه شده و مورد بحث در کنار سودمندی و دقت SRLS نشان داده شده است.

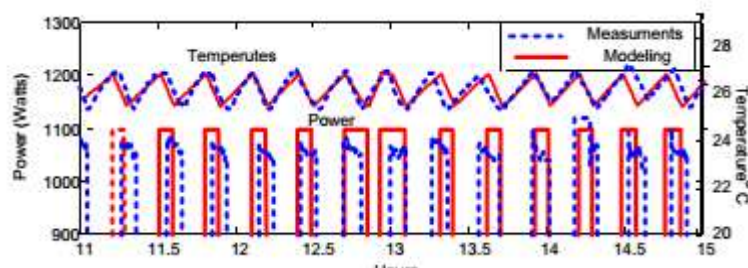
پروفیل بار خانه

یک AC و گاز WH در اینجا به عنوان نمونه ای از بارهای مسکونی در نظر گرفته می شود و PV PV و یک باتری به عنوان منبع انرژی محلی برای نشان دادن کاربرد SRLS انتخاب می شوند. بنابراین، یک AC با ۴۸۰۰۰ BTU برای خنک کردن هوا در یک خانه از چهار اتاق استفاده می شود، اطلاعات مورد نیاز برای اتاق را وارد کنید، همانطور که

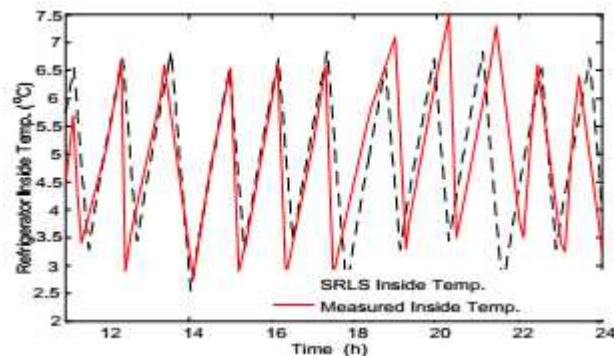
در شکل ۳ نشان داده شده است. شکل ۴ نشان می دهد که چگونه کاربر باید پارامترهای AC را در شبیه ساز وارد کند. ترموستات در ۲۳ درجه سانتیگراد با تحمل $+ = 0:5$ درجه سانتیگراد، همانطور که در شکل ۶ (a) قرار دارد، تنظیم می شود. شکل ۷ اطلاعاتی را برای مدل گاز WH نشان می دهد. اجاق گاز، پمپ بنزین و بارهای نور، و همچنین باد، PV خورشیدی و منابع باتری نیز در این شبیه سازی قرار دارد؛ شستشو و خشک کن در اینجا در نظر گرفته نشده است.

شبیه ساز حدود ۲۰ ثانیه طول می کشد تا معادلات مدل را حل کند، با فواصل زمانی ۲۴ ثانیه، تولید داده ها برای کاربر برای تجزیه و تحلیل رفتار دستگاه های شبیه سازی شده. شکل ۲ انرژی مصرف شده و تولید شده توسط برخی از بارها و منابع تولید محلی را نشان می دهد. بارهای WH و AC و انرژی مصرفی مربوطه همراه با خروجی باتری نشان داده شده است. هزینه انرژی مصرفی AC و WH و هزینه انرژی ذخیره شده از باتری نیز نشان داده شده است. SOC تعریف شده از باتری و دمای داخل خانه، دمای خارجی و قدرت AC نیز در این شکل نشان داده شده است. جداول مصرف و تولید در شکل نشان می دهد که ارزش مصرف برق و گاز و تولید انرژی توسط تولید محلی در طول ساعت های خاموش، اواسط و اوج ساعت. شکل ۱۶ دما و مصرف آب گرم و قدرت تولید شده توسط SRLS برای بخاری آب را نشان می دهد و شکل ۱۷ مشخصات تقاضای خانوار را همراه با تمام وسایل و منابع مورد نظر نشان می دهد.

اعتبار سنجی مدل های SRLS



شکل ۱۸: اعتبار سنجی مدل AC



شکل ۱۹: اعتبارسنجی مدل یخچال

نقطه تنظیم دستگاه در ۲۶ درجه سانتیگراد ثابت شد. دمای اتاق با استفاده از یک آمپروبر TR 300 داده شد و قدرت با یک تحلیلگر قدرت FLUKE 434 اندازه گیری شد. شکل ۱۸ نتایج و نتایج شبیه سازی شده حاصل از SRLS را نشان می دهد که به وضوح مدل AC را تایید می کند نتایج مشابهی برای یک یخچال کوچک به دست آمد، همانطور که در شکل ۱۹ نشان داده شده است، جایی که مشابه تغییرات دما در داخل یخچال بدست آمده با SRLS و اندازه گیری با استفاده از یک داونلود، به وضوح مدل را تایید می کند [۳۴]. در نهایت، ماشین های شستشوی ماشین، خشک کن، ماشین ظرفشویی و اجاق گاز در [۳۰] مورد بحث قرار می گیرند، جایی که ذکر شده است که مدل ها در همکاری با تولید کنندگان وسایل و لوازم الکتریکی به دست آمده است.

کاربرد های SLRS

شبیه ساز برای تولید پروفیل های انرژی مسکونی برای مطالعات مختلف استفاده شده است. بنابراین، در [۳۵]، برای تولید داده ها برای توسعه مدل های شبکه عصبی از بارهای هوشمند شهری شهری برای نشان دادن این بارها در سیستم جریان توزیع مطلوب قدرت (DOPF) برای کنترل مطلوب فیدر استفاده شد. در [۳۶]، شبیه ساز برای ایجاد پروفیل انرژی حرارتی از بارهای مسکونی محلی برای مطالعه کاربرد و تأثیر ذخیره انرژی حرارتی بر عملکرد و کنترل میکروگرید هیبریدی دور استفاده شده است. این دو برنامه کاربردی SRL در آینده جزئیات بیشتری را مورد بحث قرار می دهند.

(۱) مدل سازی پیک سیور: بارهای هوشمند شامل لوازم مختلفی است که از طریق EMS، دستگاه های هوشمند و ارتباطات دو طرفه بین لوازم، شرکت توزیع محلی (LDC) و / یا منابع داده های خارجی (به عنوان مثال ایستگاه های

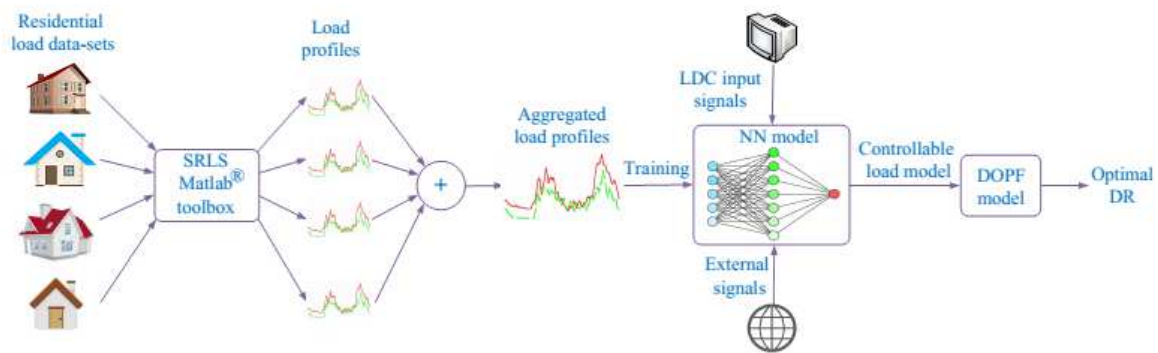
آب و هوایی و قیمت انرژی ([۳۷]. از آنجائیکه رفتار مشتری ممکن است با مکان، تنظیمات و زمان استفاده متفاوت باشد، اطلاعات مربوط به تنظیمات مشتری و سطح فعالیت لوازم خانگی مهم هستند. با این حال، تنها اندازه گیری در دسترس برای LDC از اکثر خانه های مسکونی داده های مصرف انرژی است که از سوی دستگاه های هوشمند خود ساخته شده اند. این اندازه گیری ها به طور گسترده ای در میان خانوارها متفاوت است با این حال، به عنوان پروفیل بار جمع می شوند، آنها با تغییرات کمتر، با تغییرات کمتر، باعث می شود که بارگیری در سطح فیدر بهتر شود. به منظور کاهش بار حداکثر در سطح فیدر، LDC ها ممکن است سیگنال پیک تقاضا یا تنظیم دما را به سیستم های HVAC برای تغییر پروفیل بار و کاهش تقاضای پیک مشتری کاهش دهند، همانطور که در مورد **Peak Saver Plus (PS +)** برنامه [۳۸]. برای بررسی تأثیر بارهای هوشمند کنترل شده هوشمند در عملیات بهینه سازی فیدر توزیع، مصرف برق خانه های مختلف با داده های واقع بینانه برای تمام وسایل، در تمام روزهای ماه جولای ۲۰۱۳، در SRLS مدل سازی شد. برای هر خانه، هر وسیله در SRLS با استفاده از آنها تعریف شد؛ تعرفه های محیط خانه و زمان استفاده (TOU) نیز در شبیه ساز وارد شده است. پروفیل مصرف و تولید هر دستگاه و منبع انرژی برای هر خانوار با SRLS همراه با هزینه های انرژی در زمان های مختلف به دست آمد. پروفیل بار برای دو مورد مختلف به دست آمد: عمل AC طبیعی بدون دریافت سیگنال **PS +** و کار با سیگنال های **PS +** که با ۲ درجه سانتیگراد افزایش می یابد.

همانطور که در شکل ۲۰ نشان داده شده است، داده های بارگذاری مسکونی از هر خانه شامل ویژگی ها و زمان استفاده هر دستگاه در مدل SRLS مدل سازی شده است و سپس پروفیل های حاصل از گروهی از خانه ها برای به دست آوردن یک مدل جمع آوری شده از بار در فاز و گره در فیدر توزیع. سپس این نتایج برای ایجاد یک شبکه عصبی (NN) مدل بارهای جمع شده، که به یک مدل DOPF متصل شدند، استفاده شد. این DOPF با مدل بارگیری NN از بارهای **PS +** برای به دست آوردن ارسال بهینه فیدر توزیع عملیاتی با ۴۱ گره مورد استفاده قرار گرفت، با در نظر گرفتن درصد معینی از بارهای قابل کنترل **PS +**، و به این ترتیب تاثیر و رابطه **PS +** را بر عملکرد مطلوب فیدرهای توزیع بررسی می شود.

۲) مدل سازی تقاضای حرارتی:

SRLS برای تعیین پروفیل بار حرارتی خانه های معمولی کانادا در جوامع دور افتاده مورد استفاده قرار گرفت و به عنوان خروجی حرارتی سیستم ذخیره سازی حرارتی الکتریکی (ETS) برای حفظ سلامت در خانه های مسکونی مورد استفاده قرار گرفت. یک مدل ETS با کمک پروفیل های حرارتی به دست آمده از SRLS توسعه داده شد و به یک میکروگرید EMS متصل شد تا کاربرد و تاثیر سیستم های ETS را بر عملکرد میکروگرید های دور را بررسی کند.

پروفیل های حرارتی خانواده های میکروگرید بر اساس تعداد و ابعاد اتاق ها و پنجره ها به دست آمد. برای انواع خانواده ها در جوامع دور افتاده، چهار اتاق بزرگ با ابعاد پنجره معمولی استفاده شد. در SRLS، کوره به عنوان منبع حرارت در فصل زمستان بر اساس BTU و AFUE در نظر گرفته شده و تولید گرمایشی آن در کیلووات است. مدل ترموستات هوشمند در شبیه ساز برای تعریف نقاط تنظیم شده و محدودیت های دمای بالا و پایین استفاده شده است. پروفایل درجه حرارت محیط برای یک روز زمستانی روزانه استفاده شد.



شکل ۲۰: رویکرد مدل سازی بار های هوشمند قابل کنترل برای تلفیق با DOPF بر اساس شبیه ساز SRLS

نتیجه گیری

یک جعبه ابزار جدید مبتنی بر سیمولینک متلب برای مدلسازی مصرف انرژی مسکونی و منابع تولید محلی طراحی شده است. شبیه ساز همراه با مدل ها و رابط های گرافیکی دستگاه های مصرف انرژی اصلی مسکونی و تولید محلی، و نمونه ای از عملکرد و کاربرد آن ارائه شده است. هدف اصلی شبیه ساز پیشنهاد شده است که اجازه مطالعه،

تظاهرات و تدریس مدیریت انرژی خانوارهای مسکونی را می دهد و این ابزار می تواند برای محققان برای اعتبارسنجی مدل های خود برای مدیریت و بهینه سازی انرژی مفید باشد و همچنین می تواند توسط مشتریان و مربیان مورد استفاده قرار گیرد تقاضای و تامین انرژی مسکونی را زیر نظر داشته باشید. شبیه ساز کد منبع باز برای خواننده علاقه مند در دسترس است: <https://uwaterloo.ca/power-energy-systems-group/downloads/smart-residential-load-simulator-srls>

REFERENCES

- [1] "The smart grid: An introduction," US Department of Energy, Tech. Rep., Dec. 2017. [Online]. Available: https://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/DOE_SG_Book_Single_Pages%281%29.pdf
- [2] "Supply mix advice report vol 1." Ontario Power Authority, Tech. Rep., Sep. 2016. [Online]. Available: <http://www.energy.gov.on.ca/en/archive/fuels-technical-report/10year/>
- [3] "Renewable energy data book," US Department of Energy, Tech. Rep., 2015. [Online]. Available: <http://www.nrel.gov/docs/fy17osti/66591.pdf>
- [4] "Inter-american development bank annual report 2016: The year in review," Inter American Development Bank (IDB), Tech. Rep., 2016. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.18235/0000656>
- [5] "In the smart grid: An introduction," Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, US Department of Energy, Tech. Rep., 2017.
- [6] R. G. Pratt, "Transforming the u.s. electricity system," in *IEEE PES Power Systems Conference and Exposition*, Apr. 2004.
- [7] C. N. Kurucz, D. Brandt, and S. Sim, "A linear programming model for reducing system peak through customer load control programs," *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 11, no. 4, pp. 1817–1824, Nov. 1996.
- [8] W. Fan, N. Liu, and J. Zhang, "An online algorithm based on lyapunov optimization for energy management of household micro-grids," in *IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)*, Nov. 2015.
- [9] A. Capasso, "A bottom-up approach to residential load modeling," *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 9, no. 2, pp. 957–964, May. 1994.
- [10] C. Wagner, C. Wanick, and U. Hager, "Modeling of household electricity load profiles for distribution grid planning and operation," in *IEEE International Conference on Power System Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 957–964, May. 2016.
- [11] R. Yao and K. Steemers, "A method of formulating energy load profile for domestic buildings in the uk," *Energy and Buildings*, vol. 37, no. 6, pp. 663–671, Jun. 2005.
- [12] C. Jardine, "Synthesis of high resolution domestic electricity load profiles," in *Workshop on Micro Cogeneration and Applications*, Apr. 2008.
- [13] I. Richardson, M. Thomson, and D. Infield, "A high-resolution domestic building occupancy model for energy demand simulations," *Energy and Buildings*, vol. 40, no. 8, pp. 1560–1566, 2008.
- [14] I. Richardson, M. Thomson, D. Infield, and C. Clifford, "Domestic electricity use: a high-resolution energy demand model," *Energy and Buildings*, vol. 42, no. 10, pp. 1878–1887, Oct. 2010.
- [15] M. Armstrong, M. Swinton, H. Ribberink, I. Beausoleil, and J. Millette, "Synthetically derived profiles for representing occupant-driven electric loads in canadian housing," *Journal of Building Performance Simulation*, vol. 2, no. 1, pp. 15–30, Feb. 2009.
- [16] *EnergyPlus*, Building Technologies Office, US Department of Energy, 2017. [Online]. Available: <https://energyplus.net/>
- [17] *CHVAC—Commercial HVAC Loads*, Elite Software Development, 2017. [Online]. Available: <http://www.elitesoft.com/web/hvacr/chvacx.html>
- [18] *Applications Program for Air-Conditioning and Heating Engineers APACHEHVAC*, Integrated Environmental Solutions Limited, [Online]. Available: <http://www.iesve.com/software/ve-for-engineers/module/apachehvac/483>
- [19] *Homer*, Homer Energy, 2017. [Online]. Available: <https://www.homerenergy.com/>
- [20] A. Molina, A. Gabeldon, J. Fuentes, and C. Alvarez, "Implementation and assessment of physically based electrical load models: Application to direct load control residential programmes," *IEE Proc-Gener. Transm. Distrib.*, vol. 150, no. 1, pp. 61–66, Jan. 2003.
- [21] R. J. Gran, "Numerical computing with simulink," SIAM Philadelphia, Tech. Rep., 2007.
- [22] "Residential energy consumption survey," US Energy Information Administration, US Department of Energy, Tech. Rep., Dec. 2017. [Online]. Available: <https://www.eia.gov/consumption/residential/>
- [23] "Residential energy consumption survey," US Energy Information Administration, US Department of Energy, Tech. Rep., Jul. 2017. [Online]. Available: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=32112>
- [24] K. Elamari, L. Lopez, and R. Tonkoski, "Using electric water heaters (EWHs) for power balancing and frequency control in pv-diesel hybrid, mini-grids," in *World Renewable Energy Congress*, pp. 8–13, Nov. 2011.
- [25] J. Lutz, X. Liu, J. McMahon, C. Dunham, L. Shown, and Q. McCure, "Modeling patterns of hot water use in households," Lawrence Berkeley National Laboratory, Tech. Rep., 1996. [Online]. Available: <http://escholarship.org/uc/item/9zh371jz>
- [26] "Energy efficiency ratings," Bradford White Corporation, Tech.

- Rep., Dec. 2017. [Online]. Available: <http://www.bradfordwhite.com/energy-efficiency-ratings>
- [27] "Hourly water heating calculations," Pacific Gas and Electric Company, Tech. Rep., 2005. [Online]. Available: <http://www.energy.ca.gov/title24/2005standards/archive/documents/2002-05-30workshop/2002-05-17WTRHEATCALCS.PDF>
- [28] L. Maruejols, X. Lu, and D. Young, "A comparison of energy-related characteristics of residential dwellings and technologies across Canada and the US," Building Energy End-Use Data and Analysis Centre, Tech. Rep., 2011. [Online]. Available: <https://sites.ualberta.ca/~deyoung/myweb/Comparison.pdf>
- [29] M. Pipattanasomporn, M. Kuzlu, S. Rahman, and Y. Teklu, "Load profiles of selected major household appliances and their demand response opportunities," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 5, no. 2, pp. 742–750, Mar. 2014.
- [30] R. Stamminger, "Synergy potential of smart appliances," Report D2.3 of WP 2 from the Smart-A Project University of Bonn, Tech. Rep., Mar. 2009. [Online]. Available: www.come-on-labels.eu/download-library/synergy-potential-of-smart-appliances
- [31] M. Eastment and R. Hendron, "Method for evaluating energy use of dishwashers, clothes washers, and clothes dryers," National Renewable Energy Laboratory, Tech. Rep., Aug. 2006. [Online]. Available: <https://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39769.pdf>
- [32] D. Hoak, D. Parker, and A. Hermelink, "How energy efficient are modern dishwashers?" ACEEE Florida Solar Energy Center, Tech. Rep., 2008.
- [33] M. Eastment and R. Hendron, "Electricity and water consumption for laundry washing by washing machine worldwide," *J. Energy Efficiency*, vol. 3, no. 4, pp. 365–382, Jan. 2010.
- [34] H. Hassen, "Implementation of energy hub management system for residential sector," Master's thesis, University of Waterloo, 2010.
- [35] A. Mosaddegh, C. A. C. Nizares, and K. Bhattacharya, "Optimal demand response for distribution feeders with existing smart loads," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. PP, no. 99, pp. 1–10, Mar. 2017.
- [36] P. Sauter, B. V. Solanki, C. A. C. Nizares, K. Bhattacharya, and S. Hohmann, "Electric thermal storage system impact on northern communities' microgrids," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. PP, no. 99, pp. 1–11, Sep. 2017.
- [37] M. C. Bozchalui, S. A. Hashmi, H. Hassen, C. A. Canizares, and K. Bhattacharya, "Optimal operation of residential energy hubs in smart grids," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 3, no. 4, pp. 1755–1766, Dec. 2012.
- [38] *Peaksaver PLUS Frequently Asked Questions*, Hydro One. [Online]. Available: http://www.hydroone.com/MyHome/SaveEnergy/Pages/peaksaverPLUS_FAQs.aspx

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی