



- تشخیص ناهنجاری را می توان برای داده های کنتور هوشمند اعمال کرد. بازخورد ناهنجاری می تواند به مشتریان هشدار دهد که مصرف انرژی خود را کاهش دهند. تشخیص ناهنجاری می تواند به تامین کنندگان

در شناسایی نشتی و سرقت انرژی و همچنین خطاهای غیرقابل توجه کنتور کمک کند. علاوه بر این، شرکت های برق می توانند مبنایی برای برنامه های پاسخگویی به تقاضای دقیق تر برای مشتریان خود ایجاد کنند (Liu & Nielsen, 2016). در این شرایط، ضرورت تحقیق در زمینه تشخیص ناهنجاری مصرف برق اهمیت بسیاری یافته است.

- تحلیل و بررسی عوامل موثر بر ناهنجاری ها، ارتقاء روش های تشخیص پیشرفته، و توسعه فناوری های مناسب جهت مدیریت بهینه مصرف انرژی، به عنوان ابزارهای اصلی در جلوگیری از ناهنجاری ها و بهبود کارایی سیستم های برق مطرح می شوند. تشخیص ناهنجاری به عنوان یک ابزار حیاتی و نوآورانه می تواند در بهبود الگوهای مصرفی خانوارها و کاهش مصرف انرژی تأثیرگذار باشد. این مقاله علاوه بر معرفی اهمیت تشخیص ناهنجاری، به بررسی الگوهای متداول ناهنجاری در مصرف برق خانوارها می پردازد و سپس روش های نوآورانه و راهکارهای موثر در این زمینه را بیان می کند.
- در دهه های اخیر، پیشرفت های چشمگیر در حوزه یادگیری ماشین، شبکه های عصبی و اینترنت اشیا، به ما امکان می دهد تا با دقت بیشتری الگوهای مصرفی را تجزیه و تحلیل کرده تا ناهنجاری ها شناخته شوند. با اعمال این رویکردهای نوآورانه، ما قادر به ایجاد سیستم های هوشمند و هوش تجاری می شویم که به خانوارها این امکان را می دهند تا الگوهای مصرفی خود را به بهترین شکل ممکن بهینه سازی کرده و در نتیجه، به کاهش مصرف انرژی و حفظ محیط زیست کمک کنند.

۲. نتایج اصلی

۲.۱. اهمیت تشخیص ناهنجاری برای بهبود بهره‌وری انرژی

به منظور حفظ آنچه که مردم آن را یک زندگی کاملاً طبیعی می دانند، استفاده گسترده از منابع طبیعی برای ایجاد انرژی، آلودگی و اثرات گرمایش جهانی باید توسط مصرف کنندگان انرژی کاهش یافته و بهینه شود (Himeur et al., 2020a). روزانه شاهد اخبار قطعی برق به طور مکرر هستیم، این در حالی است که قطعی های مکرر برق می تواند منجر به بروز حوادث جبران ناپذیری شود. بنابراین تشخیص ناهنجاری هایی که می تواند از بروز اینگونه حوادث جلوگیری نماید، بسیار حائز اهمیت است. اگر بتوان قبل از وقوع قطعی برق از آن جلوگیری کرد، علاوه بر صرفه جویی نقدی از آسیب های احتمالی در زندگی روزمره مردم نیز جلوگیری خواهد شد. تشخیص زودهنگام ناهنجاری از بی ثباتی در شبکه، تولید برق ناکارآمد و سایر تلفات جلوگیری می کند (Jaiswal et al., 2020). تشخیص و تجزیه و تحلیل الگوهای مصرف غیرعادی انرژی در زمان واقعی نه تنها می تواند فرآیند صرفه جویی در انرژی را ارتقا دهد، بلکه می تواند به ردیابی خرابی های دستگاه از طریق تجزیه و تحلیل تغییرات ناگهانی و غیرمنتظره در مصرف انرژی کمک کند (Gaur et al., 2019). تشخیص ناهنجاری روشی برای یافتن الگوهایی در داده هایی است که رفتار مورد انتظار را ندارند. علت ناهنجاری ها می تواند بسیار باشد، مانند وسایل برقی که به درستی کار نمی کنند و یا بیش از حد معمول برق مصرف می کنند. فراموشی در جدا کردن شارژر و در حالت آماده به کار گذاشتن وسایل غیر ضروری، رایج ترین رفتارهای متناقض در مدیریت انرژی در میان خانوارها است (Hu et al., 2020). لازم است هنگامی که رفتار غیرعادی مصرف انرژی شناسایی شد، به کاربر نهایی اطلاع داده شود. به عنوان مثال داده های کنتورهای هوشمند را با روش های تشخیص ناهنجاری بررسی کنیم و رفتارهای غیرعادی را شناسایی کرده و هشدارها را در زمان واقعی برای جلوگیری از خطرات احتمالی به خانوارها اطلاع دهیم. در ادامه این روش های رایج را بررسی خواهیم کرد.

۲.۲. رویکرد های رایج در تشخیص ناهنجاری مصرف انرژی

تشخیص ناهنجاری در الگوهای مصرف برق خانوارها معمولاً توسط سیستم‌های هوش مصنوعی و تحلیل داده‌ها انجام می‌شود. برای متمایز کردن ناهنجاری‌ها، از روش‌ها و الگوریتم‌های مختلف استفاده می‌شود. و همچنین از مجموعه داده‌هایی برای آموزش و آزمایش مدل‌ها استفاده می‌شود. تشخیص ناهنجاری تحت نظارت، نیمه نظارت و بدون نظارت، سه تکنیک اصلی شناسایی الگوهای انرژی نامنظم با توجه به در دسترس بودن یا نبودن داده‌های برچسب دار هستند (Capozzoli et al., 2018). Himeur و همکاران. روشی را معرفی کردند که در آن تعریفی از مصرف برق نرمال و غیرعادی معرفی شده است که با الهام از پارادایم ریز لحظه، یک رویکرد جدید ارائه شده که برای تشخیص مصرف انرژی غیرعادی مصرف انرژی مشترکین را به پنج کلاس اصلی تقسیم می‌کنند که به شرح زیر است: «استفاده خوب»، «روشن کردن دستگاه»، «خاموش کردن دستگاه»، «مصرف بیش از حد» و «مصرف در خارج از منزل». علاوه بر تشخیص ناهنجاری‌های مصرف بیش از حد انرژی که مصرف غیر عادی شناسایی می‌شود، شکل جدیدی از مصرف عمدتاً مربوط به مصرف در حالی که کاربران نهایی غایب هستند (یعنی خارج از خانه) هستند. در این مقاله رویکردی ارائه شده که این شکل از مصرف هم در نظر گرفته شده است. و در ادامه از روش یادگیری عمیق^۱ برای طراحی مدل خود استفاده کردند (Himeur et al., 2020b).

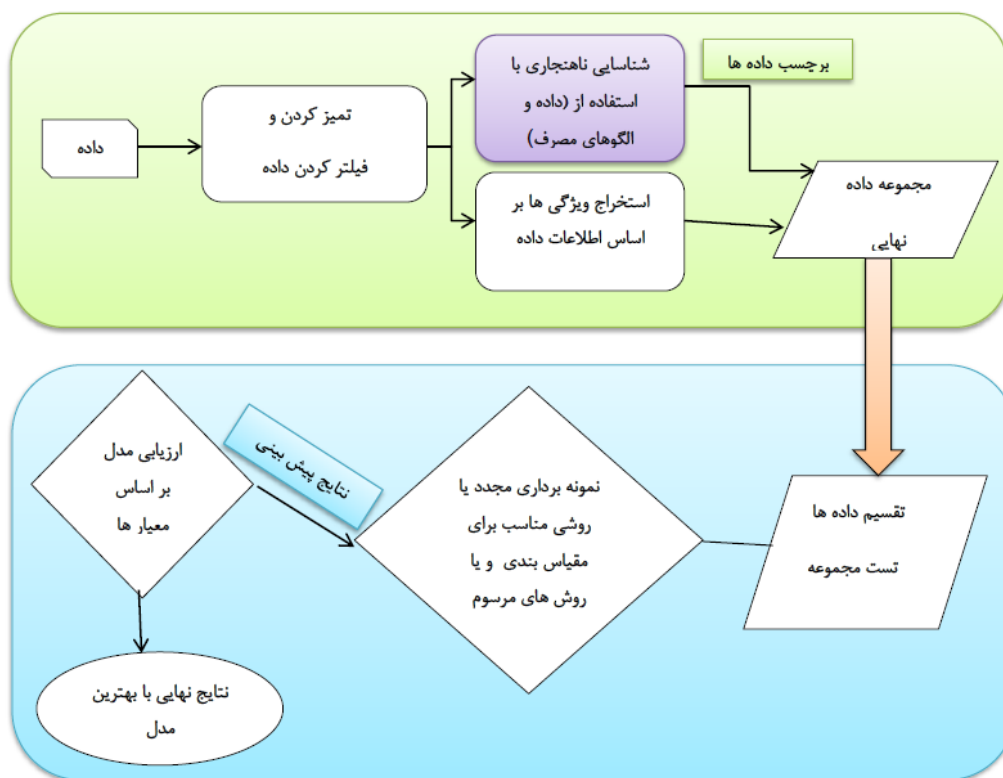
Zhang و همکاران یک روش تطبیقی برای تشخیص ناهنجاری‌ها در داده‌های کنتور هوشمند معرفی کردند. آنها مجموعه داده‌ها را با استفاده از الگوریتم^۲ GMM-LDA تجزیه و تحلیل خطی مدل مخلوط گاوسی برچسب‌گذاری کردند، که برخی از مجموعه داده‌ها را برای به دست آوردن نمایش ویژگی بهینه الگوهای عادی و غیرعادی خوشه‌بندی می‌کند. متعاقباً، آنها از طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبانی بهینه سازی ازدحام عملی^۳ PSO-SVM و برای یادگیری از داده‌های برچسب دار و پیش بینی داده‌های بدون برچسب استفاده کردند (Zhang et al., 2019). الگوریتم خوشه بندی KNN^۴ برای تشخیص داده‌های غیرعادی از عادی با استفاده از اندازه گیری فاصله نقطه به نقطه کار تحقیقاتی Janetzko و همکاران. که رفتار نابجا را در سناریوی اصلی استفاده به عنوان تغییری از الگوی روزانه مورد انتظار تعریف کردند. آنها دو روش را معرفی کردند که می‌توانند با تناوب داده‌های مصرف انرژی سازگار شوند. رویکرد اول، میزان خطا را با استفاده از پیش‌بینی وزنی تخمین زد که در آن اندازه‌گیری‌های فعلی تأثیر قابل توجهی نسبت به اندازه‌گیری‌های قدیمی‌تر دارد. رویکرد دوم از تشخیص ناهنجاری مبتنی بر شباهت پس از تبدیل الگوی روزانه به حوزه فرکانس توسط تبدیل فوریه استفاده کرد. علاوه بر این، آنها طیف وسیعی از تکنیک‌های تجسم سری زمانی را برای درجات ناهنجاری ارائه کردند که به تجزیه و تحلیل و درک رفتار مصرف انرژی کمک می‌کند (Janetzko et al., 2014). هدف اصلی این رویکرد ها در مرحله اول شناسایی ناهنجاری‌ها در داده‌های مصرف انرژی و در مرحله دوم به دست آوردن بهترین مدل برای طبقه بندی رویدادهای آینده است که می‌توان به طور خلاصه در شکل ۱ مشاهده کرد.

1. Deep Learning

2. Gaussian Mixture Models- Linear Discriminant Analysis

3. Particle Swarm Optimization-Support vector machines

4. K-Nearest Neighbors



شکل ۱. گردش کلی رویکرد ها.

۳.۲. تأثیرات مثبت بر جامعه و محیط زیست

- افراز انرژی با تشخیص ناهنجاری در مصرف برق خانه ها به کاهش هزینه های انرژی برای خانواده ها منجر می شود. استفاده از اعلان ها و اطلاعیه ها در تشخیص ناهنجاری، آگاهی افراد را نسبت به الگوهای مصرف برق و تأثیر آن بر هزینه ها و محیط زیست افزایش می دهد. سیستم می تواند اعلان ها و اطلاعیه های هوشمند ایجاد کند تا خانواده را در مورد ناهنجاری ها و نکات بهینه سازی مطلع کند. این اعلان ها می توانند به صورت تعاملی باشند و از خانواده خواسته شود در مواقع خاص اقداماتی انجام دهند. این آگاهی می تواند افراد را به رفتارهای بهینه تر در مصرف انرژی هدایت کند. مشارکت فعال خانواده ها در فرآیند تشخیص ناهنجاری می تواند به عنوان یک فعالیت جمعی مثبت اجتماعی باشد. این مشارکت ممکن است احساس ارتباط بیشتری در جامعه را ایجاد کرده و ارتباطات خانواده ها را تقویت کند.
- با بهینه سازی مصرف انرژی و جلوگیری از ناهنجاری های مصرف، میزان انتشار گازهای گلخانه ای کاهش می یابد. این اقدام می تواند به کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی کمک کند. افزایش ایمنی در مصرف انرژی منجر به صرفه جویی در منابع طبیعی نظیر سوخت های فسیلی می شود. این تأثیر به حفظ تعادل در طبیعت و جلوگیری مصرف بی رویه انرژی کمک می کند. توسعه و استفاده از سیستم های تشخیص ناهنجاری می تواند به تشویق استفاده از فناوری های پاک و مدیریت هوشمند انرژی در خانه ها کمک کند.

۴.۲. چالش ها و راه کارها

از جمله چالش های موجود عدم وجود داده های مشروح می باشد. استفاده از اعلان ها و اطلاعیه ها در محیط خانه برای تشخیص ناهنجاری ممکن است به مسائل حفظ حریم شخصی مواجه شود. برخی افراد ممکن است احساس ناراحتی کنند که اطلاعات مصرف انرژی آن ها به اشتراک گذاشته می شود. برای موفقیت سیستم، نیاز به اعتماد به داده ها و دقت در تشخیص ناهنجاری ها

است. اگر داده‌های ورودی ناقص یا نادرست باشند، ممکن است سیستم به طور غلط ناهنجاری‌هایی را تشخیص دهد یا به عکس از آن‌ها گذشته شود. افزایش آگاهی و ارتقاء نظارت بر حفظ حریم شخصی افراد از طریق سیاست‌های شفافیت و توضیح در مورد نحوه استفاده از داده‌ها، می‌تواند افراد را به مشارکت فعال تر در سیستم تشویق کند. بهینه‌سازی الگوریتم‌های تشخیص ناهنجاری و استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین پیشرفته می‌تواند دقت سیستم را افزایش دهد. همچنین، استفاده از داده‌های ورودی با کیفیت و بررسی دقیق از دقت تشخیص می‌تواند اعتماد به سیستم را بالا ببرد. ایجاد برنامه‌های ترویجی و پاداش‌های اقتصادی یا اجتماعی برای مشارکت فعال خانواده‌ها می‌تواند مقاومت‌های فرهنگی را کاهش دهد. این راهکارها می‌توانند به ایجاد سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند و مؤثرتر در حوزه تشخیص ناهنجاری کمک کنند.

۳. نتیجه‌گیری

تشخیص ناهنجاری در داده‌های مصرف برق خانوارها برای مدیریت بهینه انرژی، کاهش هزینه‌های انرژی، و حفظ محیط زیست اساسی است. این مقاله نشان داده است که تکنیک‌های هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری قدرتمند می‌توانند در این زمینه به کار گرفته شوند. ترکیب این تکنیک‌ها با الگوریتم‌های تشخیص ناهنجاری، دقت تشخیص را افزایش می‌دهد. می‌توان اعلان‌های هوشمند ایجاد کرد تا خانواده را در مورد ناهنجاری‌ها و نکات بهینه‌سازی مطلع کند. این بهینه‌سازی باعث افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های مرتبط با مصرف انرژی خانوارها می‌شود. در نتیجه تشخیص ناهنجاری مصرف برق با تکنیک‌های هوش مصنوعی به حفظ محیط زیست کمک می‌کند.

مراجع

1. Capozzoli, A., Piscitelli, M. S., Brandi, S., Grassi, D., & Chicco, G. (2018). Automated load pattern learning and anomaly detection for enhancing energy management in smart buildings. *Energy*, 157, 336-352 .
2. Gaur, M., Makonin, S., Bajić, I. V., & Majumdar, A. (2019). Performance evaluation of techniques for identifying abnormal energy consumption in buildings. *IEEE Access*, 7, 62721-62733 .
3. Himeur, Y., Alsalemi, A., Bensaali, F., & Amira, A. (2020a). Improving in-home appliance identification using fuzzy-neighbors-preserving analysis based QR-decomposition. International congress on information and communication technology,
4. Himeur, Y., Alsalemi, A., Bensaali, F., & Amira, A. (2020b). A novel approach for detecting anomalous energy consumption based on micro-moments and deep neural networks. *Cognitive Computation*, 12, 1381-1401 .
5. Hu, S., Yan, D., Azar, E., & Guo, F. (2020). A systematic review of occupant behavior in building energy policy. *Building and Environment*, 175, 106807 .
6. Jaiswal, R., Chakravorty, A., & Rong, C. (2020). Distributed fog computing architecture for real-time anomaly detection in smart meter data. 2020 IEEE sixth international conference on big data computing service and applications (BigDataService)
7. Janetzko, H., Stoffel, F., Mittelstädt, S., & Keim, D. A. (2014). Anomaly detection for visual analytics of power consumption data. *Computers & Graphics*, 38, 27-37 .
8. Liu, X., & Nielsen, P. S. (2016). Regression-based online anomaly detection for smart grid data. *arXiv preprint arXiv:1606.05781* .
9. Sardianos, C., Varlamis, I., Chronis, C., Dimitrakopoulos, G., Himeur, Y., Alsalemi, A., Bensaali, F., & Amira, A. (2020). A model for predicting room occupancy based on motion sensor data. 2020 IEEE international conference on informatics, IoT ,and enabling technologies (ICIoT)

10. Zhang, L., Wan, L., Xiao, Y., Li, S., & Zhu, C. (2019). Anomaly Detection method of Smart Meters data based on GMM-LDA clustering feature Learning and PSO Support Vector Machine. 2019 IEEE sustainable power and energy conference (ISPEC)

الزامات اخلاقی نگارش مقاله

نویسنده/ ارسال کننده مقاله آقای/خانم نرگس شیردل متعهد می‌شود:

- مقاله ارسالی حاصل کار پژوهشی ایشان (و همکاران) بوده و در مواردی که از دستاوردهای تحقیقاتی دیگران استفاده شده، مطابق ضوابط و رویه معمول، مشخصات منابع مورد استفاده درج شده است.
- مقاله ارسالی (یا ترجمه آن) و مقاله‌ای با همپوشانی قابل توجه با این مقاله قبلاً در هیچ مجله و یا کنفرانس ارائه نشده و به طور همزمان نیز در حال ارزیابی در مجله یا کنفرانس دیگری نیست.
- همه نویسندگان مقاله از کلیه محتویات علمی و نیز ترتیب قرارگیری نام و مشخصات و وابستگی شغلی خود در مقاله آگاهی و رضایت کامل دارند.
- چنانچه هر زمان خلاف موارد فوق و یا بروز هرگونه تقلب یا تخلف پژوهشی در رابطه با این مقاله اثبات شود، عواقب ناشی از آن متوجه نویسنده مقاله است و دبیرخانه کنفرانس مجاز است با ایشان (و همکاران) مطابق با ضوابط و مقررات رفتار نموده و هیچ‌گونه ادعایی قابل قبول نخواهد بود.

محل امضا

