

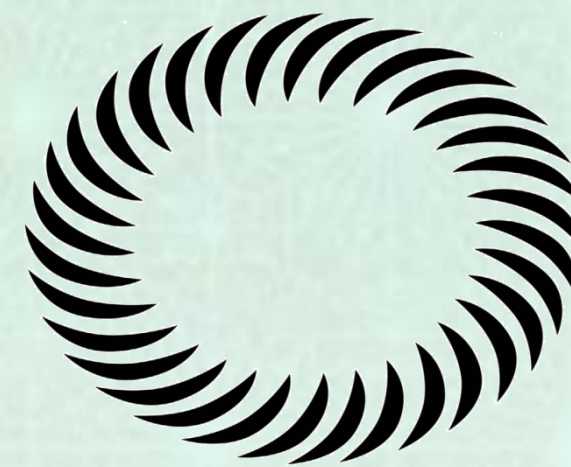


نمایشگاه هفته پژوهش و فناوری
دانشگاه صنعتی همدان
آذر ۱۴۰۴

پیش بینی بار الکتریکی کوتاه مدت با استفاده از شبکه های عصبی دینامیک حوزه زمان

خدیجه لشیینی، رضانعلی نقی زاده، زهره نقیعی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی همدان
naghizadeh@hut.ac.ir

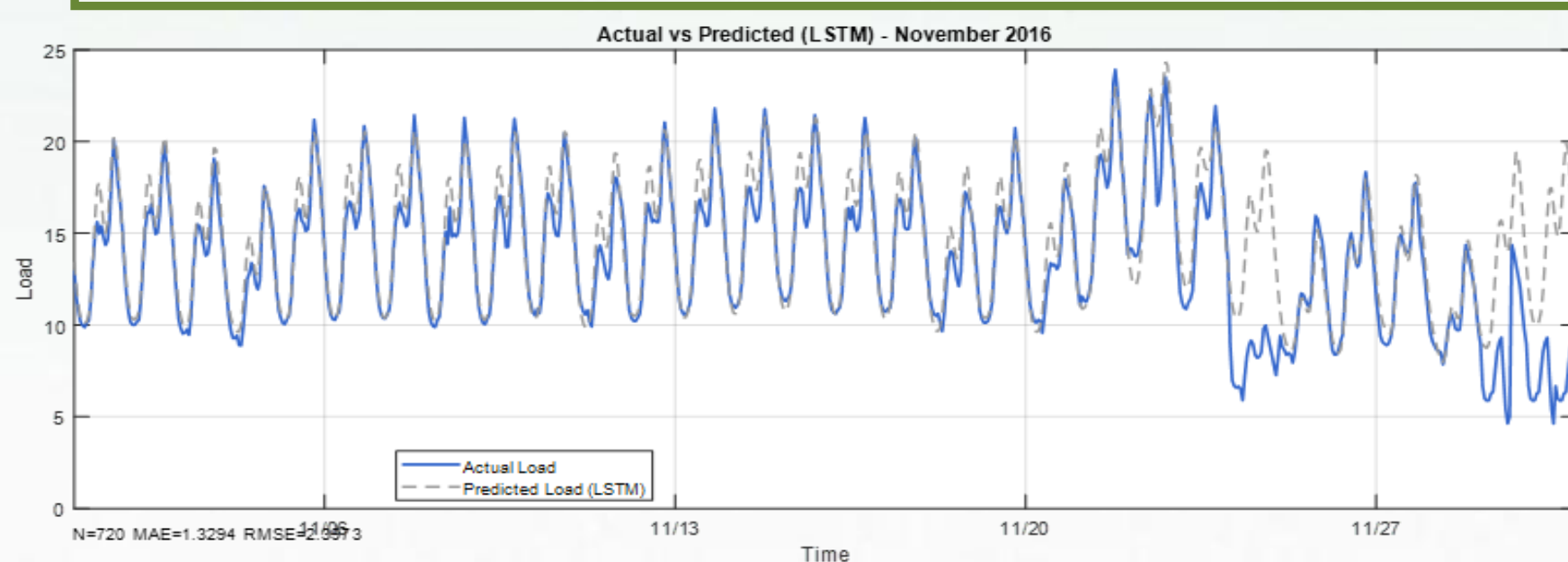


هفته ملی پژوهش و فناوری

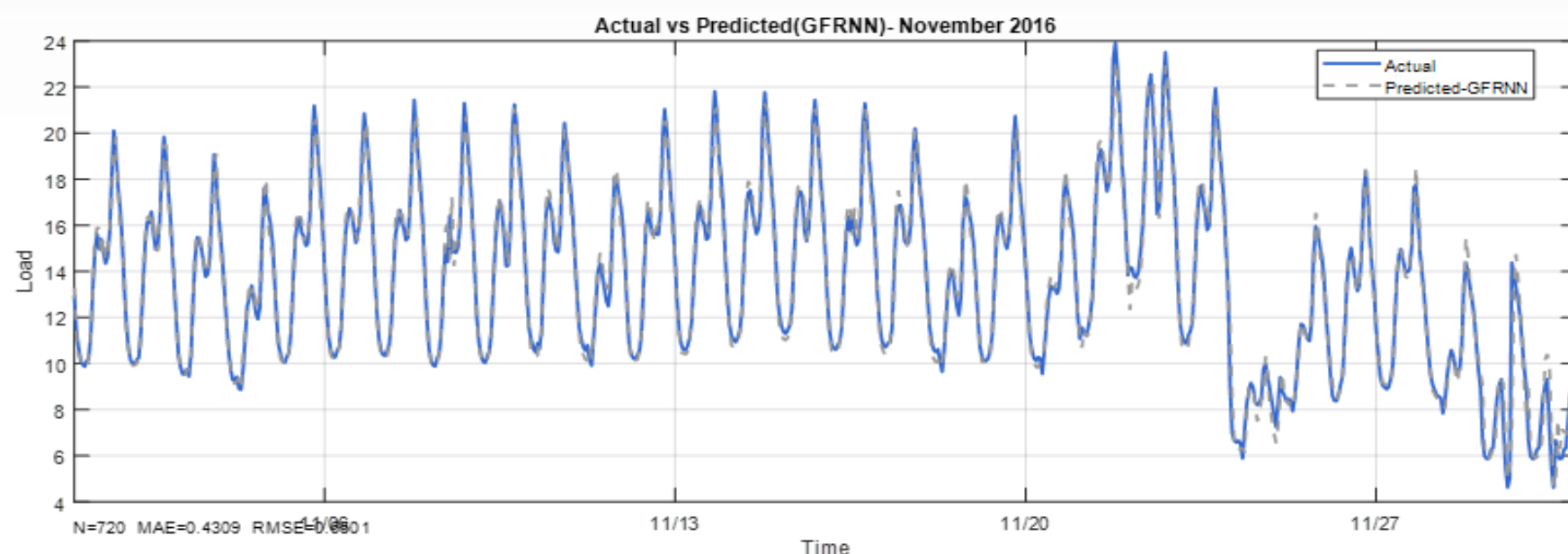
چکیده

پیش بینی بار الکتریکی کوتاه مدت نقش مهمی در بهره برداری بهینه از شبکه های قدرت، برنامه ریزی تولید و مدیریت بازار برق ایفا می کند. با توجه به ماهیت نوسانی و غیرخطی بار مصرفی، مدل های یادگیری عمیق به عنوان رویکردی کارآمد برای افزایش دقت پیش بینی مورد توجه قرار گرفته اند. در این پژوهش، به منظور بهبود قابلیت مدل سازی وابستگی های زمانی پیچیده، معماری شبکه عصبی بازگشتی با بازخورد گیت دار (GF-RNN) به کار گرفته شده است. مدل پیشنهادی با استفاده از داده های واقعی تاریخی بار استان همدان و برخی متغیرهای اثرگذار آموزش داده شده و عملکرد آن با یک مدل LSTM مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که مدل GF-RNN توانسته است خطای پیش بینی را کاهش داده و همبستگی بالاتری میان مقادیر واقعی و پیش بینی شده ایجاد کند. رفتار مدل در تعقیب روند بار و شناسایی نقاط اوج و افت نیز از دقت بالاتری برخوردار بوده است. یافته های پژوهش حاکی از آن است که معماری GF-RNN می تواند به عنوان رویکردی مؤثر برای ارتقای دقت پیش بینی بار الکتریکی کوتاه مدت و پشتیبانی از تصمیم سازی در مدیریت شبکه قدرت مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: پیش بینی بار الکتریکی کوتاه مدت، شبکه عصبی دینامیک، شبکه عصبی بازگشتی با بازخورد گیت دار



(a)



(b)

شکل ۱- (a) مقایسه بار الکتریکی واقعی با مقادیر پیش بینی شده توسط مدل LSTM در بازه زمانی نوامبر ۲۰۱۶. (b) مقایسه بار الکتریکی واقعی با مقادیر پیش بینی شده توسط مدل GF-RNN در بازه زمانی نوامبر ۲۰۱۶.

راهنمای پیشنهادی

استفاده از مدل GF-RNN برای پیش بینی دقیق بار کوتاه مدت. ادغام داده های زمانی و محیطی و بهینه سازی پارامترهای شبکه عصبی برای کاهش خطا. مقایسه مدل ها و اعمال بازخورد مستمر جهت افزایش دقت و قابلیت اعتماد پیش بینی.

منابع

- [1] He, Xin, Wenlu Zhao, Zhijun Gao, Licheng Zhang, Qiushi Zhang, and Xinyu Li. "Short-term load forecasting by GRU neural network and DDPG algorithm for adaptive optimization of hyperparameters." Electric Power Systems Research 238 (2025): 111119.
- [2] Chung, Junyoung, Caglar Gulcehre, Kyunghyun Cho, and Yoshua Bengio. "Gated feedback recurrent neural networks." In International conference on machine learning, pp. 2067-2075. PMLR, 2015.
- [3] Wang, Yi, Yimin Qian, Jian Zheng, Zhuang Hu, Qiao Chen, Kai Ding, and Shuqian Tian. "Research on Short-Term Electricity Load Forecasting Model Based on SWT-ResNet-LSTM." In 2023 3rd International Conference on Energy, Power and Electrical Engineering (EPEE), pp. 1268-1272. IEEE, 2023.

تایید استاد راهنما

رضا علی نوری

نام و امضا استاد راهنما:

تایید تحصیلات تکمیلی:

تایید امور پژوهشی:

مقدمه

افزایش روند مصرف برق و پیچیده تر شدن الگوهای مصرف در شبکه های قدرت، اهمیت پیش بینی بار الکتریکی کوتاه مدت را بیش از پیش آشکار ساخته است. این پیش بینی نقش کلیدی در برنامه ریزی تولید، مدیریت بهینه منابع و جلوگیری از اختلالات و خاموشی های ناخواسته دارد. روش های سنتی نظیر مدل های آماری ARIMA و رگرسیون خطی، به دلیل فرضیات ساده ساز و ناتوانی در شناسایی روابط غیرخطی و پویا میان متغیرها، دیگر پاسخگوی نیاز شبکه های مدرن نیستند. در سال های اخیر، روش های مبتنی بر یادگیری عمیق به دلیل توانایی بالا در مدل سازی سری های زمانی و استخراج الگوهای پیچیده، به طور گسترده در پیش بینی بار به کار گرفته شده اند. در این میان، معماری Gated Feedback RNN (GF-RNN) که نخستین بار توسط Chung و همکاران معرفی شد، با بهره گیری از مسیرهای بازخورد گیت دار و مکانیزم Global Reset Gates امکان یادگیری وابستگی های چندسطحی و بهبود دقت پیش بینی را فراهم می سازد [۲].

اهداف و روش پژوهش

هدف اصلی این پژوهش، توسعه یک مدل هوشمند برای پیش بینی بار الکتریکی کوتاه مدت با بهره گیری از معماری Gated Feedback RNN (GF-RNN) است تا محدودیت های مدل های کلاسیک و شبکه های بازگشتی مرسوم در یادگیری وابستگی های زمانی پیچیده کاهش یابد [۲و۱]. در این راستا، داده های تاریخی بار الکتریکی به همراه متغیرهای مؤثر شامل تاریخ، ساعت، دما و شرایط آب و هوایی گردآوری و پس از پاک سازی، تبدیل تاریخ به ویژگی های زمانی، و نرمال سازی داده ها، به مجموعه های آموزش و آزمون تقسیم شد. مدل GF-RNN با استفاده از سازوکار بازخورد گیت دار و Global Reset Gates آموزش داده شد تا الگوهای چندسطحی بار را بهتر استخراج کند [۲]. عملکرد مدل با معیارهای خطایی نظیر MAE، RMSE، MAPE و R^2 ارزیابی و با مدل LSTM [۳] مقایسه گردید.

یافته های پژوهش

مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۱، مدل پیشنهادی GF-RNN نسبت به مدل LSTM عملکرد دقیق تری در پیش بینی بار الکتریکی کوتاه مدت داشته است. همچنین، همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می شود، تطابق مناسبی میان مقادیر واقعی و مقادیر پیش بینی شده توسط مدل GF-RNN وجود دارد؛ به گونه ای که این مدل با دقت بیشتری روند مصرف و تغییرات بار در بازه های زمانی مختلف را دنبال کرده و خطای کمتری در نقاط اوج و افت بار نسبت به مدل LSTM [۳] به جا می گذارد.

جدول ۱- تحلیل مقایسه ای مدل های GF-RNN و LSTM بر اساس معیارهای کمی ارزیابی برای پیش بینی بار الکتریکی کوتاه مدت

Model	MAE	MAPE %	RMSE	R^2	Accuracy
GF-RNN	0.37	2.56%	0.6	0.98	97.44
LSTM	0.801	3.74%	0.64	0.95	96.26