

CNN-LSTM とアンサンブル学習を用いた 電力スポット価格予測

王 子洋*, 前 匡鴻, 松橋 隆治 (東京大学)

Electricity Spot Price Forecasting Using a CNN-LSTM Ensemble Learning Method
Ziyang Wang, Masahiro Mae, Ryuji Matsuhashi (The University of Tokyo)

1. 電力スポット価格予測の必要性

21世紀に入り、風力や太陽光などの再生可能エネルギー (RES) の大規模の導入により、電力生成の変動と予測不可能性が増加した⁽¹⁾。電力スポット市場での電力価格予測 (EPF) は、この変化するエネルギー環境の中での重要な課題である。本研究では、電力特性を含む複数のデータソースを利用した CNN-LSTM モデルとアンサンブル学習のアプローチを使用して EPF の精度を向上させる方法を提案する。

2. CNN-LSTM モデル

時系列予測における CNN-LSTM モデルの優れた性能を着目し、EPF 用の CNN-LSTM モデルを設計して適用した。この CNN-LSTM モデルの実装とトレーニングは Python の keras ライブラリを使用した。CNN-LSTM モデルの優位性は既存の文献で十分に確立されているため⁽²⁾、簡潔化のため、この研究では ARIMA、MLP、CNN、RNN、または LSTM などの他のモデルとの比較は行わない。したがって、本研究では CNN-LSTM モデルを使用して異なる特徴データセットを比較することに焦点を当てている。

3. アンサンブル学習

アンサンブル学習は、複数の学習モデルを組み合わせることで予測精度を向上させる技術である。本研究では、CNN-LSTM モデルを用いたアンサンブル手法を使用した。特筆すべきなのは、全ての CNN-LSTM モデルにおいて全く同じハイパーパラメータを使用し、GPU を活用して複数回に渡ってトレーニングを実施した点である。それぞれのトレーニングから得られる異なるモデルを用いてテストデータに適用することにより、予測精度を大幅に向上させることができた。このアプローチは、ランダムな要素や初期状態の違いによって得られる複数の予測結果を統合することで、単一モデルの使用に比べてより正確な予測を可能にし、予測対象の非線形性や不確実性が高い場合に特に有効である⁽³⁾。

4. 使用データ

電力スポット価格予測のために使用するデータセットには、九州エリアの過去の電力価格、気象情報 (気温、風速、日照時間など)、翌日の供給予備率予測データ、カレンダー

情報 (平日、祝日) などが含まれる。これらのデータを使い、7日間のデータを1つの窓にして CNN-LSTM モデルの入力として利用される。更に、翌日の電力スポット価格予測の図示を下記の図 1 で示している。テスト期間を 2022 年 1 月 1 日から 2022 年 12 月 31 日までとした。

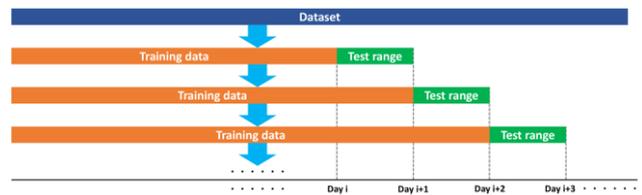


図 1 一日ずつ予測のデータ使用の図示

5. 結果と考察

実験結果から、CNN-LSTM モデルとアンサンブル学習の組み合わせを使い、提案した異なるデータソースを全部合わせて上、一番高い電力スポット価格の予測精度を得られた。更に、アンサンブル学習手法を利用することで、単一のモデルと比べて、著しく予測精度を向上させることができた。

文献

- (1) Abdelilah Y, Bahar H, Criswell T, Bojek P, Briens F. Renewables 2020: Analysis and Forecast to 2025. IEA: Paris, France 2020.
- (2) Lu W, Li J, Li Y, Sun A, Wang J. A CNN-LSTM-Based Model to Forecast Stock Prices. Complexity 2020;2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6622927>.
- (3) Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. Deep Learning. MIT