

平成 22 年 8 月 9 日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 千住 智信 

副査 金城 寛 

副査 浦崎 直光 

### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 総合知能工学専攻 氏名 AREEKUL, PHATCHAKORN 学籍番号 <span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>	
指導教員	千住 智信	
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	Application of Artificial Neural Network and Hybrid Correction Techniques for Short Term Price Forecasting in Deregulated Electricity Market (和文題目:電力自由化環境下における人工知能ニューラルネットワークとハイブリッド修正法による短時間先電力価格予測)	
審査要旨 (2000 字以内)	<p>地球温暖化対策として太陽光発電設備や風力発電設備の導入が近年極めて急速に進展しており、今後さらにその普及が全世界で進むと考えられる。また、高効率にエネルギーを供給するための小型ガスタービン（ガスエンジン）発電機や燃料電池を需要家へ設置して電力と排熱を同時利用する熱電併給方式も進んでいる。さらに、電力供給事業者は、発電設備の設備利用率を向上することにより発電コスト低減を達成するために時間帯別電力料金制度を導入している。このような状況に加えて、諸外国では電力供給事業者の新規参入を促すことにより、電力価格の低減を達成する目的で電力取引市場も創設されている。</p>	

(次頁へ続く)

電力取引市場が開設されることにより多種多様な電力供給事業者が電力供給に参加することにより電力供給信頼度向上と電力価格低減が図られる。しかしながら、自然エネルギー発電設備の発電電力は大きく変動し、さらに気象条件で電力消費量は大きく変動することから、電力取引市場へ参入する電力供給事業者が利益を得ることが困難になることが考えられる。また、電力取引市場における電力価格が大暴落あるいは高騰すると安定的な利益を確保するための発電設備運用計画の立案が困難となる。従って、電力取引市場の健全な形成と安定的な運用のために、翌日から数週間にわたる電力価格の予測が非常に重要となる。

そこで本研究では、数時間から1週間の期間にわたる電力取引市場の電力価格予測手法を検討している。本研究の提案手法は、入手が容易な過去の電力価格を利用しており、入手困難な電力系統情報を一切使用していないことに特徴を有している。従って、簡単なシステムで短時間で実用的な電力価格の予測が可能である。提案手法の有効性は、他の提案手法の予測精度と比較することによりシミュレーションにより示されている。本研究で達成された解決手法を要約すると以下の内容となる。

1. ニューラルネットワークを用いた電力価格予測手法が既に提案されているが、本研究では予測精度を向上するために、ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) モデルと組み合わせるハイブリット手法を提案している。ニューラルネットワークのニューロン数を最適化することにより予測精度を向上できることを示している。
2. 季節または気象条件で電力価格予測誤差が大きくなることを防ぐために、ラフセット理論とニューラルネットワークを組み合わせた電力価格予測法を提案している。予測誤差を低減するためにはニューラルネットワークの学習が重要であることが既に明らかにされているが、本研究では学習を効率的に行うためのデータ選別をラフセット理論により行うことを提案している。提案手法を用いることでニューラルネットワークを効率的に学習可能で試行錯誤的な学習方法と比較して予測誤差が低減できることが明らかにされている。
3. ニューラルネットワークの学習を効率的に行うため、電力価格データをウェーブレット変換し、ニューラルネットワークの予測に用いている。提案されている手法はスパイク状の電力価格変動に対しても有効であり、急激な電力価格も予測できることに特徴を有している。

提案された上記の手法は、ニューラルネットワークの構造最適化、学習最適化、入力データ最適化とみなすことも可能で、これまでとは異なる新しい電力価格予測手法の提案を行っているといえる。

したがって、本研究成果は工学的に有用であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものと判断し、学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答において、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに琉球大学大学院理工学研究科博士後期課程修了者として十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験を合格とする。

論 文 要 旨

Abstract

論文題目

Title : Application of Artificial Neural Network and Hybrid Correction Techniques for Short Term Price Forecasting in Deregulated Electricity Market  
電力自由人工知化環境下における人工知能ニューラルネットワークとハイブリッド修正法による短時間先電力価格予測

Short term price forecasting (STPF) has become increasingly necessary and more complex for all kinds of market participants, as evident from the various approaches that exist today; partly because ongoing market reform create continuous changes in the dynamics of prices, and partly because electricity prices exhibit complex volatility patterns. Recently, artificial neural networks (ANNs) have been extensively studied which the major advantage of neural networks is their flexible nonlinear modeling capability. Using hybrid model or combining several models has become a common practice to improve the forecasting which combination of forecasts from more than one model often leads to improved forecasting performance.

In this dissertation, we presented an improved short term price forecasting model based on artificial neural network (ANN) with hybrid correction method, which is a combination of ANN and stationary time series models such as ANN-ARIMA, which is proposed to analyze the linear part of the problem afterwards ANN is developed to model the residuals from the ARIMA model. The results from the ANN can be used as predictions of the error terms for the ARIMA model. For the ANN-Wavelet transform approach is proposed to implement to the time series data, decomposing the data into number of wavelet coefficient signals. The decomposed signals are then fed into ANN for training. To obtain the predict forecast, the outputs from the ANN are recombined using the same wavelet technique. These method is examined by using the data of Australian National Electricity Market (NEM). Empirical results indicate that the combination proposed can improve the price forecasting accuracy. Furthermore, future scope of applying the scheme with data mining techniques such as rough sets in short term price forecasting. For the proposed method, ANN is employed as the forecasting method, and its learning data is selected by using rough sets theory. This method is examined by using the data of Pennsylvania-New Jersey-Maryland (PJM) market. From the simulation results, it is observed that the proposed method is useful for next-day peak price forecasting, which helpful for suitable bidding strategy and risk management tool for market participants in a deregulated electricity market.

Name : AREEKUL, PHATCHAKORN