

八戸工業大学における日最大および毎時電力需要予測に関する研究

Daily Maximum Electricity Demand and Hourly Electricity Demand Forecasting in Hachinohe Institute of Technology

花田一磨*

K. Hanada*

*八戸工業大学

*Hachinohe Institute of Technology

キーワード：ニューラルネットワーク (Artificial Neural Network), 電力需要予測 (Load Forecasting)

連絡先：〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開 88-1 八戸工業大学工学部電気電子システム学科
花田研究室

花田一磨, Tel. :(0178)25-8136, Fax. :(0178)25-1430, E-mail :hanada@hi-tech.ac.jp

1. はじめに

地球環境問題やエネルギー資源問題への対策の一つとして省エネルギーは重要であり、大学においても省エネルギーが求められている。省エネルギーを効果的に行うには、エネルギーの管理側におけるエネルギー使用状況の把握が必要なのはもちろんのこと、エネルギーを消費する利用者の省エネルギー活動への参加・協力も必要である。そのため、本研究では東京電力が夏季に行っている「でんき予報」^[1]のように、大学の電力需要の予測値のアナウンスにより省エネルギーを呼びかけるシステムの構築を目指し、ニューラルネットワークの一つであるラジアル基底関数ネットワーク (Radial Basis Function Networks: RBFN)^[2]を用いて八戸工業大学における毎時の電気使用量や毎日の最大使用電力量を予測している^{[3][4]}。

本学では昨年度末に学内各棟の使用電力量をモニタリングする電力監視システムが更新され、さらに学生による省エネ活動も組織的に実施されようとしており、本論文では電力監視システムの活用と省エネルギー実践の呼びかけのため、以前構築した RBFN の

入力要素の再選定を行い、予測精度を向上させることを目的とする。

2. ラジアル基底関数ネットワーク

ラジアル基底関数ネットワークは中間層にガウス関数などの基底関数を用いたニューラルネットワークの一つである。ニューラルネットワークにおいて良く用いられる誤差逆伝播法とは異なり、RBFN は入力要素のクラスタリング機能を持っており、入力要素を特徴に分けて学習することにより統計的な特徴を持つ学習を行うことができる。

RBFN に n 個の入力ベクトル $\mathbf{x}_i(i=1,2,\dots,n)$ が入力されると、それらは m 個の基底関数 $g_j(j=1,2,\dots,m)$ に与えられる。この基底関数の出力を重み $w_j(j=1,2,\dots,m)$ で線形結合することにより、下式(1)に示す RBFN の出力 $f(\mathbf{x})$ を得ることができる。

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^m w_j g_j(\mathbf{x}) \quad (1)$$

3. 八戸工業大学における日最大電気使用量予測

本論文では SPSS Neural Network の放射基底関数 (RBFN) を使用しシミュレーションを行っている。使用するデータは 2005/1/1～2007/1/31 までの (1) 八戸工業大学の日最大電気使用量、(2) 八戸測候所におけるアメダスデータの最大気温、最低気温、天気概況、(3) 八戸工業大学における長期休業や体育祭等の行事の情報である。

RBFN の学習結果を検討するため、全期間のうち、検証用データとして 2005/2/13～2/19、2006/6/25～7/1、10/22～10/28 のデータを用い、予測用データとして 2005/6/12～6/18、2006/1/8～1/14、5/28～6/3 のデータを用い、残りを学習用データとして使用している。

RBFN の入力要素は次の通りである。

- (1) 天気予報の情報を元とした予測対象日の最高気温、最低気温、天気の前報値、ならびに予測対象日の一週間前の日の最高気温、最低気温、天気の実績値
- (2) 予測対象日が平日であるか、行事があるか、月、曜日、元旦から数えた週数、予測対象日の一週間前の日が平日であったか、行事があったか
- (3) 予測対象日の一週間前の日の最大使用電力量の実績値

また、出力要素は予測対象日の最大使用電力量の予測値である。

以上の入力要素の組み合わせを試行錯誤的に選定し、学習結果、検証結果が最も優れた RBFN により予測を行うこととする。選定の結果、図 1 のような入力要素を持つ、入力層ユニット数 10、中間層ユニット数 12、出力層ユニット数 1 の RBFN を得た。この RBFN にて最大使用電力量を予測した結果を図 2、表 1 に示す。また、表 1 には、精度向上の評価のため、以前の予測結果^[3]も記載している。

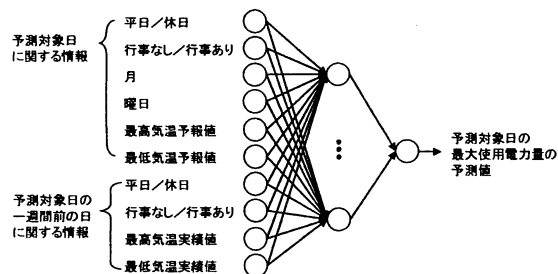


図 1 最大使用電力量を予測する RBFN

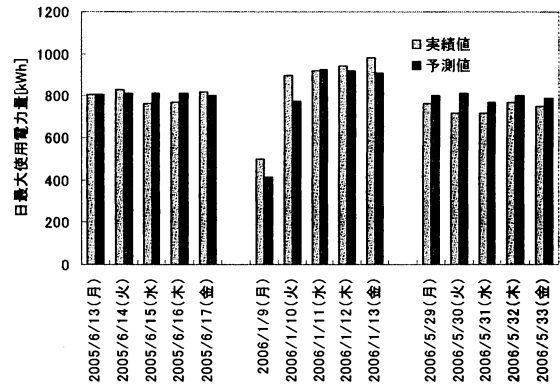


図 2 最大使用電力量の予測結果

表 1 最大使用電力量の予測結果

		学習	検証	予測
今回	平均絶対差[kWh]	52.4	40.2	46.0
	最大電力量に対する平均絶対差の割合[%]	4.95	3.80	4.34
前回	平均絶対差[kWh]	59.3	40.2	63.1
	最大電力量に対する平均絶対差の割合[%]	5.59	3.80	5.95

4. 八戸工業大学における毎時電気使用量予測

使用するデータは日最大電気使用量予測と同様に、2005/1/1～2007/1/31 までの (1) 八戸工業大学の毎時電気使用量、(2) 八戸測候所におけるアメダスデータの最大気温、最低気温、天気概況、(3) 八戸工業大学における長期休業や体育祭等の行事の情報である。また、RBFN の学習用、検証用、予測用データの期間も日最大電気使用量予測と同様に分けている。

RBFN の入力要素は次の通りである。

- (1) 天気予報の情報を元とした予測対象日の最高気温、最低気温、天気の前報値、ならびに予測対象日の一週間前の日の最高気温、最低気温、天気の実績値
- (2) 予測対象日が平日であるか、行事があるか、年、月、元旦から数えた週数、予測対象日の一週間前の日が平日であったか、行事があったか
- (3) 予測対象日の一週間前の日の毎時使用電力量の実績値

また、出力要素は予測対象日の最大使用電力量の予測値である。

以上の入力要素の組み合わせを試行錯誤的に選定し、学習結果、検証結果が最も優れた RBFN により予測を行うこととする。なお、

なお、毎時使用電力量の予測に際して、精度向上を図るため、平日の曜日ごとにネットワークを構築している。

選定の結果、表2において○で示した入力要素を持つRBFNを得た。例として、月曜日の毎時使用電力量を予測するRBFNを図3に示す。これらRBFNにて各曜日の毎時使用電力量を予測した結果を図4、表3に示す。また、表3には、精度向上の評価のため、以前の予測結果^[4]も記載している。

表2 各曜日のRBFNの入力要素、ユニット数

曜日	月	火	水	木	金
平日/休日*	○	○	○	○	○
行事*	○	×	×	○	○
年	○	○	×	○	×
月	○	○	○	○	○
日	×	○	×	×	×
元旦から数えた週数	○	○	○	○	○
最高気温*	○	○	×	○	○
最低気温*	×	○	×	○	○
天気*	○	×	×	○	○
前の週の負荷	○	○	×	×	×
入力層ユニット数	35	34	4	13	12
中間層ユニット数	24	24	23	22	24
出力層ユニット数	24				

*は予測対象日とその前週の情報を与えている。

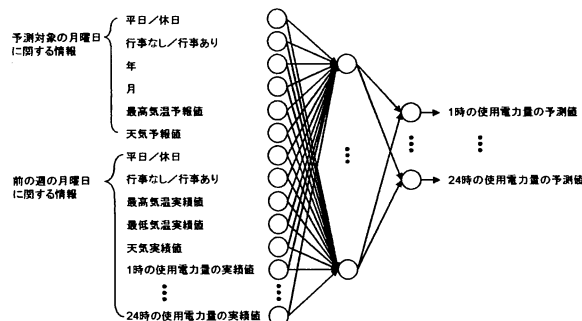
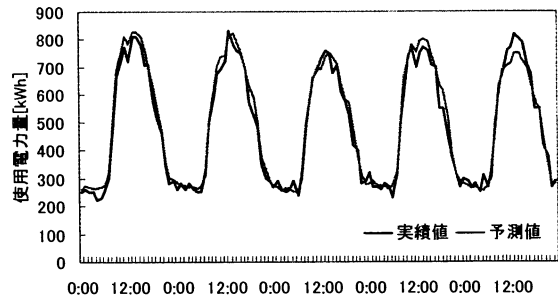


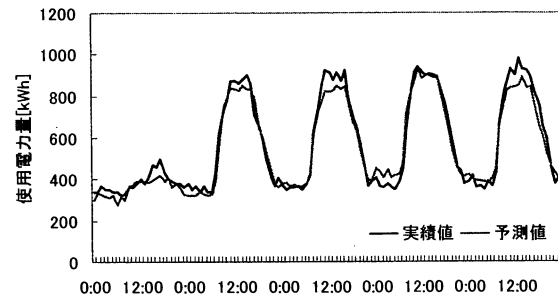
図3 月曜日における毎時使用電力量を予測するRBFN

表3 各曜日のRBFNの学習、検証、予測結果

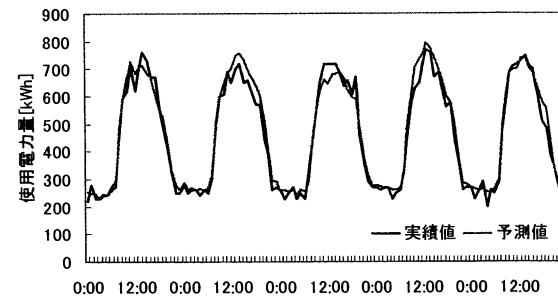
		月			火			水			木			金		
		学習	検証	予測	学習	検証	予測	学習	検証	予測	学習	検証	予測	学習	検証	予測
今回	平均絶対差[kWh]	22.1	30.4	26.2	26.4	27.5	28.5	29.8	38.1	25.9	25.3	30.4	30.3	26.6	27.5	32.1
	最大電力量に対する平均絶対差の割合[%]	2.08	2.87	2.47	2.49	2.59	2.69	2.81	3.59	2.44	2.39	2.87	2.86	2.51	2.60	3.02
前回	平均絶対差[kWh]	27.6	27.7	25.6	26.3	29.6	28.5	37.8	21.7	73.6	25.4	31.4	60.2	31.2	28.2	29.2
	最大電力量に対する平均絶対差の割合[%]	2.60	2.62	2.41	2.49	2.80	2.69	3.57	2.05	6.95	2.39	2.97	5.68	2.95	2.66	2.75



(a) 2005/6/13(月)~6/17(金)



(b) 2006/1/9(月)~1/13(金)



(c) 2006/5/28(月)~6/3(金)

図4 毎時使用電力量の予測結果

5. おわりに

八戸工業大学の日最大使用電力量および毎時使用電力量の予測精度向上のため、以前構築したRBFNについて入力要素を再選定した結果、日最大使用電力量は17[kWh]、毎時使用電力量は平均14.8[kWh]だけ絶対平均差を低減することができた。

今後は、学内の電力監視システムと組み合わせて省エネルギーの呼びかけを行い、具体的な省エネルギーに結び付けていきたい。

参考文献

- [1] 東京電力：「でんき予報」, <http://www.tepco.co.jp/forecast/index-j.html> (最終アクセス日 2009/09/07).
- [2] フィリップ・D. ワッセルマン：「ニューラル・コンピューティングー上級編ー」, 森北出版, (1998).
- [3] 花田一磨：「八戸工業大学における省エネルギーアナウンスのための電力需要予測（その2）」, 平成 21 年度電気関係学会東北支部連合大会, p.219, (2009).
- [4] 花田一磨：「ラジアル基底関数ネットワークを用いた八戸工業大学の毎時電力需要予測」, 平成 22 年電気学会全国大会, (2010).