

自己組織化マップによる需要予測モデル切り替え方法の研究

*星 光 曾我部 均

1S-8

(株)東芝重電技術研究所

公共システム事業部

1 はじめに

冷暖房需要は、部屋の熱収支や設定温度など熱的な要因、空調機器の運用方法や人間の暑さに対する感覚などの人的要因、さらには天候などにより左右される複雑な現象である。このため、需要を予測する場合には適当な予測モデルを設計することが多い。

この予測モデルに回帰モデルを利用する場合、一つの予測モデルで対応するには限界がある。たとえば冷房需要において、冬場の低需要期から夏の高需要期に移る時期では空調機器の運用方法や人の暑さに対する感覚が変化する。このため、気温に対する回帰係数は少なくとも低需要期用と高需要期用の二つを用意しなければならない。

ところが、予測モデルを複数用意した場合にはモデルを切り替える条件が問題となる。このモデル切り換えの判断は試行錯誤的な要素が強く、あまり研究されていない。

そこで本研究では、需要予測を回帰式で行う場合を前提とし、予測モデルを切り換える条件を求める方法について検討したので報告する。

2 自己組織化マップ

予測モデルを切り換えるためには需要量 Q と要因 x_i の関係を調べ、回帰モデルとの関係から切り換え条件を求める必要がある。そこでここでは、ニューラルネットワークにこの関係を学習させ、学習結果を利用して条件を求めることとする。

需要量 Q と要因 x_i の関係を学習させる方法として、ここではコホーネンが提案している自己組織化マップ^[1]を用いる。このニューラルネットワークの学習は教師信号を用いず、競争学習という方法で与えたデータの特徴を学習する。

自己組織化マップの学習アルゴリズムのベースとなる考え方はVector Quantizationというもので、 n 次元の空間 R に属する m 個の入力ベクトル $x_i (\in R_n)$ の分布を、同じ空間の k 個の可変コードブックベクトル $m_j (\in R_n)$ に要約する。したがって、このニューラルネットワークの学習結果であるコードブックベクトルの値は、入力データの分布を表す情報として他のアプリケーションから利用可能である。

3 需要家のモデルについて

冷暖房需要において、室外の空気は扉の開閉や換気などによりビル内部に取り込まれるため、その温度(気温)は冷暖房需要を予測する上では主要な項目の1つである。^[2]そこで、ここでは簡単のために冷房需要を予測するモデルとして最低気温と最高気温を説明変数とする回帰モデルを利用することとする。

4 モデル切り換え条件の求め方について

冷房の高需要期と低需要期では、需要量に対する気温の影響度が異なると考えられる。そこで、需要量 Q と要因 x_i の関係を自己組織化マップに学習させ、学習後のコードブックベクトルの値から、気温の高さ順にみて $\delta = (\partial Q) / (\partial \text{気温})$ の値が前後で異なっている部分を探すことで、気温の扱いを切り替えるべき条件を求める事とした。

5 実験

実験に使用するデータは、あるオフィスビルの冷房需要の実績を利用する。また、自己組織化マップの構造は、入力を3次元、出力層に10個のコードブックベクトル用のニュー

A Study on a Selection method of Demand prediction model by Self-Organizing Map
Akira Hoshi

Toshiba Heavy Apparatus Engineering Laboratory

1 Toshiba, Fuchu, TOKYO 186, Japan

ロンを用意した。また、自己組織化マップの学習動作に必要な“類似度”は入力ベクトルの座標上の距離を用い、コードブックベクトルの“配置”(出力層のニューロンの配置)は1次元とした。さらに、“隣接”の計算はコードブックベクトルの配置(配列)の順番を利用し、コードブックベクトルの更新ルールは以下のとおりとした。

$$\begin{aligned}
 m_c(t+1) &= m_c(t) + \alpha(t)[x(t) - m_c(t)] && \text{if } m_c \text{ is closest to } x \\
 m_j(t+1) &= m_j(t) + \alpha(t)d(x, c, j) && \text{if } j \neq c \\
 \alpha(t) &= 0.6(1-t/N)/t && N: \text{学習回数} \\
 d(x, c, j) &= (x(t) - m_j(t)) / \|m_c - m_j\| * \beta(t, j) \\
 \beta(t, j) &= \begin{cases} 1 & \text{if } \|m_c - m_j\| < \text{int}((1-t/N)*10) \\ 0 & \text{others} \end{cases}
 \end{aligned}$$

6 実験結果及び考察

図1に実験に使用したオフィスビルの平日1日分の冷房需要量と最高気温との関係をグラフに示す。また同時に、ニューラルネットワークが学習で得た10個のコードブックベクトルの座標を実線で結び図1に示す。この図から、最高気温と冷房需要の関係が切り替わるのは15℃前後であると読み取れるが、学習後のコードブックベクトルの値から計算した温度は16.71℃であった。

(図1 中矢印)

次に、最低気温と最高気温を説明変数とする回帰式の回帰係数を求めるため、得られたモデル切り替えの気温を利用してデータを高需要期と低需要期に分類し、それぞれの回帰分析を行った。この結果表1に示すように目測で求めた切り替え温度を利用した場合とほぼ同じ回帰係数を求める事ができた。

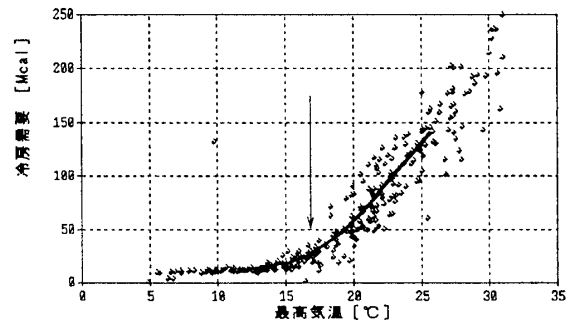


図1 最高気温と冷房需要の関係

表1 回帰分析結果

	ニューロ		目測値	
	最低気温	最高気温	最低気温	最高気温
低需要期	0.040	0.151	0.020	0.097
高需要期	0.855	0.689	0.733	0.650

7 結論

実験の結果得られたモデルの切り換え温度は、目測値と比べて1.7℃ほど高めであったが、回帰係数で比較すると目測値で求めたものと近く、切り換え条件としては利用可能であると考えられる。

今回利用した予測モデルは非常に簡単なものであり、このモデルで汎用性や精度についての議論ができるわけではない。しかし、予測に回帰モデルを利用するかぎり、現実とのギャップが問題になることはたしかである。したがって、今後はより複雑なモデルにも対応できるよう検討していくつもりである。

本報告は、通商産業省資源エネルギー庁の支援を受けて推進している「未利用エネルギー高度活用負荷平準化冷暖房技術開発」の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、財団法人ヒートポンプ技術開発センター及び株式会社 東芝が行った共同研究成果である。

8 参考文献

- [1] T.Kohonen, "The Self-Organizing Map", Proc. IEEE on Neural Networks, vol.78 NO. 9, pp.1464-1480, 1990
- [2] 井上宇市, "空気調和ハンドブック", 1982