

ニューラルネットワークを用いたビルの熱負荷予測

4T-7

*ハス マサキ カブ リ マサシカ *ピトヨ ハルトノ *橋本周司 **川口八郎 **高木宏之
*早稲田大学 理工学部 **関電工 技術開発総室

1. はじめに

近年、大規模ビルにおいては、空調にガスや電気と同時に冷、温水が使用されるようになっている。空調に必要な冷、温水は、通常外部の供給会社から買い入れる。また、安価な夜間電力を用いて翌日のための熱を蓄積することなども行われている。常に無駄や不足のないようエネルギーを使用するためには、前もって使用量の予測をすることが必要である。

従来の熱負荷予測の研究では、ARMAモデルやARIMAモデルによる線形予測、あるいはカルマンフィルタの応用などの報告がある[1]-[4]。また、非線形性を導入したニューラルネットワークの使用も検討されているが[5]、ビルの使用状況は日々変化するばかりでなく、天候の不確定性もあるため決定的な予測手法が確立されたということとはできない。特に、利用形態の変化が多い複合ビルの熱負荷予測は困難である。

我々は、パーソナルコンピュータをベースとしたビルの保守管理システムに組み込むための熱負荷予測手法を検討しているが、ここでは特定のビルを対象として行ったニューラルネットワークを用いた熱負荷の事前予測について報告する。

2. 予測対象の概要

対象としたビルは、低層部地下1階地上4階、高層部地下1階地上13階のオフィスビルで総床面積は27,502平米である。空調は主に外部からの温・冷水の受け入れによって行っている。本予測

実験のための測定データとして、外気の温度と湿度、室内温度と湿度（10階南側と北側の事務室）南北の玄関ホールの温度と湿度、2次総合電力、冷水受入量、温水受入量など、12種のデータが毎日1時間毎に測定されている。

今回の実験では、上記測定データの他に前日夜9時の天気予報から翌日の最高気温、最低気温、降水確率（6時～12時と12時～18時）をデータとして、翌日の冷水受入量の予測を試みた。対象とした期間は、主に1991年の夏期（7月～9月）であるが、8月は一斉休暇があり、9月は台風の季節であることから、特に7月の平日を対象とした。

3. 予測システム

3-1 使用データの選択

当日までの測定値と天気予報値を用いて、翌日の所要冷水量を予測するのであるが、予測のために使用できる数値と予測対象の翌日の冷水受入量の相関を調べた結果が図1である。図1は1991年7月の結果であるが、湿度や室内温度などは相関が低く、外気温や予報温度のデータと高い相関があることが判る。

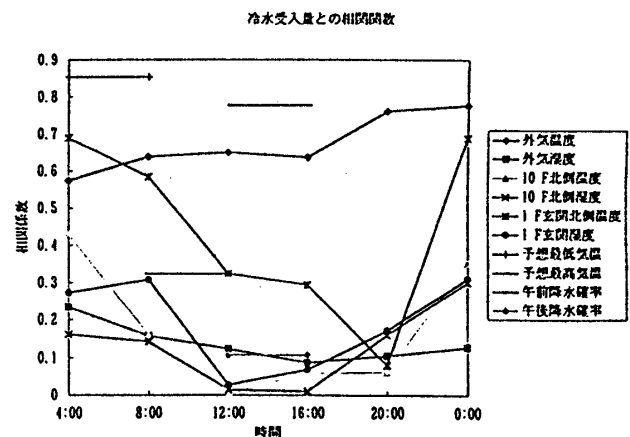


図1

"Prediction for Energy Loads of Air-Conditioning Using Neural Network"

*Upali samarasighe HERATH KUMARAGE

*Pitoyo HARTONO *Shuji HASHIMOTO

**Hachiro KAWAGUCHI Hirouki TAKAGI

3-2 ニューラルネットワーク

上の相関の結果から、前日の4時から4時間毎の外気温6点と予報最高気温と予報最低気温の8データをを入力として、予測を行った。ニューラルネットワークは3層パーセプトロン型で、ユニット数は入力層8、中間層7、出力層1とした。全てのデータは(0,1)に規格化し、学習にはバックプロパゲーションを用いた。

4. 実験結果

4-1 固定重みによる予測

季節を限定すれば、熱負荷は一定のパターンをとられるので、まず、1991年の7月のデータを元に学習を行い、その結果得られた結合係数にネットワークを固定して、1993年までの7月、8月および9月の予測を行った場合の月平均の予測誤差を図2に示す。ここには示していないが、予測値と実測値の推移を見ると、変化パターンの大まかな一致は見られるものの、予測誤差は比較的大きい。

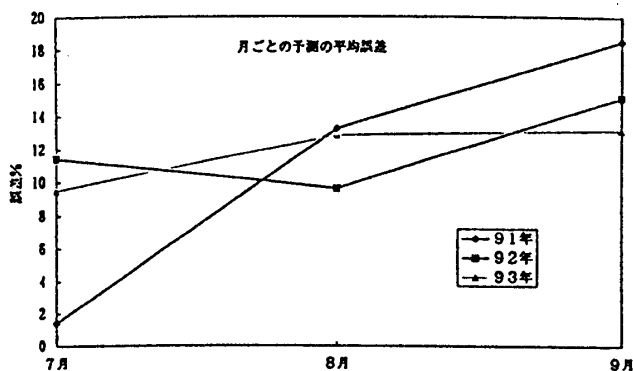


図2

4-2 適応学習による予測

予測日の前日から一定の期間のデータを使って毎日学習し、結合係数を最近のデータによって更新しながら予測を行った場合の予測値と実測値の関係を1991年7月について示したのが図3である。参照する過去の日数は、5日、10日、20日とした。平均の予測誤差は、それぞれ6.24%、6.22%、5.77%となり、4.1に比べて良い結果が得られている。これは空調負荷と天候の関係の短期間変動をニューラルネットワークが学習するためである。この実験では、20日程度さかのぼって参照するとよいことが判った。

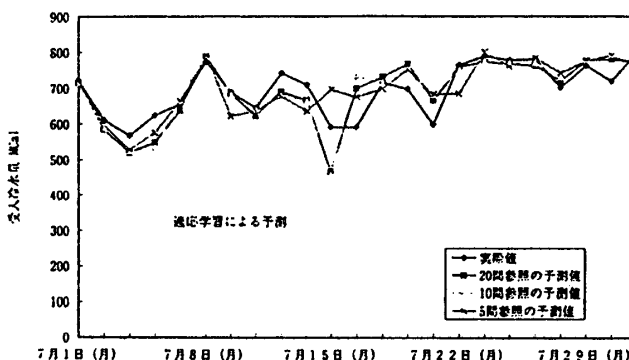


図3

5. おわりに

ニューラルネットワークによるビルの熱負荷予測について述べた。予測データとして天気予報と前日4時間毎の実測気温を用い、学習データとして前20日間のデータを使用すると比較的良好な予測結果が得られた。現在、以上の結果に基づいて、実地試験を計画中である。

休日明けの予測には休日の気温データと予報値を使っているが、休日は空調システムが稼働しないことがあるため、学習には平日のデータだけを用いている。従って、たとえば月曜日の予測における学習データは前の週のものとなり、日曜日の天候による傾向の変化に追従することができない。ネットワークの規模は大きくなるが、数日間の気温変化を予測の入力データに用いれば、さらに誤差が減少すると考えられる。

参考文献

- 1) 水野 他、特集”地域冷暖房プラントの冷水負荷予測”、空気調和・衛生工学、67巻、第8号、平成5年
- 2) 金原 他、”空調システムにおける冷暖房日負荷の予測”、空気調和・衛生工学会論文集、No. 44, 1990
- 3) 神村 他、”空調熱負荷予測の実用化”、計測自動制御学会論文集、Vol. 27, No. 7, 1991
- 4) 奥宮正哉、”空調システムにおける状態予測に関する研究—その1、カルマンフィルタによる対日的な集熱量、負荷予測の性能”、空気調和・衛生工学会学術講演会、1990
- 5) 中原 他、”ニューロ応用需要予測技法と熱供給プラントへの適用”、日立評論、Vol. 75, No. 2, 1993