

УДК 004.023

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ КАПИТАЛЬНЫХ СТРОЕНИЙ

Атрощенко В. А., Дьяченко Р. А., Решетняк М. Г., Лоба И. С.

ФГБОУ ВПО Кубанский государственный технологический университет, Краснодар
Россия (350072, г. Краснодар, ул. Московская 2А) micresh@gmail.com

Проведен эксперимент по выявлению зависимости между температурой окружающего воздуха, температурой внутри помещения и температурой обогревающего элемента (батареи). По полученным экспериментальным данным построены математические модели на основе регрессионного анализа, нечеткой логики и нейронной сети. Сделаны выводы по адекватности этих моделей на основе среднеквадратичного отклонения и стандартной ошибки, а также рассмотрена методика возможного применения наиболее адекватной при создании автоматизированной системы поддержания температуры воздуха в помещениях капитальных строений, которая также может использоваться при построении систем по контролю и учету потребления теплотенергии в жилом и производственном секторе, которые могут позволить осуществлять не только учет, но и регулирование температуры в помещении в автоматическом режиме, тем самым повышая эффективность систем снабжения теплотенергией.

Ключевые слова: температура, математическая модель, капитальные строения.

ON THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR PREDICTION OF TEMPERATURE IN AREAS OF CAPITAL BUILDINGS

Atroschenko V. A., Djachenko R. A., Reshetnyak M. G., Loba I. S.

Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia (350072, Krasnodar, Moskovskaya street, 2A)
micresh@gmail.com

An experiment to identify the relationship between ambient air temperature inside the room and the temperature of heating element (battery). According to the experimental data mathematical models based on regression analysis, fuzzy logic and neural networks. The conclusions on the adequacy of these models is based on the standard deviation and standard error, and the possible application of the technique most appropriate to create an automated system to maintain indoor air temperatures of capital structures, which can also be used in the construction of systems for monitoring and recording of heat consumption in residential and manufacturing sector, which may allow to not only record but also regulate the room temperature automatically, thereby increasing the efficiency of heat energy supply systems.

Key words: temperature, mathematical model, capital structures.

Одной из важнейших задач в комплексе проблем оптимального расходования энергоресурсов (например, тепла) является задача регулирования температуры в помещении в зависимости от параметров, непосредственно и опосредованно влияющих на нее.

В настоящее время существующие системы индивидуального отопления позволяют опосредованно через регулирование температуры котла регулировать температуру в помещении, не учитывая другие параметры (например, температуры окружающей среды, которая может меняться кардинально в течение суток и может привести к перерасходу тепла, либо к недостаточной отапливаемости помещения).

Решение задачи нахождения зависимости температуры воздуха в помещении от температуры воздуха и температуры теплоносителя может быть путем установления зависимости (1) аналитическим или эмпирическим способом.

$$T_{пом} = f(T_{ок}, T_{бат}) \quad (1)$$

Решение задачи аналитическим способом требует выявления всех параметров и их взаимного влияния (или доказательства их независимости друг от друга), что является трудно решаемой задачей.

Эмпирические способы являются наиболее часто используемыми при моделировании подобных процессов. Практически все методы требуют достаточно большую выборку данных для построения модели (обучения).

В результате эксперимента были получены данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные

Т окр. Воздуха	Т батареи	Т помещения
6,8	54,3	24,6
6,8	52,9	24,4
6,8	50,7	24,1
6,9	48,2	23,6
7	46,2	23,3
11,2	55,6	24,6
11,2	53,1	24,4
11,3	51,9	24,1
11,3	49,3	23,8
11,3	48,1	23,6
5,7	59,4	24,3
5,5	57,2	24,1
5,4	55,6	23,8
5,3	54,9	23,6
5,4	59,9	24,8
5,4	57,2	24,4
5,6	55,6	24,2
5,6	53,8	24,0
5,6	52,1	23,8

Исследования проводились при следующих параметрах помещения:

$$V_{\text{пом}} = 15 \text{ м}^3,$$

$$F_{\text{бат}} = 0,97 \text{ м}^2.$$

Существует множество способов установления зависимости по эмпирическим данным.

Наиболее эффективными на практике являются следующие способы:

1. Определение зависимости методами множественного регрессионного анализа.
2. Построение системы нечеткого логического вывода на основе нечеткой кластеризации.
3. Построение нейронной сети.

Множественный регрессионный анализ

Построение модели множественного регрессионного анализа было проведено при помощи Microsoft Excel и функции ЛИНЕЙН. В результате были получены следующие параметры:

$$T_{\text{пом}} = 0,065 \cdot T_{\text{ов}} + 0,095 \cdot T_{\text{бат}} + 18,544 \quad (2)$$

Стандартные значения ошибки для коэффициентов составили:

$$seT_{\text{ов}}=0,018,$$

$$seT_{\text{бат}}=0,029,$$

$$seT_{\text{сч}}=1,100.$$

Стандартная ошибка для оценки $T_{\text{пом}}$ составила:

$$seT_{\text{пом}}=0,265.$$

Дискретная норма среднеквадратического отклонения, рассчитанная по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - F(x_i, \vec{a})]^2} = 0,243 \quad (3)$$

Модель на основе нечеткой логики

Нечеткая модель получена при помощи среды MatLab и пакета Fuzzy и имеет следующий вид (рисунок 1):

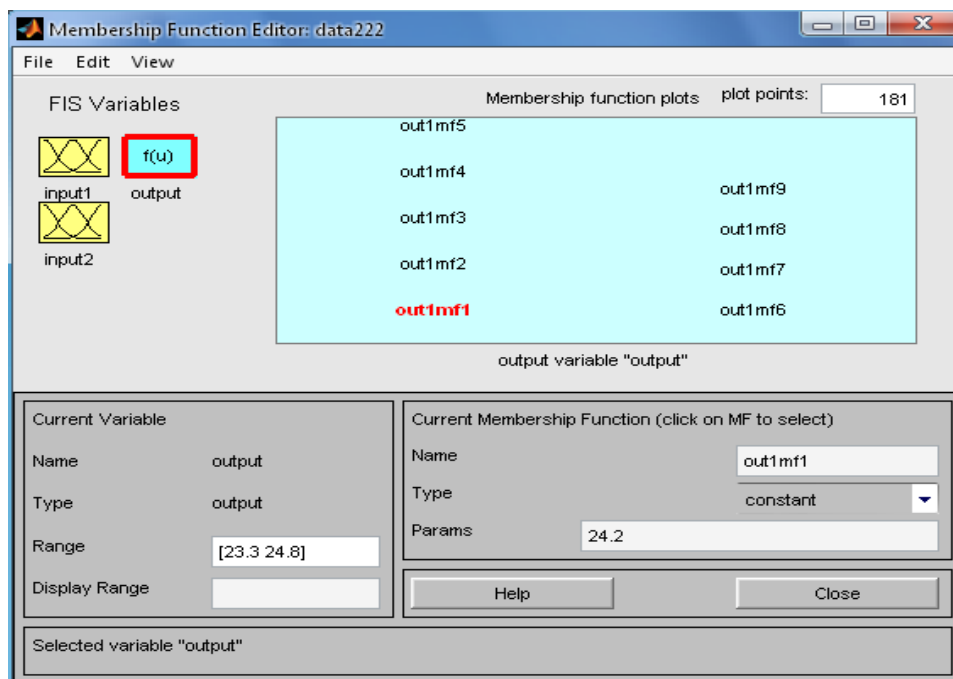


Рисунок 1. Модель на основе нечеткой логики в среде MatLab

If (input is in1mf1) and (input2 is in2mf1) then (output is out1mf1)

If (input is in1mf1) and (input2 is in2mf2) then (output is out1mf2)

If (input is in1mf1) and (input2 is in2mf3) then (output is out1mf3)

If (input is in1mf2) and (input2 is in2mf1) then (output is out1mf4)

If (input is in1mf2) and (input2 is in2mf2) then (output is out1mf5)

If (input is in1mf2) and (input2 is in2mf3) then (output is out1mf6)

If (input is in1mf3) and (input2 is in2mf1) then (output is out1mf7)

If (input is in1mf3) and (input2 is in2mf2) then (output is out1mf8)

If (input is in1mf3) and (input2 is in2mf3) then (output is out1mf9)

Среднеквадратическое отклонение модели на основе нечеткой логики составляет $\sigma=0,125$.

Модель на основе нейронных сетей

Нейросетевая модель получена при помощи среды MatLab и пакета NeuralNetwork и имеет следующую структуру (рисунок 2):

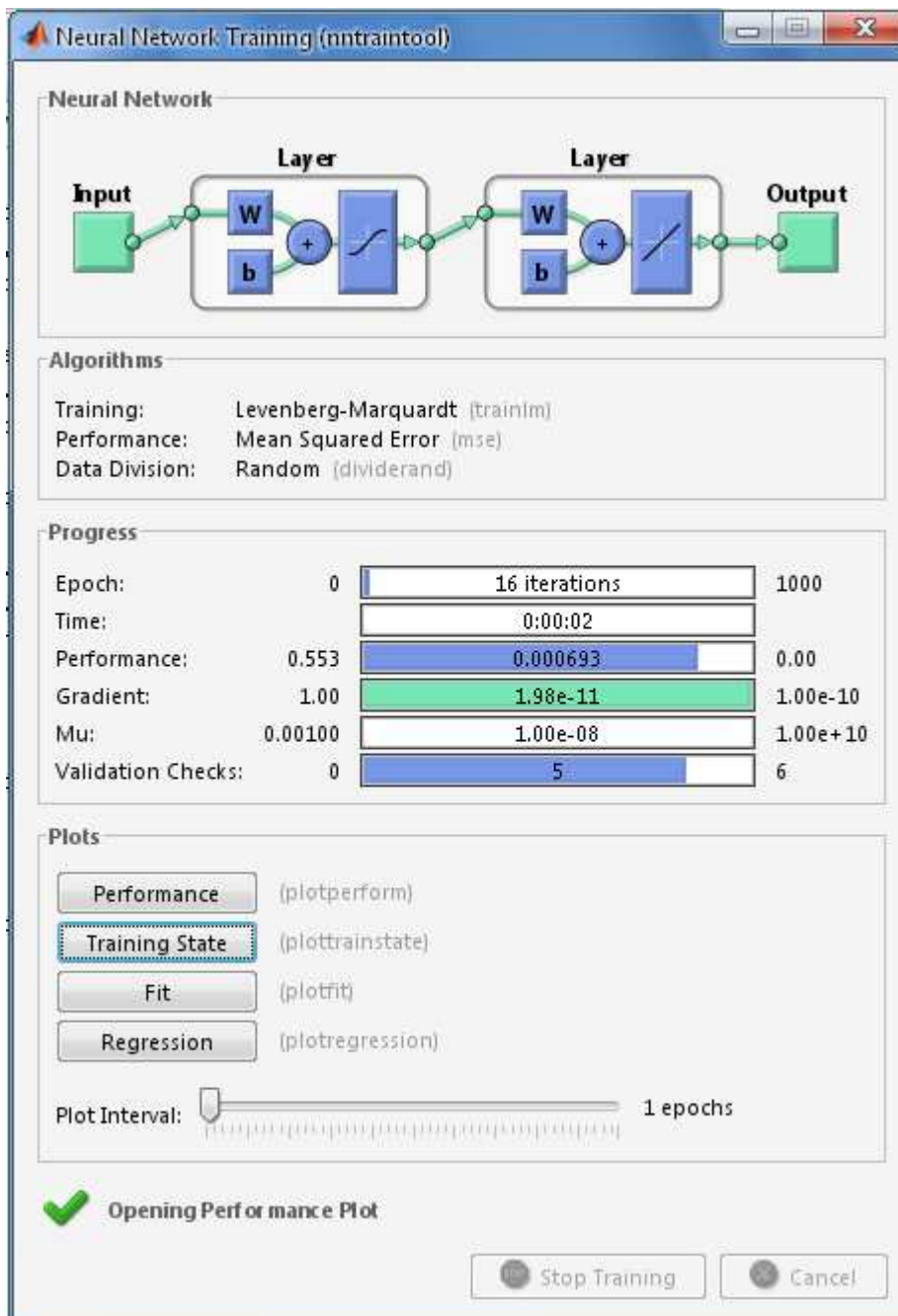


Рисунок 2. Нейросетевая модель в среде MatLab

Количество нейронов участвующих в генерации сети было принято по умолчанию.

Среднеквадратическое отклонение модели на основе нейронной сети составляет $\sigma=0,193$.

Результаты показывают, что модель, полученная при помощи нечеткой логики, обладает большей адекватностью в сравнении с остальными двумя способами.

Применение модели

Полученная модель может быть использована для определения наиболее комфортной температуры в помещении, а также для создания автоматизированной системы

прогнозирования температуры в помещении в зависимости от температуры окружающей среды и температуры жидкости в котле.

Список литературы

1. Афанасьева Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента. – М.: КНОРУС, 2010. – 336 с.
2. Гайдышев И. П. Анализ и обработка данных: спец. справ. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
3. Комашинский В. И., Смирнов Д. А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2002. – 96 с.
4. Круглов В. В., Дли М. И., Голунов Р. Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 224 с.
5. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTech. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

Рецензенты:

Ключко В. И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой ВТиАСУ, ФГБОУ Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.

Степанов В. В., д.т.н., профессор кафедры Информатики, ФГБОУ Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.