

# MÔ HÌNH HÓA VÀ NHẬN DẠNG TRẠNG THÁI ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY VỚI SỰ TRỢ GIÚP CỦA MẠNG NƠN NHÂN TẠO NHIỀU LỚP MULTI-LAYER PERCEPTRON – MLP

TS. LÊ VĂN ĐIỂM

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH

## Tóm tắt:

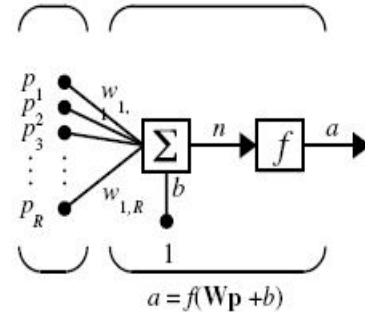
Bài báo giới thiệu phương pháp mô hình hóa và nhận dạng mô hình bằng công nghệ mạng nơ-ron nhân tạo. Trình tự mô hình hóa sử dụng mạng nơ-ron mạch thẳng được mô tả với ví dụ nhận dạng trạng thái của động cơ diesel tàu VINAFCO25.

## Abstract:

The paper introduces method of system modeling and identification using neural network technology. The procedure of system modeling and identification with the application of multilayer perceptron is explained by example of state identification of diesel engine of M/V VINAFCO25.

## 1. Đặt vấn đề

Sự phát triển vượt bậc của công nghệ tin học trong thời gian gần đây cho phép các nhà khoa học phát triển các công cụ tính toán số phức tạp. Một trong những hướng được quan tâm là phát triển các thuật toán, công cụ có khả năng thay thế ở mức độ nhất định khả năng suy luận, tư duy của con người. Trí tuệ nhân tạo, công nghệ tính toán mềm, hay công nghệ mạng nơ-ron nhân tạo là các thuật ngữ được nhắc đến nhiều trong thời gian gần đây. Mạng nơ-ron nhân tạo là các mô hình tính toán ứng dụng khả năng tính toán, suy luận của các nơ-ron thần kinh con người. Một nơ-ron nhân tạo có dạng như ở Hình 1 [0]. Nếu cho vector dữ liệu đầu vào,  $p$ , nơ-ron sẽ xác định giá trị đầu ra,  $a$ , theo quy luật cho trước nào đó,  $a = f(W.p + b)$ . Trong đó  $w$  là các hệ số trọng. Nếu có một bộ dữ liệu gồm một vector đầu vào,  $p$ , tương ứng với giá trị đầu ra,  $a$ , nơ-ron sẽ xác định giá trị của vector hệ số,  $w$ , sao cho phù hợp với quy luật  $a = f(W.p + b)$ . Như vậy, mô hình đã được nhận dạng.



Hình 1. Mô hình một nơ-ron nhân tạo

Một mạng nơ-ron nhân tạo bao gồm nhiều nơ-ron nối với nhau theo một cấu trúc nào đó.

Có rất nhiều dạng mạng nơ-ron. Xây dựng mạng nơ-ron nhân tạo ví như xây dựng một ngôi nhà. Người thiết kế trước hết cần chọn kiểu mạng sao cho phù hợp với dạng bài toán cần giải. Còn cấu tạo chi tiết của mạng thì hoàn toàn tùy biến, nó phụ thuộc vào lượng dữ liệu cần xử lý, mức độ phức tạp quan hệ giữa các thông số đầu vào, đầu ra, và hơn hết, phụ thuộc vào kinh nghiệm, “khiếu thẩm mỹ” của người thiết kế.

Trong khuôn khổ bài báo, tác giả muốn giới thiệu với bạn đọc việc ứng dụng mạng nơ-ron mạch thẳng (Multi-layer perceptron – MLP) – một dạng mạng nơ-ron nhân tạo phổ biến để mô hình hóa và nhận dạng trạng thái động cơ diesel tàu thủy.

## 2. Nhận dạng trạng thái động cơ diesel tàu thủy bằng MLP

MLP có cấu tạo gồm nhiều lớp nơ-ron xếp nối tiếp nhau theo mạch thẳng. Khả năng xấp xỉ các hàm phi tuyến với mọi độ phức tạp và khả năng nhận dạng các dữ liệu mới làm cho chúng trở thành một trong những dạng mạng nơ-ron nhân tạo phổ biến nhất [0]. Một mạng MLP bao giờ cũng bao gồm một lớp vào (input layer), một lớp ra (output layer) và một hay vài lớp trung gian. Các lớp trung gian này được gọi là lớp ẩn (hidden layers). Một mạng MLP gồm một lớp vào, một lớp ẩn và một lớp ra có thể xấp xỉ hàm phi tuyến bất kỳ. Tuy nhiên, sử dụng mạng MLP với hai hoặc ba lớp ẩn sẽ thuận lợi hơn khi xấp xỉ các hàm phức tạp.

Việc sử dụng mạng nơ-ron nhân tạo để mô hình hóa động cơ diesel tàu thủy xuất phát từ ý tưởng rằng tồn tại một mối quan hệ nào đó giữa các thông số đầu vào của động cơ (tình trạng kỹ thuật, điều kiện khai thác) và các thông số đầu ra của nó (công suất, vòng quay và các chỉ tiêu khai thác khác). Và mạng MLP sẽ cho phép nhận dạng mối quan hệ đó. Để nhận dạng quan hệ giữa các thông số của động cơ diesel tàu thủy, có thể áp dụng mô hình mạng MLP như ở Hình 2.

Để mô hình hóa sử dụng mạng MLP cần thực hiện các bước sau [0]:

- Đo đạc để thu thập dữ liệu về hoạt động của đối tượng;
- Xử lý dữ liệu để đảm bảo nhận được dữ liệu đặc trưng cho đối tượng;
- Lựa chọn cấu trúc ban đầu của mạng MLP;
- Huấn luyện mạng bằng dữ liệu đã có (training);
- Kiểm tra độ tin cậy của mạng đã được huấn luyện. Nếu chưa đảm bảo, cần chọn lại cấu trúc ban đầu và thực hiện huấn luyện lại;
- Sử dụng mạng đã huấn luyện để nhận dạng dữ liệu mới.

Để đảm bảo nhận được mạng có chất lượng tốt, cần chia dữ liệu thành ba bộ: bộ dữ liệu huấn luyện (training); bộ dữ liệu kiểm tra chéo (cross-validation) và bộ dữ liệu kiểm tra (testing). Việc huấn luyện mạng thực chất là để thay đổi các hệ số trọng nối giữa các nơ-ron để tìm mối quan hệ phù hợp giữa các thông số đầu vào và đầu ra (matching). Quá trình huấn luyện được thực hiện lặp lại (iteration). Ban đầu các hệ số trọng được gán ngẫu nhiên. Qua mỗi vòng lặp các dữ liệu đầu vào của bộ dữ liệu huấn luyện được đưa vào để tính toán các thông số đầu ra, sau đó bộ dữ liệu kiểm tra chéo được đưa vào để xác định lỗi huấn luyện. Lỗi này sẽ là tiêu chí để thay đổi các hệ số trọng cho việc tính toán ở lần lặp tiếp theo. Quá trình huấn luyện sẽ kết thúc khi đạt được yêu cầu về lỗi huấn luyện. Sau đó, độ tin cậy của mạng sẽ được kiểm tra bởi bộ dữ liệu kiểm tra.

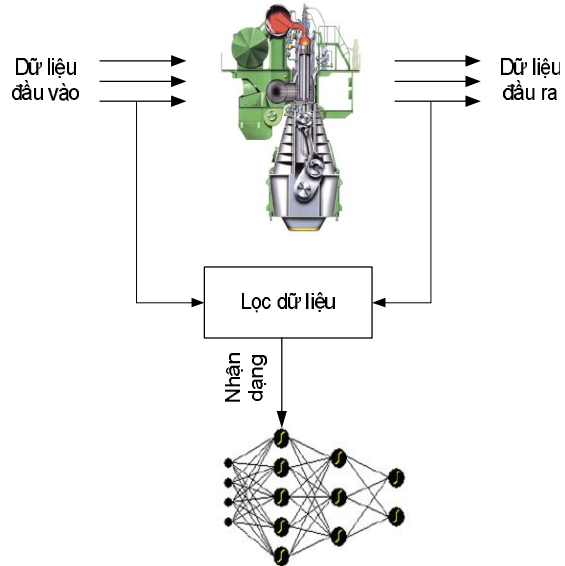
Khi sử dụng mạng MLP để nhận dạng quan hệ vào/ra động cơ diesel tàu thủy, số lượng các nơ-ron lớp vào và lớp ra sẽ tương ứng là số lượng các thông số đầu vào và ra của động cơ.

Ví dụ ứng dụng mạng MLP để nhận dạng mô hình động cơ diesel tàu thủy được mô tả bằng việc sử dụng dữ liệu khai thác của động cơ diesel chính hãng VINAFCO25 [0]. Dữ liệu sử dụng bao gồm 500 bộ với 5 thông số đầu vào và 5 thông số đầu ra (xem Bảng 1), trong đó 300 bộ dùng để huấn luyện, 100 bộ để kiểm tra chéo, và 100 bộ để kiểm tra. Kết quả mô hình hóa mạng MLP được thực hiện trên phần mềm NeuroSolutions Developer 5.02 – đây là phần mềm của hãng NeroDimensions, chuyên dùng để xây dựng các mô hình mạng nơ-ron.

**Bảng 1: Dữ liệu mô hình hóa sử dụng mạng MLP**

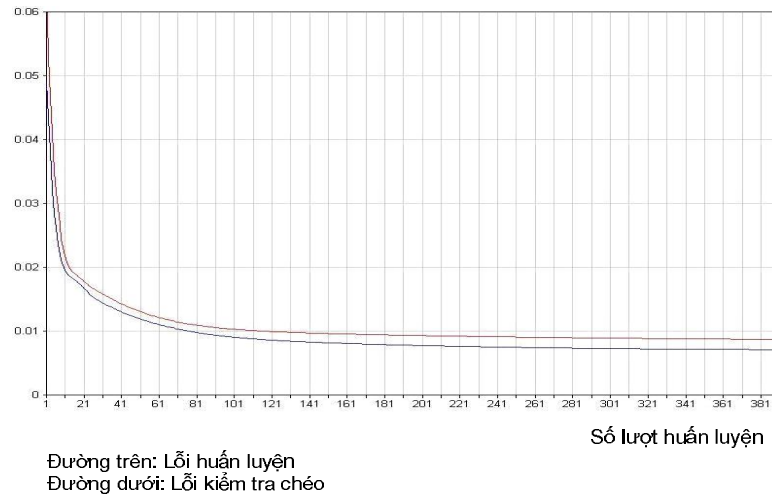
Thông số đầu vào	Đơn vị	Thông số đầu ra	Đơn vị
Vị trí thanh răng, $h$	-	Vòng quay động cơ, $n$	v/ph
Nhiệt độ nước làm mát vào, $t_{nv}$	$^{\circ}\text{C}$	Công suất có ích, $Ne$	kW
Nhiệt độ dầu bôi trơn vào, $t_{dv}$	$^{\circ}\text{C}$	Nhiệt độ khí xả, $t_{kx}$	$^{\circ}\text{C}$
Nhiệt độ không khí nạp, $t_s$	$^{\circ}\text{C}$	Nhiệt độ nước làm mát ra, $t_{nr}$	$^{\circ}\text{C}$
Áp suất không khí nạp, $p_s$	MPa	Nhiệt độ dầu bôi trơn ra, $t_{dr}$	$^{\circ}\text{C}$

Kết quả huấn luyện mạng trên Hình 3 cho thấy, sau 500 lượt, lỗi huấn luyện chỉ còn nhỏ hơn 0.007. Thông thường mạng MLP được cho là đáng tin cậy khi lỗi huấn luyện nhỏ hơn 0.01.



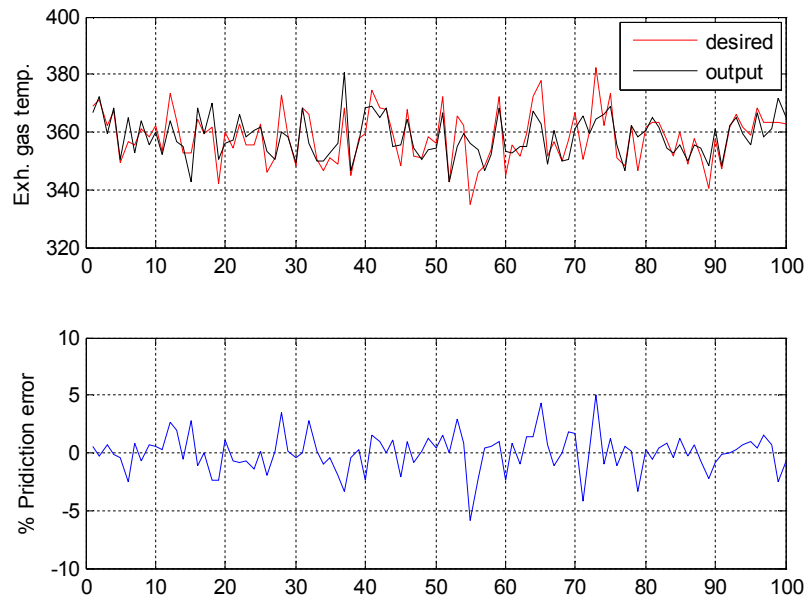
**Hình 2. MLP mô hình hóa động cơ diesel**

Lỗi huấn luyện



**Hình 3. Lỗi huấn luyện mạng MLP**

Sau khi huấn luyện, có thể sử dụng mạng để nhận dạng dữ liệu mới. Khi đưa vào 100 bộ dữ liệu kiểm tra, mạng tính toán các thông số đầu ra. Kết quả tính toán thông số nhiệt độ khí xả (output) và giá trị nhiệt độ khí xả thực tế (desired) của 100 bộ dữ liệu kiểm tra được chỉ ra trên Hình 4. Kết quả tính toán cho thấy, sai số giữa giá trị tính toán bởi mô hình và giá trị thực tế (prediction error) không quá 6%.



**Hình 4. Kết quả tính toán trên mô hình MLP đã được huấn luyện**

### 3. Kết luận

Kết quả trên cho thấy rằng mạng MLP đã được xây dựng và huấn luyện có đủ độ tin cậy để mô hình hóa quan hệ vào/ra của động cơ. Khi đó, nếu đưa một bộ dữ liệu đầu vào, mạng sẽ tính toán các thông số đầu ra. Kết quả này có thể được dùng để nghiên cứu thuộc tính của đối tượng, hay sử dụng khi giải bài toán dự báo trạng thái đối tượng. Tuy nhiên, vấn đề quan trọng khi sử dụng mạng nơ-ron nhân tạo để mô hình hóa và nhận dạng các đối tượng kỹ thuật là việc nhận

được bộ dữ liệu phản ánh đầy đủ các thuộc tính của đối tượng. Đối với việc mô hình hóa đối tượng động cơ diesel tàu thủy, bộ dữ liệu sử dụng phải phản ánh đầy đủ hoạt động của động cơ ở các chế độ khai thác khác nhau. Để đạt được điều này, cần phải có những nghiên cứu đầy đủ và sự phối hợp của các bên liên quan đến hoạt động khai thác con tàu.

Mạng nơron nhân tạo cũng có thể sử dụng để phân loại và nhận dạng trạng thái kỹ thuật của động cơ diesel tàu thủy. Những vấn đề liên quan đến phân loại và nhận dạng trạng thái động cơ diesel tàu thủy sẽ được tác giả đề cập trong các số sau.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

- [1]. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. М:1998. – 222 с.
- [2]. Lê Văn Điềm. Các mô hình và thuật toán chẩn đoán kỹ thuật động cơ diesel tàu thủy trong điều kiện khai thác. Luận văn Tiến sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Giao thông Đường thủy Xanh-Petecbua, Liên bang Nga, 2006 – 153 trang.
- [3]. Matlab – Neural networks tool box, 2005.
- [4]. Roskilly A., Mesbahi E. Artificial neural networks for marine system identification and modeling. Trans IMarE, Vol. 108–1996, Part 3. pp 203–213.
- [5]. Veelenturf L.P.J. Analysis and applications of artificial neural networks. Prentice Hall, 1995. – 260 с.

---

**Người phân biệп: TS. Ngô Ngọc Lân**