

ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT TẬP MỜ TRONG CHẨN ĐOÁN KỸ THUẬT ĐỘNG CƠ DIESEL

TS. LÊ HOÀI ĐỨC

Bộ môn Động cơ đốt trong

Khoa Cơ khí

Trường Đại học Giao thông Vận tải

Tóm tắt: Bài báo trình bày phương pháp xác định tình trạng kỹ thuật của một số cụm máy và tổng thành trong động cơ Diesel bằng phương pháp không tháo rời trên cơ sở sử dụng lý thuyết tập mờ. Qua đó dự báo thời hạn sử dụng còn lại của chúng.

Summary: This paper describes the method to determine the technological condition of some details and overall in Diesel engines without disassembling, based on use of the fuzzy logic. Accordingly, their remaining usage time can be predicted.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

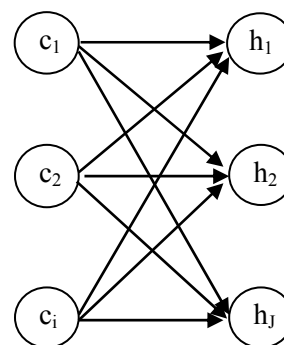
Trong quá trình khai thác, tính năng kỹ thuật của máy móc tổng thành nói chung và của động cơ nói riêng thay đổi dần theo hướng xấu đi. Kết quả là phương tiện sẽ giảm tính năng động lực, giảm tính an toàn, tính kinh tế, giảm độ tin cậy và thường xuyên xảy ra các sự cố kỹ thuật làm tăng thời gian sửa chữa. Để giải quyết vấn đề này, một trong những nhiệm vụ đặt ra đối với nhà quản lý là cần đánh giá đúng thực trạng của máy móc thiết bị và có phương án xử lý thích hợp. Trên cơ sở cách nhìn nhận như vậy, việc nghiên cứu xác định tình trạng kỹ thuật và dự báo thời hạn sử dụng của một số chi tiết trong động cơ đốt trong sử dụng trên các phương tiện Giao thông vận tải là hết sức cần thiết. Kết quả nghiên cứu có thể giúp cơ sở quản lý và khai thác phương tiện làm tốt công tác vật tư dự phòng, nâng cao năng lực khai thác của phương tiện, đảm bảo tính tin cậy, khả năng hoạt động và hiệu quả khai thác là cao nhất.

II. NỘI DUNG

2.1. Một số vấn đề về chẩn đoán kỹ thuật

Chẩn đoán kỹ thuật là một loại hình tác động kỹ thuật vào quá trình khai thác sử dụng và nhằm đảm bảo cho máy hoạt động có tính tin cậy, an toàn và hiệu quả cao bằng cách phát hiện và sự báo kịp thời các hư hỏng và tình trạng kỹ thuật hiện tại của máy.

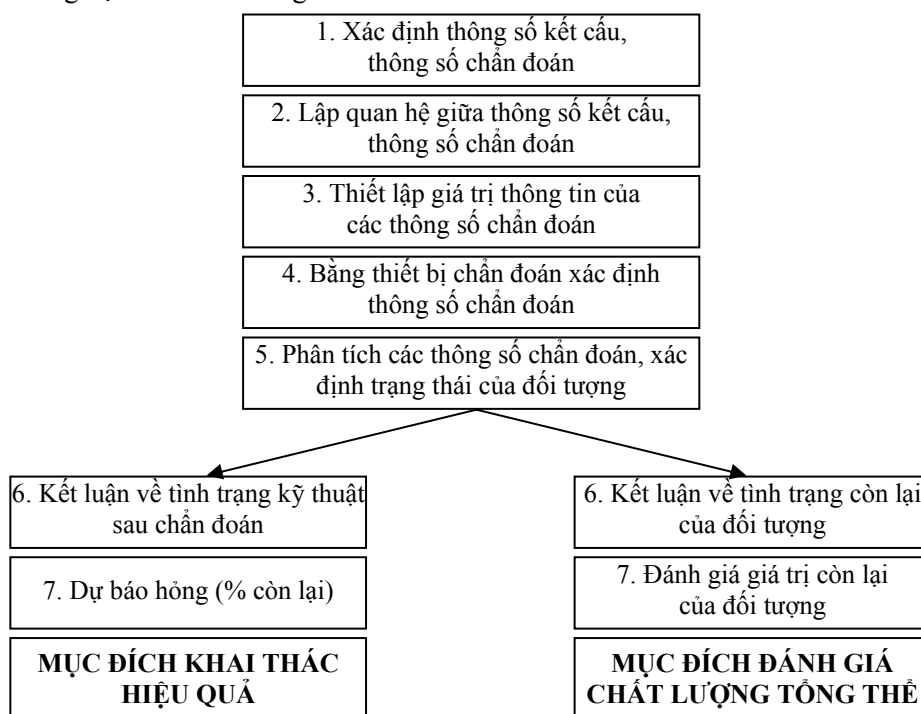
Với các thiết bị phức tạp thường được tạo nên bởi tập hợp các thông số kết cấu. Đối tượng chẩn đoán có nhiều thông số biểu hiện kết cấu. Các thông số biểu hiện kết cấu được chọn để xác định tình trạng kỹ thuật của



Hình 1. Quan hệ giữa thông số chẩn đoán và thông số kết cấu

đối tượng được gọi là thông số chẩn đoán. Một đối tượng chẩn đoán có thể có nhiều thông số chẩn đoán. Quan hệ của các thông số kết cấu với thông số chẩn đoán biến đổi theo quy luật, đơn xem (hình 1).

Dự báo có nhiệm vụ phát hiện xu hướng biến đổi của đặc tính và thông số cần dự báo với mục đích so sánh với những tiêu chuẩn đã định trước (kinh tế, kỹ thuật, công nghệ...) đồng thời thiết lập những dự đoán cho tương



Hình 2. Sơ đồ quá trình chẩn đoán và dự báo

2.2 Cơ sở lý thuyết tập mờ và chẩn đoán mờ

Tập mờ F xác định trên tập kinh điển X là một tập hợp mà mỗi phần tử của nó là một cặp x , $\mu_F(x)$ trong đó $x \in X$ và $\mu_F(x)$ là giá trị hàm thuộc của phần tử x vào tập mờ F . X được gọi là tập nền hay tập vũ trụ của tập mờ F .

Một đại lượng vật lý được định lượng dưới dạng ngôn ngữ (giá trị ngôn ngữ), ví dụ đại lượng nhiệt độ động cơ có thể định lượng như sau: “Thấp - TT”; “Vừa - TV”; và “Cao - TC” (thấp $< 85^{\circ}\text{C}$, vừa $80-100^{\circ}\text{C}$, cao $> 95^{\circ}\text{C}$). Mỗi giá trị ngôn ngữ đó được xác định bằng một tập mờ định nghĩa trên tập nền các giá trị vật lý (miền giá trị rõ).

- miền giá trị ngôn ngữ; $N = \{\text{thấp, vừa, cao}\}$

- miền giá trị vật lý:

$$x \mapsto \underline{\mu} = \begin{cases} \mu_{\text{thap}}(\text{TT}) \\ \mu_{\text{vua}}(\text{TV}) \\ \mu_{\text{cao}}(\text{TC}) \end{cases} \quad (1)$$

Ánh xạ trên được gọi là quá trình mờ (Fuzzification) của giá trị rõ x .

Mệnh đề hợp thành mờ là mệnh đề mà các mệnh đề điều kiện và mệnh đề kết luận được thực hiện trên biến ngôn ngữ.

$$\text{Nếu } \chi = A \text{ thì } \gamma = B \quad (2a)$$

$$\text{Hay } \mu_A(x) \Rightarrow \mu_B(x) \text{ với } \mu_A, \mu_B \in [0,1] \quad (2b)$$

Có nhiều hàm, nhưng thường hay dùng hai hàm sau:

$$1. \mu(\mu_A, \mu_B) = \min\{\mu_A, \mu_B\} \quad \text{Quy tắc hợp thành MIN} \quad (3)$$

$$2. \mu(\mu_A, \mu_B) = \mu_A \cdot \mu_B \quad \text{Quy tắc hợp thành PROD} \quad (4)$$

Giải mờ là quá trình xác định một giá trị rõ y' nào đó có thể chấp nhận được từ hàm thuộc μ_B của giá trị mờ B' . Có 3 phương pháp giải mờ: phương pháp cực đại, phương pháp điểm trọng tâm và phương pháp phân đôi diện tích.

Các bước cơ bản trong việc giải bài toán về tập mờ bao gồm:

- Định nghĩa biến vào/ra
- Xác định tập mờ
- Xây dựng các luật điều khiển
- Chọn thiết bị hợp thành
- Chọn nguyên lý giải mờ

2.3. Tổng hợp bộ chẩn đoán mờ cho động cơ Diesel

2.3.1. Lập ma trận quan hệ cho động cơ Diesel

a. Các thông số kết cấu

- h1: mòn các chi tiết nhóm xy lanh, piston, vòng găng;
- h2: mòn bạc lót và nhóm trục khuỷu thanh truyền;
- h3: hư hỏng trong hệ thống cung cấp nhiên liệu;
- h4: hư hỏng trong hệ thống làm mát;
- h5: hư hỏng trong hệ thống bôi trơn.

b. Các thông số chẩn đoán

- c1: giảm công suất động cơ;
- c2: tăng lượng nhiên liệu tiêu thụ;
- c3: thành phần và màu sắc khí thải thay đổi;
- c4: nhiệt độ nước làm mát tăng cao;
- c5: giảm áp suất dầu bôi trơn;
- c6: tăng lượng lọt hơi xuống cacte.

c. Thiết lập ma trận chẩn đoán tổng hợp các yếu tố trên:

Bảng 1. Bảng ma trận chẩn đoán động cơ diesel

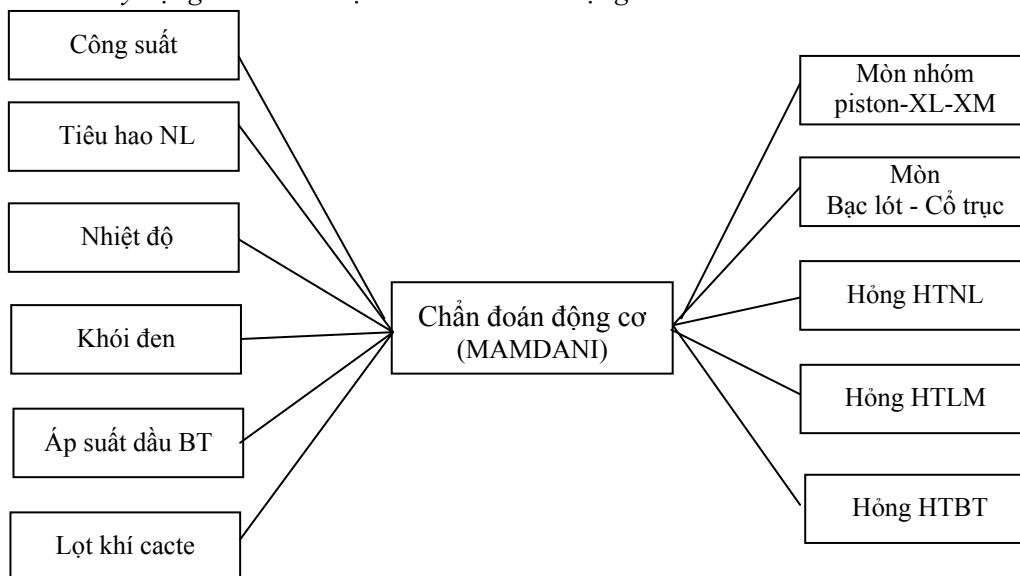
Thông số chẩn đoán	c1	c2	c3	c4	c5	c6
Thông số kết						
Mòn xilanh, piston, xéc măng h1	1	1	1	1	0	1
Mòn bạc lót, cổ trục h2	1	1	0	0	1	0
Hư hỏng HT cung cấp nhiên liệu h3	1	1	1	0	0	0
Hư hỏng hệ thống làm mát h4	1	1	1	1	0	0
Hư hỏng hệ thống bôi trơn h5	1	1	0	0	1	0
Tổng quan hệ	5	5	3	2	2	1

2.3.2. Mờ hoá các thông số chẩn đoán và thông số kết cấu

Mỗi biến vào và ra được định lượng bằng 4 tập mờ con: “Tốt”, “Khá”, “Trung bình” và “Yếu”, được ký hiệu ngắn gọn như sau: T; K; TB và Y.

Khoảng giới hạn $\delta x = |X_{gh} - X_0|$ được xem là khoảng giá trị cho phép và được quy đổi thành khoảng $0 \div 100\%$.

2.3.3. Xây dựng mô hình thuật toán chẩn đoán động cơ diesel



Hình 3. Mô hình thuật toán hệ mờ chẩn đoán động cơ diesel

2.4. Matlab và ứng dụng lý thuyết mờ

2.4.1. Giới thiệu chung về Matlab

Màn hình chính của fuzzy gọi từ Matlab gồm các khối: Input, Output và khối tính toán. Các sub-menu được gọi ra cho phép người sử dụng việc thêm biến (*Add Variable*), bớt biến

(Remove Selected Variable), hàm quan hệ (Membership Function) và luật điều khiển (Rule) (hình 4).

2.4.2. Ứng dụng bài toán chẩn đoán động cơ bằng logic mờ

a. Soạn thảo các biến Vào và Ra

Các hàm thuộc giá trị ngôn ngữ của các biến vào/ra của hệ mờ chẩn đoán động cơ diesel theo dạng đồ thị thể hiện trong hình 5.

b. Soạn thảo các luật điều khiển

Tập luật điều khiển được xây dựng gồm 26 luật thể hiện trong hình 6, nguyên tắc điều khiển như sau:

R1: Nếu c1 = T và c2 = T ...và c6 = T thì h1 = T và h2 = T ...và h5 = T

hoặc

R26: Nếu c1 = T và c2 = T ... c6 = T thì h1 = T và h2 = Y ...và h5 = Y

Luật hợp thành: $R = R1 \cap R2 \cap R3 \dots R26$

2.5. Chọn thiết bị hợp thành

- Phép giao hai tập mờ theo luật lấy min
- Phép hợp hai tập mờ theo luật lấy max
- Nguyên tắc kéo theo: nguyên tắc MIN

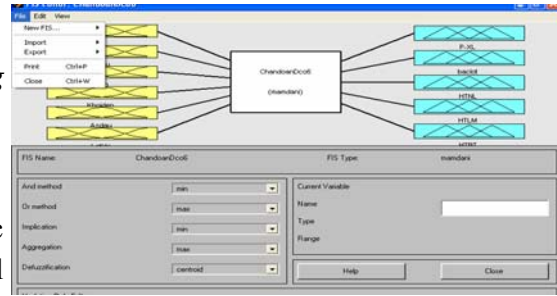
- Nguyên tắc hợp thành: theo nguyên tắc max

Luật hợp thành R có tên là max-MIN

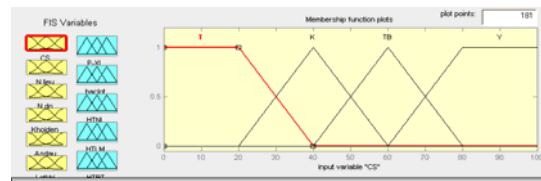
Nguyên lý giải mờ theo phương pháp đường phân đôi diện tích

2.6. Tổng hợp kết quả

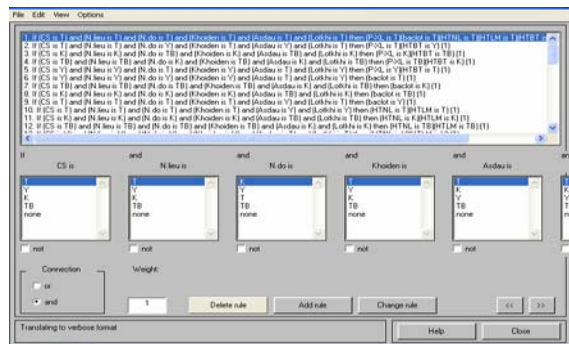
Sau khi hoàn thành các soạn thảo cho một hệ mờ, người ta có thể gọi sup-menu Surface cho phép khảo sát mối quan hệ giữa các biến dạng đồ thị không gian 3 chiều (hình 7). Trên hệ trục tọa độ x-y-z, một cách mặc định, biến Vào được gán cho các trục x và y còn biến ra gán cho trục z.



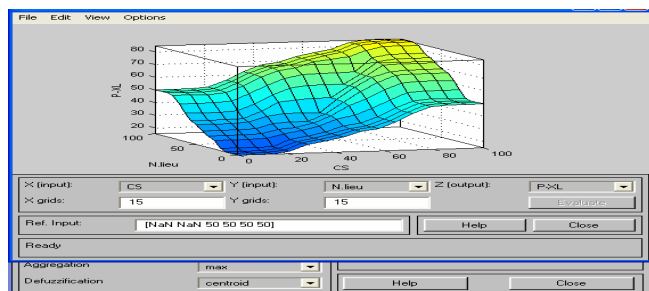
Hình 4. Màn hình chính của fuzzy



Hình 5. Màn hình soạn thảo biến vào/ra

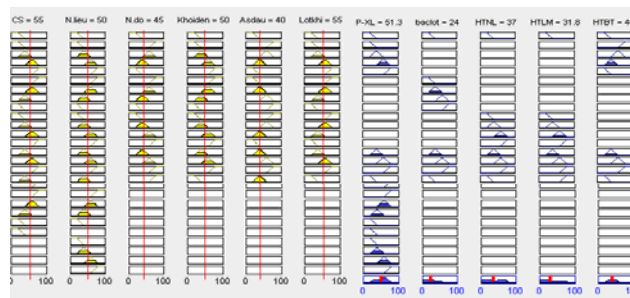


Hình 6. Màn hình soạn thảo luật điều khiển



Hình 7. Mối quan hệ giữa biến vào độ suy giảm CS và tăng tiêu hao nhiên liệu với độ mòn nhóm Piston - Xilanh - Xecmang

Quan hệ truyền đạt bộ chẩn đoán mờ là mối quan hệ giữa tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra. Trên cơ sở kết quả chương trình tính được lập, người sử dụng hoàn toàn có được kết quả rõ ở đầu ra nếu có được các tín hiệu rõ ở đầu vào (hình 8)



Hình 8. Quan hệ truyền đạt bộ của chẩn đoán mờ

III.KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày tổng hợp lý thuyết chẩn đoán và kinh nghiệm của chuyên gia trong lĩnh vực động cơ, xây dựng mô hình thuật toán và phần mềm chẩn đoán động cơ Diesel. Trên cơ sở phần mềm xây dựng được cho phép chẩn đoán tình trạng kỹ thuật và dự báo thời hạn sử dụng của các chi tiết và tổng thành chính trong động cơ Diesel.

Kết quả nghiên cứu có thể giúp cơ sở quản lý và khai thác phương tiện làm tốt công tác vật tư dự phòng, nâng cao năng lực khai thác của phương tiện, đảm bảo tính tin cậy, khả năng hoạt động và hiệu quả khai thác là cao nhất.

Để xây dựng tập luật một cách đầy đủ và toàn diện cần tham khảo ý kiến của nhiều chuyên gia trong lĩnh vực này đồng thời tiến hành thực nghiệm trên một số chủng loại động cơ khác nhau.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Khắc Trai (2004). Kỹ thuật chẩn đoán ô tô, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà nội.
- [2]. Đỗ Đức Tuấn (2004). Lý thuyết độ tin cậy, Bài giảng cao học, Trường Đại học Giao thông vận tải, Hà nội.
- [3]. Nguyễn Đức Tuấn (1995). Khai thác kỹ thuật ô tô, Bài giảng cao học, Trường Đại học Giao thông vận tải, Hà nội.
- [4]. Chen Guojin, Zhu Miaofen, Hu Yihuai, Liu Bin, Guan (2005). Study on Engine Fault Diagnosis and Realization of Intelligent Analysis System, IMTC 2005 – Instrumentation and Measurement Technology Conference Ottawa, Canada, 17-19 May 2005.
- [5]. Genting Yan, Guang Fuma (2004). Fault diagnosis of Diesel engine combustion system base on Neural networks, Proceedings of the Third International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Shanghai, 26-29 Augus 2004
- [6]. Sinan Altug, Mo-Yuen Chow, H.Joel Trussell, Fellow (1999). Fuzzy Inference Systems Implemented on Neural Architectures for Motor Fault Detection and Diagnosis, IEEE Transportasions on industrial eletronics, Vol. 46, NO. 6, December 1999 ♦