

# XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ SUGENO ĐỂ MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH ĐÁNH BÓNG NHÔM PHỤ THUỘC 2 THAM SỐ VẬN TỐC (n) VÀ LỰC (F)

BUILDING SUGENO FUZZY CONTROLLER TO SIMULATE PROCESSING FOR ALUMINUM POLISH DEPENDING ON 2 PARAMETERS VELOCITY (n) AND FORCE (F)

ThS. Trương Đình Luân, TS. Nguyễn Trọng Doanh, TS. Bùi Quý Lực  
 Bộ môn Cơ điện tử, Viện Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

## TÓM TẮT

*Bài báo đề xuất giải pháp ứng dụng bộ suy luận logic mờ và Simulink của Matlab để mô phỏng, kiểm tra, đánh giá quá trình đạt độ nhẵn bóng bề mặt khi đánh bóng nổi nhôm bằng bánh ni phụ thuộc 2 tham số là vận tốc n (vòng/phút) và lực F (N). Kết quả mô phỏng làm cơ sở để xây dựng thuật toán điều khiển cho quá trình điều khiển đánh bóng bề mặt kim loại.*

**Từ khóa:** Mờ; Mô phỏng; Đánh bóng; Tối ưu.

## ABSTRACT

*The paper proposes a solution to apply fuzzy logic inference and Simulink of Matlab to simulate, test and evaluate the process of achieving surface roughness when polishing aluminum cookware using felt wheels, depending on 2 parameters as velocity n (rpm) and force F (N). Simulation result serve as a basis to build control algorithms for the control metal surface polishing.*

**Keywords:** Fuzzy, simulation, polish, optimal.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo [4], kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc n (vòng/phút), lực F (N) và thời gian t (s) đến độ nhẵn bóng bề mặt khi đánh bóng nổi nhôm bằng bánh ni như sau:

$$R_z = 8,822 - 0,000875n - 0,0041F - 0,0423t \quad (1)$$

Trong miền khảo sát:

$$n = [2000:2800] \text{ vòng/phút:}$$

$$F = [100:300] \text{ N}$$

$$t = [30:90] \text{ s}$$

Ở đây, ta khảo sát quá trình phụ thuộc của độ nhẵn bóng  $R_z$  vào 2 tham số n và F ở thời gian lựa chọn là t=30s, phương trình (1) viết lại như sau:

$$R_z = 7,553 - 0,000875n - 0,0041F \quad (2)$$

Từ phương trình toán học trên, dễ dàng nhận ra  $R_{zmax}$  khi  $[n_{min}, F_{min}]$  và  $R_{zmin}$  khi  $[n_{max}, F_{max}]$ .

Như vậy:

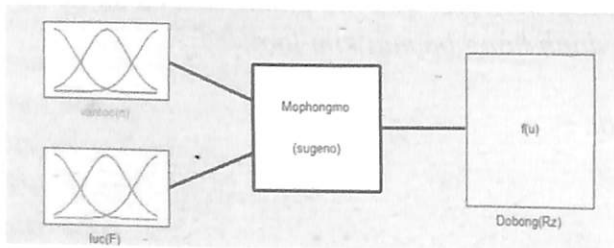
$$R_{zmax} = 5,393 \text{ và } R_{zmin} = 3,873 \quad (3)$$

Các giá trị  $R_{zmax}$  và  $R_{zmin}$  là cơ sở để qui định luật hợp thành cho bộ điều khiển mờ.

## 2. CÁC BƯỚC XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ

### 2.1. Ứng dụng bộ suy luận mờ của Matlab

Mô hình bộ công cụ mờ SUGENO của Matlab như trong hình 1:



Hình 1. Mô hình điều khiển mờ Sugeno.

Trên mô hình cho ta thấy 2 biến vào là vận tốc (n) và lực (F), một biến ra là  $R_z$ .

Lý do chọn bộ điều khiển mờ Sugeno (Takagi-Sugeno) [5]:

Thích hợp để điều khiển các đối tượng có mô hình phi tuyến được tuyến tính hóa.

Luật mờ Sugeno: If  $(x_1=A_1)$  AND  $(x_2=A_2)$  AND...AND  $(x_n=A_n)$  then  $y=f(x_1,x_2,\dots,x_n)$

Với  $A_i (i=1,n)$ : Là các tập mờ.

f: Là hàm tín hiệu rõ (const).

Chính vì  $R_z$  là một hằng số để nhận tín hiệu điều khiển, cho nên lựa chọn luật mờ Sugeno là phù hợp.

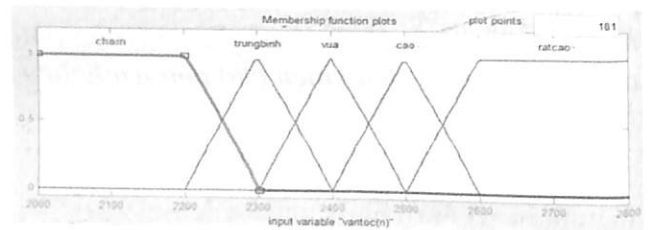
### 2.2. Khai báo các tập mờ [1], [2]

Mờ hóa biến vào vận tốc n.

Miền giá trị biến vận tốc  $n = \{2000 \div 2200, 2200 \div 2400, 2300 \div 2500, 2400 \div 2600, 2600 \div 2800\}$  (vòng/ phút).

Tương ứng với biến ngôn ngữ  $n = \{\text{chậm, trung bình, vừa, cao, rất cao}\}$ .

Hàm liên thuộc biến mờ vận tốc được thể hiện ở hình 2:



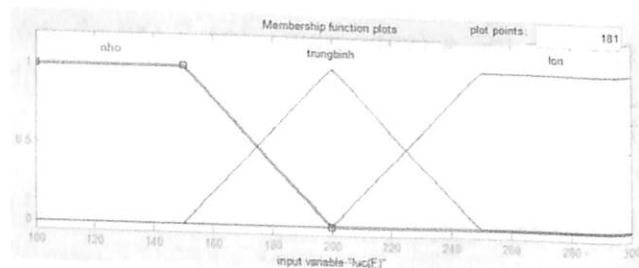
Hình 2. Hàm liên thuộc của biến mờ vận tốc (n).

Mờ hóa biến vào lực F.

Miền giá trị biến lực  $F = \{100 \div 150, 150 \div 250, 250 \div 300\}$  (N).

Tương ứng với biến ngôn ngữ  $F = \{\text{nhỏ, trung bình, lớn}\}$ .

Hàm liên thuộc biến mờ lực được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Hàm liên thuộc của biến mờ lực (F).

Giải mờ biến ra  $R_z$ .

Theo (3) có  $R_{zmax} = 5,393$  và  $R_{zmin} = 3,873 \Rightarrow R_{ztb} = \frac{R_{zmax} + R_{zmin}}{2} = 4,633$

Miền giá trị biến độ bóng:  $R_z = \{3,873 ; 4,633 ; 5,393\}$

Tương ứng với biến ngôn ngữ  $R_z = \{\text{độ bóng cao, độ bóng trung bình, độ bóng thấp}\}$

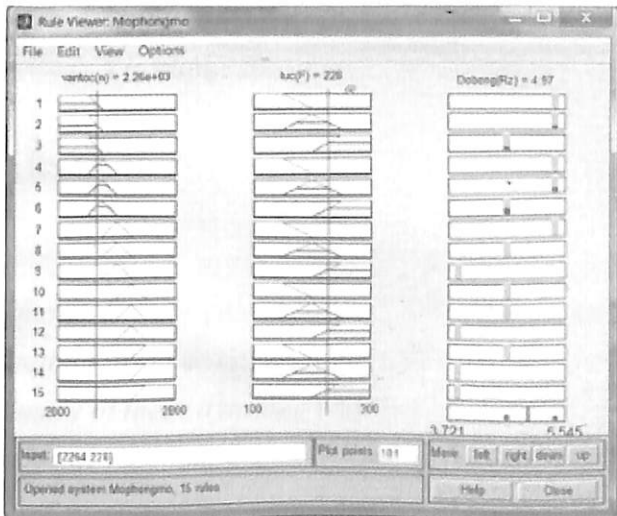
Chọn khai báo kiểu hàm Const.

Bảng luật mờ (bảng 1).

F \ n	Chậm	Trung bình	Vừa	Cao	Rất cao
Nhỏ	Độ bóng thấp	Độ bóng thấp	Độ bóng thấp	Độ bóng trung bình	Độ bóng trung bình
Trung bình	Độ bóng thấp	Độ bóng thấp	Độ bóng trung bình	Độ bóng trung bình	Độ bóng cao
Lớn	Độ bóng trung bình	Độ bóng trung bình	Độ bóng cao	Độ bóng cao	Độ bóng cao

**2.3. Kết quả chạy mô phỏng trên công cụ Fuzzy**

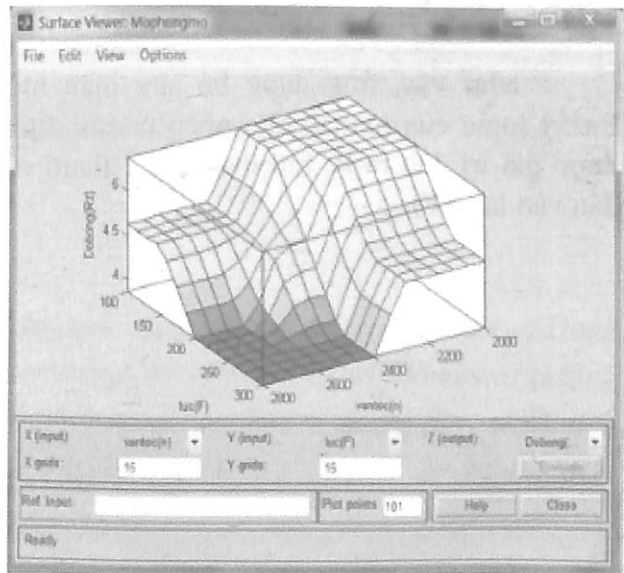
Giao diện mô phỏng luật hợp thành, hình 4. Ta thấy, nếu  $n=2264$  và  $F=228$  thì cho kết quả  $R_z=4,97$ .



Hình 4. Giao diện mô phỏng luật hợp thành.

Giao diện mô phỏng dạng đồ thị (hình 5).

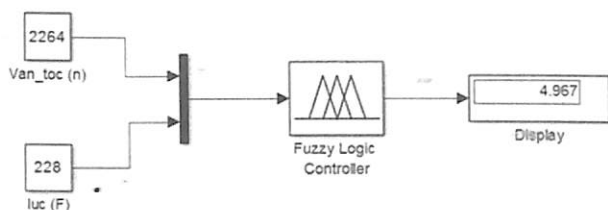
Trên giao diện dạng đồ thị, ta có thể xác định quan hệ  $R_z = f(n, F)$ .



Hình 5. Giao diện mô phỏng dạng đồ thị.

### 3. SƠ ĐỒ MÔ PHỎNG TRÊN SIMULINK

Kết hợp với công cụ mô phỏng Simulink của Matlab [3], cho phép ta xác định được giá trị độ nhẵn bóng bề mặt khi ta thay đổi 2 tham số vận tốc (n) và Lực (F). Sơ đồ khối mô phỏng trên Simulink được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Sơ đồ khối mô phỏng trên Simulink.

Trên sơ đồ khối mô phỏng quá trình phụ thuộc của  $R_z$  vào 2 tham số vận tốc (n) và lực (F) cho kết quả như sau:

$$\begin{cases} n = 2264 \text{ vòng/phút} \\ F = 228N \end{cases} \Rightarrow R_z = 4,967$$

Phù hợp với kết quả mô phỏng ở hình 4.

### 4. KẾT LUẬN

Như vậy, ứng dụng bộ suy luận mờ Fuzzy logic của matlab cho phép ta xác định được giá trị đầu ra  $R_z$  khi thay đổi 2 tham số đầu vào là (n,F).

Kết quả chạy mô phỏng khẳng định kết quả lựa chọn các kiểu hàm liên thuộc MF (Membership function) cho các biến mờ và các luật mờ (rule) hoàn toàn phù hợp.

Làm cơ sở để xây dựng thuật toán điều khiển mờ cho quá trình điều khiển đánh bóng bề mặt kim loại. ❖

Ngày nhận bài: 12/5/2019

Ngày phản biện: 18/5/2019

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Duy Anh (2016); *Lý thuyết điều khiển hiện đại*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Phan Xuân Minh, Nguyễn Doãn Phước (2002); *Lý thuyết điều khiển mờ*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. Trần Quang Khánh (2013); *Giáo trình cơ sở Matlab ứng dụng T1*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [4]. ThS.Trương Đình Luân, TS. Nguyễn Trọng Doanh, TS. Bùi Quý Lực (2018); *Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc, lực và thời gian đánh bóng đến độ nhẵn bóng bề mặt khi đánh bóng nhôm bằng bánh ni*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam (số 7/2018), trang 70-75.
- [5]. *Fuzzy logic Toolbox User's Guide*.