

# Lý thuyết hệ thống Grey và độ tin cậy của các mô hình dự báo

■ TS. ĐẶNG ĐÌNH CHIẾN

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

**TÓM TẮT:** Bài báo giới thiệu về một số mô hình dự báo GM (1,1); VERHULST của phương pháp dự báo Grey. Để đánh giá độ chính xác trong việc dự báo của các phương pháp, tác giả dùng bảng số liệu của Cục Hàng hải Việt Nam về số lượng thuyền viên Việt Nam từ năm 2011 đến năm 2018 làm ví dụ.

**TỪ KHÓA:** Lý thuyết hệ thống Grey, dự đoán, mô hình Grey, thuyền viên, độ chính xác.

**ABSTRACT:** The article introduces forecasting models such as GM(1,1); VERHULST of the Grey forecasting method. To evaluate the accuracy in forecasting of the methods, the author uses the data source from the Vietnam Maritime Administration about the number of Vietnamese seafarers from 2011 to 2018.

**KEYWORDS:** Grey system Theory, grey models, seafarers, prediction, accuracy.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lý thuyết hệ thống Grey (Grey System Theory) được đề xuất bởi GS. Deng (người Trung Quốc) vào năm 1982. Phương pháp này tập trung nghiên cứu hệ thống thông tin không chắc chắn và không đầy đủ với bộ dữ liệu có cỡ mẫu nhỏ [1]. Phương pháp lý thuyết hệ thống Grey được áp dụng rộng rãi trên nhiều lĩnh vực như công nghiệp, GTVT, kinh tế, giáo dục, môi trường...

Ở Việt Nam, một số lĩnh vực đã áp dụng lý thuyết hệ thống Grey để dự đoán số liệu nhằm khắc phục, xử lý và nâng cao hiệu quả trong việc quản lý tại lĩnh vực đó. Tuy nhiên, đây là phương pháp còn mới và chưa được phổ biến rộng rãi trong các lĩnh vực nên các giảng viên và sinh viên gặp rất nhiều khó khăn trong việc tiếp cận tài liệu nghiên cứu về phương pháp này. Nhằm góp phần giải quyết những khó khăn trên, tác giả giới thiệu tổng quan các mô hình dự báo trong lý thuyết hệ thống Grey và đánh giá về độ tin cậy khi xử lý số liệu liên quan đến nguồn nhân lực thuyền viên từ năm 2011 đến năm 2018.

## 2. LÝ THUYẾT HỆ THỐNG GREY VÀ CÁC MÔ HÌNH DỰ BÁO

### 2.1. Lý thuyết hệ thống Grey (GST) [1, 2]

Trải qua gần 30 năm phát triển, lý thuyết hệ thống

Grey đã được xây dựng như một bộ môn khoa học mới xuất hiện với cấu trúc lý thuyết rất riêng bao gồm hệ thống phân tích, đánh giá, mô hình hóa, dự đoán, ra quyết định, điều khiển và các kỹ thuật tối ưu hóa. Lý thuyết hệ thống Grey xử lý các vấn đề không chắc chắn của các mẫu cỡ nhỏ và thông tin nghèo nàn. Một trong những đặc điểm của GST là xây dựng các mô hình với lượng dữ liệu ít ỏi. GST tìm cách xây dựng các lý thuyết, kỹ thuật, khái niệm và ý tưởng để giải quyết, phân tích các hệ thống tiềm ẩn và phức tạp. GST giúp tạo ra thông tin hữu ích và có ý nghĩa càng sớm càng tốt trong các hệ thống không chắc chắn và có thông tin từng phần. Như vậy, hoạt động chức năng của hệ thống có thể được xác định đúng cách và được giám sát một cách hiệu quả.

### 2.2. Các mô hình dự báo [3-7]

#### 2.2.1. Mô hình GM(1,1)

Mô hình Grey dòng đầu 1 biến GM(1,1) chỉ có thể sử dụng trong chuỗi dữ liệu dương. Mô hình này là một mô hình dự báo chuỗi thời gian [3]. Các phương trình vi phân của mô hình GM(1,1) có hệ số thay đổi theo thời gian.

Ta có chuỗi dữ liệu thô dương được biểu thị như sau:

$$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)); n \geq 4 \quad (1)$$

Bằng phương pháp cộng tích lũy ta xác định được:

$$X^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)); n \geq 4 \quad (2)$$

Với  $x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i); k = 1, 2, \dots, n$

Thiết lập mô hình dự báo Grey như sau:

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (3)$$

Giá trị tham số a và b của mô hình dự báo GM (1,1) được tính dựa trên phương pháp bình phương tối thiểu như sau:

$$\hat{a} = [a, b]^T = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (4)$$

Trong đó:

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(1)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(3) + x^{(1)}(2)) & 1 \\ \dots & \dots \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(n) + x^{(1)}(n-1)) & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Công thức tính các giá trị dự báo của mô hình:

$$x^{(1)}(t) = (1 - e^{at}) \left( x^{(1)}(1) - \frac{b}{a} \right) \quad (6)$$

#### 2.2.2. Mô hình Verhulst

Thiết lập mô hình dự báo Verhulst như sau:

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b(x^{(1)})^2 \quad (7)$$

Phát triển công thức (7) như sau:

$$x^{(1)}(t) = \frac{1}{e^{at} \left[ \frac{1}{x^{(1)}(0)} - \frac{b}{a}(1 - e^{-at}) \right]}$$

$$= \frac{ax^{(1)}(0)}{e^{at} [a - bx^{(1)}(0)(1 - e^{-at})]}$$

$$= \frac{ax^{(1)}(0)}{bx^{(1)}(0) + (a - bx^{(1)}(0))e^{at}}$$

Công thức tính các giá trị dự báo của mô hình:

$$\hat{x}^{(1)}(k + 1) = \frac{ax^{(1)}(0)}{bx^{(1)}(0) + (a - bx^{(1)}(0))e^{ak}} \tag{9}$$

### 2.2.3. Mô hình DGM

Mô hình Grey rời rạc - DGM (Discrete Grey Model) được tính theo công thức sau:

$$\hat{x}^{(1)}(k + 1) = \beta_1 x^{(1)} \beta_2 ; k = 1, 2, \dots, n$$

## 3. ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÔ HÌNH DỰ BÁO GREY

### 3.1. Thu thập số liệu

Số liệu sử dụng trong bài báo này được cung cấp bởi Cục Hàng hải Việt Nam từ năm 2011 đến năm 2018. Trong *Bảng 3.1* là số lượng thuyền viên Việt Nam bao gồm các chức danh: sỹ quan quản lý, sỹ quan vận hành và thủy thủ - thợ máy.

**Bảng 3.1. Số liệu thuyền viên Việt Nam giai đoạn 2011 - 2018**

CHỨC DANH	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Sỹ quan quản lý	7.613	8.421	8.023	9.828	10.578	11.163	11.060	11.241
Sỹ quan vận hành	8.911	8.892	8.303	9.555	9.673	9.977	9.527	9.143
Thủy thủ Thợ máy	23.546	25.665	25.305	25.738	24.469	21.997	20.718	19.001
<b>Tổng số</b>	<b>40.070</b>	<b>42.978</b>	<b>41.631</b>	<b>45.121</b>	<b>44.720</b>	<b>43.137</b>	<b>41.305</b>	<b>39.385</b>

Nguồn: Cục Hàng hải Việt Nam

Qua bảng số liệu trên có thể thấy số lượng sỹ quan quản lý tăng từ 7.613 người năm 2011 lên 11.241, chiếm 28,54% vào năm 2018. Cũng giống như sỹ quan quản lý,

sỹ quan mức vận hành tăng nhẹ 2,54% trong 7 năm. Trái ngược với xu hướng tăng của các chức danh sỹ quan là sự giảm mạnh về số lượng thủy thủ - thợ máy trong giai đoạn 2011 - 2018 từ 23.546 xuống còn 19.001 thuyền viên.

### 3.2. Tiêu chí đánh giá độ chính xác cho các mô hình dự báo

Để kiểm tra độ chính xác, sai số phần trăm trung bình tuyệt đối (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) được sử dụng như một trong những thước đo được sử dụng rộng rãi để đánh giá độ chính xác của phương pháp dự báo [8-11]. MAPE càng nhỏ cho kết quả dự đoán càng tốt và công thức tính như sau:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|Actual - Forecast|}{Actual} \times 100 \tag{10}$$

với n là số lượng giá trị quan sát. Số liệu trong bài báo này, số năm quan sát là 8 năm nên n = 8.

**Bảng 3.2. Các tiêu chí MAPE**

MAPE (%)	KẾT QUẢ
<10%	Rất chính xác
10%~20%	Có thể chấp nhận
20%~50%	Rất kém
>50%	Không thể chấp nhận được

### 3.3. Xử lý số liệu thông qua các mô hình dự báo

Sau khi có số liệu đầu vào là số lượng thống kê của thuyền viên Việt Nam giai đoạn 2011 - 2018 với các chức danh được chỉ ra ở *Bảng 3.1*. Tác giả đã đưa số liệu trên vào 2 mô hình dự báo là GM(1,1) và Verhulst để cho kết quả dự đoán tại thời điểm quá khứ từ năm 2011 đến năm 2018. So sánh kết quả dự đoán với số liệu thực tế sẽ cho sai số theo từng năm, sau đó tính toán sai số phần trăm trung bình tuyệt đối để đánh giá độ chính xác của 2 mô hình trên theo *Bảng 3.2*. Kết quả chi tiết được tác giả chỉ ra trong *Bảng 3.3* dưới đây:

**Bảng 3.3. Đánh giá độ chính xác cho các mô hình dự báo**

Chức danh	Năm	Thực tế	GM(1,1)	AGO	Error	MAPE	Verhulst	AGO	Error	MAPE
Sỹ quan quản lý	2011	7.613	7.613	7.613	0	4,07	7.613	7.613	0	3,09
	2012	8.421	8.470	16.083	49		8.360	15.973	61	
	2013	8.023	8.948	25.031	925		9.046	25.019	1.023	
	2014	9.828	9.453	34.484	375		9.658	34.677	170	
	2015	10.578	9.986	44.470	592		10.191	44.868	387	
	2016	11.163	10.549	55.020	614		10.645	55.513	518	
	2017	11.060	11.144	66.164	84		11.025	66.538	35	
	2018	11.241	11.773	77.937	532		11.338	77.876	97	
Sỹ quan vận hành	2011	8.911	8.911	8.911	0	12,23	8.911	8.911	0	4,14
	2012	8.892	8.922	17.833	30		8.964	17.875	72	
	2013	8.303	9.044	26.878	741		9.015	26.890	712	
	2014	9.555	9.167	36.045	388		9.063	35.953	492	
	2015	9.673	9.292	45.337	381		9.109	45.062	564	
	2016	9.977	9.419	54.756	558		9.152	54.214	825	
	2017	9.527	9.547	64.304	20		9.192	63.406	335	
	2018	9.143	9.678	73.981	535		9.231	72.637	88	

Chức danh	Năm	Thực tế	GM(1,1)	AGO	Error	MAPE	Verhulst	AGO	Error	MAPE
Thủy thủ Thợ máy	2011	23.546	23.546	23.546	0	2,90	23.546	23.546	0	25,85
	2012	25.665	26.832	50.378	1.167		22.643	46.189	3.022	
	2013	25.305	25.548	75.926	243		21.359	67.548	3.946	
	2014	25.738	24.325	100.251	1.413		19.616	87.164	6.122	
	2015	24.469	23.161	123.412	1.308		17.394	104.558	7.075	
	2016	21.997	22.052	145.465	55		14.772	119.330	7.225	
	2017	20.718	20.997	166.462	279		11.950	131.280	8.768	
	2018	19.001	19.992	186.453	991		9.198	140.478	9.803	

\*AGO (Accumulated Generating Operation)

Qua Bảng 3.3 ta có thể thấy độ chính xác của mô hình dự báo GM(1,1) cho kết quả rất chính xác ở các chức danh sỹ quan quản lý và thủy thủ - thợ máy trong khi mô hình Verhulst cho kết quả rất chính xác ở các chức danh sỹ quan quản lý và sỹ quan vận hành. Tuy nhiên, mô hình Verhulst cho kết quả rất kém ở chức danh thủy thủ - thợ máy với MAPE là 25,85 trong khi MAPE của mô hình GM(1,1) cho kết quả có thể chấp nhận được là 12,23.

**4. KẾT LUẬN**

Việc đánh giá độ chính xác các mô hình dự báo của lý thuyết hệ thống Grey là cơ sở để tác giả áp dụng vào việc dự báo các số liệu trong tương lai của các lĩnh vực. Đặc biệt, đối với ngành Hàng hải đóng vai trò quan trọng, cần thiết trong chiến lược phát triển kinh tế biển thì nguồn nhân lực là then chốt, là hạt nhân cho sự phát triển kinh tế biển theo đúng định hướng, mục tiêu, kế hoạch của Chiến lược biển Việt Nam mà Đảng, Chính phủ đã đề ra. Chính vì vậy, sự dự báo chính xác về nguồn nhân lực là vô cùng cần thiết để các công ty vận tải biển, các bộ, ban, ngành chủ động xây dựng các phương án cho chiến lược quản lý và khai thác lĩnh vực hàng hải.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu ngày được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT21-22.03.

**Tài liệu tham khảo**

[1]. Deng, J. L (1982), *Control problems of Grey Systems*, Systems & Control Letters: pp.288-294.  
 [2]. Deng, J. L. (1989), *Introduction to Grey System Theory*, The Journal of Grey System, no.1, pp.1-24.  
 [3]. Kayacan, E; B. Ulutas and Kaynak, O (2010), *Grey system theory based models in time series prediction*, Expert Systems with Applications, vol.37, no.2, pp.1784-1789.  
 [4]. Hsu, C. C. and Chen, C. Y. (2003), *Applications of improved grey prediction model for power demand forecasting*, Energy Conversion and Management, vol.44, no.14, pp.2241-2249.  
 [5]. Lu, i. J. , Lewis, C. and Lin S. J (2009), *The forecast of motor vehicle, energy demand and CO<sub>2</sub> emission from Taiwan's road transportation sector*, Energy Policy, vol.37, no.8, pp.2952 -2961.  
 [6]. Makridakis, S (1993), *Accuracy measures: Theoretical and practical concerns*, International Journal of Forecasting, vol.9, pp.527-529.

[7]. Nguyen, N. T., Tran, T. T., Wang, C. N., & Nguyen, N. T. (2015), *Optimization of strategic alliances by integrating DEA and grey model*, Journal of Grey System, 27(1), 38.

[8]. Liu, S., & Lin, Y. (2011), *Introduction to Grey Systems Modeling Software*, In Grey Systems, Springer Berlin Heidelberg, pp.287-302.

[9]. Liu, S., Lin, Y., & Forrest, J. Y. L. (2010), *Grey systems: theory and applications*, Springer, vol.68.

[10]. Lobrigo, E., & Pawlik, T. (2015), *Maritime policy and the seafaring labor market*, WMU Journal of Maritime Affairs, 14(1), 123-139.

[11]. Nam, H. J. (2019), *The effect of earnings quality on financial analysts' dividend forecast accuracy: Evidence from Korea*, The Journal of Asian Finance, Economics and Business, 6(4), 91-98.

**Ngày nhận bài: 02/4/2022**

**Ngày chấp nhận đăng: 06/5/2022**

**Người phản biện: TS. Mai Xuân Hương**

**TS. Nguyễn Thái Dương**