

KỸ THUẬT DỰ BÁO VÀ ỨNG DỤNG TRONG PHÂN BỐ NHÂN LỰC TRONG LĨNH VỰC SỨC KHỎE

FORECASTING TECHNIQUES AND APPLICATIONS IN MANPOWER ALLOCATION IN THE HEALTH FIELD

Nguyễn Văn Thành¹, Nguyễn Hồng Nhung², Nguyễn Văn Thuận¹,
Thái Hoàng Tuyết Nhi¹, Nguyễn Viết Tịnh¹

¹Khoa Thương mại, Trường Đại học Văn Lang

²Viện Quốc tế, Trường Đại học Kinh tế Thành phố Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Đại dịch Covid-19 đã lắng xuống nhưng sự xuất hiện của những biến thể mạnh hơn có thể khiến đại dịch bùng phát trở lại. Ngoài ra, dịch sốt xuất huyết cũng ngày càng gia tăng, gây áp lực lớn cho ngành y tế trong nước. Trước tình trạng này, tình trạng thiếu nhân lực y tế dẫn đến tỷ lệ y tá trên bệnh nhân ở mức cực kỳ thấp. Tình trạng này dẫn đến sự chậm trễ trong việc chăm sóc, chẩn đoán sai và ảnh hưởng đến sự an toàn của bệnh nhân. Để giải quyết vấn đề này, các tác giả đề xuất mô hình Trung bình trượt tích hợp tự động hồi quy (ARIMA) để hỗ trợ dự báo nhu cầu của bệnh nhân và đề xuất phân bổ số lượng y tá thích hợp cho từng phòng bệnh nhân. Mô hình này được áp dụng tại một bệnh viện Việt Nam, dựa trên các yếu tố như số lượng bệnh nhân, loại bệnh, mức độ nghiêm trọng của bệnh và hình thức chăm sóc. Mô hình này được áp dụng với các tiêu chí và chính sách được phép tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu là dự đoán số lượng bệnh nhân và phân bổ số lượng đội ngũ y tế tối ưu.

Từ khóa: ARIMA; Lập kế hoạch phân bổ nguồn lực; Tỷ lệ y tá trên bệnh nhân.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has subsided, but the emergence of more powerful variants could flare up the pandemic again. In addition, dengue fever is also increasing, putting a great deal of pressure on the domestic health sector. Faced with this situation, there is a shortage of medical personnel, leading to a critically low nurse-to-patient ratio. This situation leads to delays in care, missed diagnoses, and compromised patient safety. To address this problem, the authors propose the Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) model to support forecasting patient needs and recommend allocating the appropriate number of nurses to each patient room. This model is applied at a Vietnamese hospital, based on factors such as the number of patients, type of disease, severity of disease, and type of care. This model is applied with allowed criteria and policies in Vietnam. The research result is to predict the number of patients and allocate the optimal number of medical teams.

Keywords: ARIMA; Planning resource allocation; Nurse-to-patient ratio.



1. GIỚI THIỆU

Sốt xuất huyết ở người lớn và trẻ em đang gia tăng đều đặn trong những năm gần đây, bên cạnh dịch Covid-19. Bệnh viện đã điều trị được 1.377 ca sốt xuất huyết bệnh nhân sốt, trong đó có 805 người lớn và 572 trẻ em (Duy Tính, Báo Thanh Niên, 2022). Theo số liệu từ Bệnh viện Nhi đồng 1, số trẻ em bị nhiễm sốt xuất huyết cao hơn so với năm 2020 và số bệnh nhân nhập viện điều trị dự kiến sẽ tăng lên. Với áp lực công việc cao và cường độ làm việc của nhân viên y tế, các bệnh viện và nhà quản lý phải đưa ra các giải pháp để phân bổ nguồn nhân lực công bằng, đảm bảo chất lượng dịch vụ y tế. Điều dưỡng là nguồn nhân lực quan trọng góp phần vào hoạt động hiệu quả của bệnh viện đồng thời chăm sóc, theo dõi và kiểm tra bệnh nhân để đảm bảo phân bổ hợp lý. Việc quản lý nhân viên tại các buồng dựa trên số lượng bệnh nhân là rất quan trọng và cấp bách để phân chia hợp lý khối lượng công việc cho điều dưỡng, điều dưỡng để tránh áp lực công việc hoặc làm việc quá sức (Bệnh viện Nhi đồng 1, 2022).

Tỷ lệ y tá trên bệnh nhân là một yếu tố ảnh hưởng đến kết quả sức khỏe của bệnh nhân diễn hình, chẳng hạn như khối lượng công việc mà y tá đảm nhận nhiều công việc hoặc tỷ lệ y tá trên bệnh nhân quá thấp sẽ làm tăng nguy cơ sai sót về thuốc, biến chứng, bệnh mắc phải tại bệnh viện, thời gian nằm viện kéo dài và sự an toàn của bệnh nhân hoặc thời gian làm việc của y tá. Do đó, trong nghiên cứu này, tác giả đề xuất mô hình Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) để hỗ trợ các nhà quản lý trong các bệnh viện hiện tại trong việc dự đoán số lượng bệnh nhân rồi phân bổ nhân viên trên bệnh nhân để giải quyết các vấn đề chất lượng dịch vụ y tế và giảm tỷ lệ tử vong của bệnh nhân.

2. LƯỢC KHẢO TÀI LIỆU

Nhiều nghiên cứu hiện nay sử dụng các mô hình cho lịch trình và nhân sự bệnh viện. Nghiên cứu của Aydas đã dựa trên số lượng và nhu cầu của bệnh nhân, sử dụng lập trình số nguyên ngẫu nhiên để lập kế hoạch và phân bổ nhân viên y tá phù hợp cho đơn vị chăm sóc đặc biệt nhi khoa. Giảm chi phí, tăng sự hài lòng của bệnh nhân và nhân viên hạnh phúc hơn với khối lượng công việc tăng lên là kết quả nghiên cứu (Aydas và cộng sự, 2017). Trong đại dịch Covid-19 ở Trung Quốc, Hong-Fei Ren và cộng sự đã khảo sát các y tá trưởng và y tá trong các phòng bệnh bị cô lập của 117 bệnh viện bằng cách sử dụng lấy mẫu phân tầng, sau đó phân tích sự khác biệt về trình độ của nhân viên điều dưỡng bằng cách sử dụng bài kiểm tra của Kruskal-Wallis và đánh giá mối quan hệ giữa trình độ của nhân viên điều dưỡng và chỉ số hiệu quả bằng cách sử dụng phân tích tương quan Spearman. SPSS 16.0 được sử dụng cho tất cả các phân tích thống kê và ý nghĩa thống kê được xác định bằng cách sử dụng giá trị p là 0,05. Các phát hiện chỉ ra rằng việc phân bổ nhân viên điều dưỡng hợp lý là rất quan trọng để đảm bảo hiệu quả, chất lượng và an toàn cho bệnh nhân (Ren, et. al, 2022).

Đã có nhiều nghiên cứu diễn hình trên thế giới liên quan đến xu hướng tỷ lệ y tá trên bệnh nhân và sự kết hợp giữa y tá và nhân viên y tá (Rassin và Silner, 2007; Sharma và Rani, 2020). Hiện tại, phương pháp ARIMA tại Việt Nam vẫn được sử dụng để nghiên cứu dự báo một số đề tài kinh tế vĩ mô như: Thanh Hiền và cộng sự, 2022; Diệu Uyên và cộng sự, 2014; Quốc Dương và cộng sự, 2020. Tuy nhiên, các nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng mô hình Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) để phân tích chuỗi thời gian là những ví dụ mô hình được sử dụng để giúp dự đoán nhu cầu của bệnh nhân và cung cấp dữ liệu cho các nhà quản lý lập kế hoạch phân bổ nguồn lực hợp lý. Các bước thực hiện của mô hình ARIMA như dưới đây:

Đường cơ sở của mô hình Hồi quy tự động (AR) được hiển thị trong phương trình (1):

$$\tilde{z}_t = \phi \tilde{z}_{t-1} + \phi \tilde{z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t \quad (1)$$

Mặt khác, mô hình Trung bình trượt (MA) được thể hiện trong phương trình (2):

$$\tilde{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q} \quad (2)$$

Nếu một trong các hệ số lớn hơn 1, điều đó cho thấy dữ liệu dự đoán có thể có độ chính xác lớn do có thể xảy ra biến động. Chúng ta có thể kết hợp các mô hình này để xây dựng "Mô hình trung bình động – Tự hồi quy hỗn hợp", kết hợp các mô hình AR và MA, như được minh họa trong phương trình (3):

$$\tilde{z}_t = \phi \tilde{z}_{t-1} + \phi \tilde{z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q} \quad (3)$$

Các mô hình AR, MA và ARMA đơn giản hóa được thể hiện trong các phương trình (4), (5) và (6), sử dụng toán tử dịch ngược B để giảm hình thức kinh tế. Một mô hình AR đứng yên được biểu diễn bằng điểm đúc phương trình (4).

$$\phi(B)\tilde{z}_t = a_t \quad (4)$$

$$\tilde{z}_t = \theta(B)a_t \quad (5)$$

$$\phi(B)\tilde{z}_t = \theta(B)a_t \quad (6)$$

Phương trình (7) biểu thị mức chênh lệch của toán tử tự hồi quy tổng quát (B).

$$(\phi(B) = \phi(B) (1-B)^d \quad (7)$$

Điều này mang lại một dạng không cố định đồng nhất thuộc loại trong phương trình (8) và dạng mở rộng trong phương trình (9):

$$\phi(B) = \phi(B)(1-B)^d \tilde{z}_t = \theta(B)a_t \quad (8)$$

$$\omega_t = \phi_1 \omega_{t-1} + \dots + \phi_1 \omega_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (9)$$

Trong đó ω_t được tính như minh họa trong phương trình (10):

$$\omega_t = (1-B)^d z_t = \nabla^d z_t \quad (10)$$

Trong đó:

t là các khoảng thời gian, $t \in 0, 1, 2, 3, \dots, n$;
 z_t : Nhu cầu sản phẩm tại thời điểm t;
p: Độ trễ tạm thời của phần AR của ARIMA, $p \in 1, 2, 3, \dots, n$;

q: Phần MA của ARIMA có độ trễ tạm thời, $q \in 1, 2, 3, \dots, n$;

d: Sai phân xác định bằng phương trình tích phân (10), $d \in 1, 2, 3, \dots, n$;

ω_t : Dữ liệu dự kiến cho giai đoạn t được tính bằng phương trình (10);

a_t : Sự va chạm hoặc sai số ngẫu nhiên được tính bằng cách lấy $z_t - \tilde{z}_t$;

B: Sau khi tìm thấy p phù hợp, hãy sử dụng toán tử dịch ngược để phóng to phần tự hồi quy của mô hình.

Thông tin về chuỗi thời gian ở trên có thể được tìm thấy trong sách giáo khoa do Tunnicliffe Wilson và cộng sự viết (2016). 

4. KIỂM CHỨNG MÔ HÌNH ĐỀ XUẤT

Trước hết, dữ liệu được tác giả thu thập thực tế tại một bệnh viện trong 3 ca làm việc (06:00 sáng – 14:00 chiều, 14:00 chiều – 22:00 tối, 22:00 tối – 6:00 sáng hôm sau). Nghiên cứu này được tính từ ngày 28/09/2022 đến ngày 17/06/2022 với tổng số bệnh nhân ở 03 buồng là: 127609 tương ứng với 11 loại bệnh nhân. Cuối cùng sử dụng phần mềm R để phân tích số liệu và tìm ra số lượng bệnh nhân dự báo theo mô hình ARIMA phù hợp nhất.

Bảng 4.1 miêu tả ba mô hình thích hợp cho 03 buồng bệnh nhân này ARIMA(p,d,q), bao gồm buồng 1 có mô hình ARIMA(1,1,1), buồng 2 có mô hình ARIMA(1,0,3), buồng 3 có mô hình ARIMA(1,1,5).

Bảng 4.1. Kết quả mô hình ARIMA của 03 buồng

Buồng	Kết quả ARIMA																		
1	Series: b3ts ARIMA(1,1,1) Coefficients: <table><tr><td>ar1</td><td>ma1</td></tr><tr><td>0.7217</td><td>-0.7863</td></tr><tr><td>s.e. 0.1113</td><td>0.0995</td></tr></table>	ar1	ma1	0.7217	-0.7863	s.e. 0.1113	0.0995												
ar1	ma1																		
0.7217	-0.7863																		
s.e. 0.1113	0.0995																		
2	Series: b5ts ARIMA(1,0,3) with non-zero mean Coefficients: <table><tr><td>ar1</td><td>ma1</td><td>ma2</td><td>ma3</td><td>mean</td></tr><tr><td>0.9601</td><td>-0.0069</td><td>-0.0365</td><td>0.1150</td><td>13.6331</td></tr><tr><td>s.e. 0.0073</td><td>0.0238</td><td>0.0245</td><td>0.0221</td><td>0.7195</td></tr></table>	ar1	ma1	ma2	ma3	mean	0.9601	-0.0069	-0.0365	0.1150	13.6331	s.e. 0.0073	0.0238	0.0245	0.0221	0.7195			
ar1	ma1	ma2	ma3	mean															
0.9601	-0.0069	-0.0365	0.1150	13.6331															
s.e. 0.0073	0.0238	0.0245	0.0221	0.7195															
3	Series: b7ts ARIMA(1,1,5) Coefficients: <table><tr><td>ar1</td><td>ma1</td><td>ma2</td><td>ma3</td><td>ma4</td><td>ma5</td></tr><tr><td>-0.3916</td><td>0.2326</td><td>-0.2443</td><td>0.1836</td><td>-0.0509</td><td>-0.3077</td></tr><tr><td>s.e. 0.0581</td><td>0.0569</td><td>0.0237</td><td>0.0254</td><td>0.0329</td><td>0.0244</td></tr></table>	ar1	ma1	ma2	ma3	ma4	ma5	-0.3916	0.2326	-0.2443	0.1836	-0.0509	-0.3077	s.e. 0.0581	0.0569	0.0237	0.0254	0.0329	0.0244
ar1	ma1	ma2	ma3	ma4	ma5														
-0.3916	0.2326	-0.2443	0.1836	-0.0509	-0.3077														
s.e. 0.0581	0.0569	0.0237	0.0254	0.0329	0.0244														

Sau khi thực hiện tính toán trên mô hình ARIMA để dự báo nhu cầu khách hàng ở bệnh viện, mô hình này được áp dụng theo công thức (9) và (10) để dự đoán nhu cầu trong 20 ca (3 ca là 1 ngày) tiếp theo. Kết quả được thể hiện ở Bảng 4.2.

Bảng 4.2. Kết quả số liệu dự báo cho 03 buồng sử dụng mô hình ARIMA

Ca t	Buồng 1	Buồng 2	Buồng 3	Ca t	Buồng 1	Buồng 2	Buồng 3
1	33.04989	15.89880	28.57866	11	33.17432	15.15646	28.90281
2	33.08590	15.80840	28.53113	12	33.17570	15.09564	28.90286
3	33.11189	15.74349	28.63682	13	33.17670	15.03725	28.90284
4	33.13065	15.65923	28.92759	14	33.17741	14.98119	28.90285
5	33.14418	15.57834	28.89316	15	33.17793	14.92736	28.90285
6	33.15395	15.50067	28.90664	16	33.17831	14.87569	28.90285
7	33.16100	15.42611	28.90136	17	33.17858	14.82608	28.90285
8	33.16609	15.35452	28.90343	18	33.17877	14.77845	28.90285
9	33.16976	15.28580	28.90262	19	33.17891	14.73272	28.90285
10	33.17241	15.21981	28.90294	20	33.17902	14.68881	28.90285

Dựa vào kết quả số liệu trên, trong nghiên cứu này, tác giả để tỷ lệ điều dưỡng ở 03 buồng như sau: Ca làm việc 1 là 1:5, ca làm việc 2 là 1:6, ca làm việc 3 là 1:8.

Bảng 4.3. Lập kế hoạch phân bổ y tá cho bệnh nhân 03 buồng

Ngày	Ca làm việc	Số lượng y tá của buồng 1	Buồng 1	Số lượng y tá của buồng 2	Buồng 2	Số lượng y tá của buồng 3	Buồng 3
28/09/2022	1	7	33	3	15	6	29
	2	6	33	3	15	5	29
	3	5	33	2	15	4	29
29/09/2022	1	7	33	3	15	6	29
	2	6	33	3	15	5	29
	3	5	33	2	15	4	29
30/09/2022	1	7	33	3	15	6	29
	2	6	33	3	15	5	29
	3	5	33	2	15	4	29
01/10/2022	1	7	33	3	15	6	29
	2	6	33	3	15	5	29
	3	5	33	2	15	4	29
02/10/2022	1	7	33	3	15	6	29
	2	6	33	3	15	5	29
	3	5	33	2	15	4	29

5. KẾT LUẬN

Việc sử dụng phương pháp dự báo ARIMA đã được thực hiện trong nghiên cứu này để chứng minh mô hình ARIMA có hiệu quả trong việc dự báo. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng mô hình ARIMA rất hữu ích trong việc hỗ trợ các nhà quản lý đưa ra quyết định về việc phân bổ số lượng nhân viên y tế dựa trên số lượng bệnh nhân ở mỗi buồng. Nghiên cứu này có thể thúc đẩy việc áp dụng khoa học dữ liệu và phương pháp dự báo trong lĩnh vực y tế. Điều này mở ra cơ hội cho việc nghiên cứu và

phát triển các phương pháp dự báo tiên tiến hơn để cải thiện quản lý và dịch vụ y tế.

Lời cảm ơn:

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Trường Đại học Văn Lang đã hỗ trợ để thực hiện nghiên cứu này. Các vấn đề liên quan đến nội dung bài báo, độc giả có thể liên hệ qua TS. Nguyễn Văn Thành, thông qua email thanh.nguyenvan@vlu.edu.vn. ❖

Ngày nhận bài: **08/11/2023**

Ngày phản biện: **27/12/2023**



Tài liệu tham khảo:

- [1]. Aydas, O. (2017); *Strategic Nurse Allocation Policies Under Dynamic Patient Demand*. UWM Digital Commons.
- [2]. Duy Tính (2022, September 24); “Tình hình các loại dịch bệnh mới nhất tại Thành phố Hồ Chí Minh”. Báo Thanh niên. From <https://thanhnien.vn/tinh-hinh-cac-loai-dich-benh-moi-nhat-tai-tpHCM-post1503245.html>.
- [3]. Nguyễn Thị Thanh Hiền, Nguyễn Tuấn Sơn (2022); “Dự báo chỉ số giá tiêu dùng tại Việt Nam bằng mô hình ARIMA”, Tạp chí Nghiên cứu Tài chính Kế toán, 07(228).
- [4]. Nguyen Ho Dieu Uyen, Nguyen Thi Thanh Hien (2014), “Ứng dụng mô hình ARIMA trong dự báo chỉ số VN-index”. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, 12(85).
- [5]. Nguyen Quoc Duong, et al. (2020); “Predicting the pandemic COVID-19 using ARIMA model”, VNU Journal of Science: Mathematics-Physics, 36(4), pp.55-61.
- [6]. Ren, H.-fei, Chen, F.-jiao, He, L.-xiao, Liu, C.-qing, Liu, Y.-ying, Huang, Y.- jia, Han, H., Fu, S., Zhang, M.-guang, & Jiang, Y. (2022). *Nursing allocation in isolation wards of COVID-19 designated hospitals: A nationwide study in China*.
- [7]. Rassin, M., & Silner, D. (2007); *Trends in nursing staff allocation: The nurse- to-patient ratio and skill mix issues in Israel*. International Nursing Review, 54(1), 63–69. <https://doi.org/10.1111/j.1466-7657.2007.00529.x>.
- [8]. Sharma, S. K., & Rani, R. (2020). *Nurse-to-patient ratio and nurse staffing norms for hospitals in India: A critical analysis of national benchmarks*. Journal of Family Medicine and Primary Care, 9(6), 2631. https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_248_20.
- [9]. Tunnicliffe Wilson, G. (2016). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, by George EP Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel and Greta M. Ljung, 2015. Published by John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 712. ISBN: 978-1-118-67502-1. Journal of Time Series Analysis, 37.