



# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA KÍCH THƯỚC CỦA SỐ QUAN SÁT ĐẾN ĐỘ CHÍNH XÁC DỰ BÁO TRONG MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN CHẤP NHẬN LẬP LỊCH

Phạm Trung Đức<sup>1,2\*</sup>, Lê Văn Hòa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Công ty cổ phần Bến xe Huế

<sup>2</sup> Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

<sup>3</sup> Khoa Du lịch - Đại học Huế

**Tóm tắt.** Vấn đề dự báo dựa trên quan sát phụ thuộc rất nhiều vào mật độ sự kiện đến và kích thước cửa sổ quan sát. Thực tế, nếu cửa sổ quan sát bé và mật độ sự kiện đến rời rạc thì độ chính xác dự báo sẽ thấp, nhưng nếu cửa sổ quan sát lớn và mật độ sự kiện đến dày đặc thì độ chính xác dự báo sẽ tăng đáng kể. Trong bài báo này, một khảo sát dựa trên mô phỏng sẽ được thực hiện với các kích thước cửa sổ quan sát khác nhau nhằm đánh giá hiệu quả của việc dự báo lưu lượng chùm đến phục vụ cho việc điều khiển chấp nhận lập lịch tại nút lõi OBS. Kết quả mô phỏng chỉ ra rằng, khi tải chùm đến cao và cửa sổ quan sát lớn thì kết quả dự báo sẽ chính xác hơn.

**Từ khoá:** mạng OBS, QoS, điều khiển chấp nhận lập lịch, dự báo dựa trên tốc độ, kích thước cửa sổ.

## 1 Giới thiệu

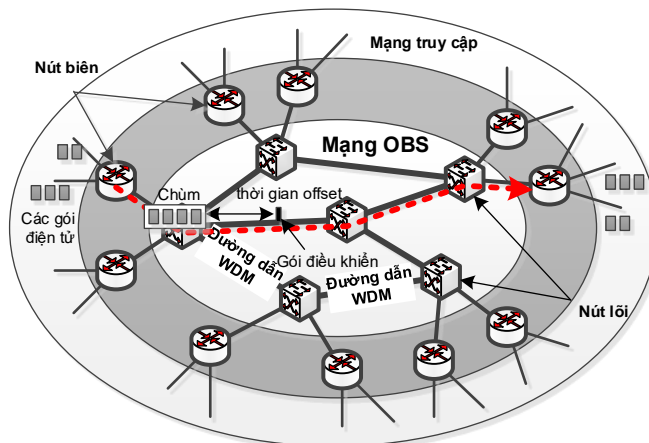
Mạng chuyển mạch chùm quang (Optical Burst Switching - OBS) là một trong những mô hình truyền thông quang trong tương lai. Một số công nghệ có thể ứng dụng cho mạng OBS đã được đề xuất và phát triển mạnh mẽ trong những năm gần đây nhằm tìm kiếm một thỏa hiệp linh hoạt giữa chuyển mạch kênh quang (Optical Channel Switching - OCS) và chuyển mạch gói quang (Optical Packet Switching - OPS). Ý tưởng chính của mô hình mạng này là các gói dữ liệu (chẳng hạn, các gói tin IP) từ tầng mạng đến tại nút biên OBS được tập hợp thành các đơn vị mang dữ liệu lớn hơn, được gọi là chùm. Việc tập hợp chùm được thực hiện bởi một kỹ thuật tập hợp dựa trên ngưỡng thời gian hoặc độ dài. Sau khi đã tập hợp thành chùm, gói điều khiển chùm (Burst Control Packet - BCP) được tách rời với phần dữ liệu (Data Burst) để gửi qua mạng lõi nhằm đặt trước tài nguyên dọc theo một đường truyền nào đó, mà đã được xác định bằng một số thuật toán định tuyến. Điều này được thực hiện hoàn toàn trong miền quang và không có bất kỳ bộ đệm điện tử nào. Chùm dữ liệu sẽ truyền không thành công khi nó tranh chấp với một chùm khác mà có thể đến từ một nút biên khác; nếu không chùm sẽ được truyền thành công đến nút biên ra và được tách khỏi phục thành các gói tin ban đầu như kiến trúc được thể hiện trong

\* Liên hệ: [phamtrungduc@hueuni.edu.vn](mailto:phamtrungduc@hueuni.edu.vn)

Nhận bài: 24-9-2020; Hoàn thành phản biện: 14-10-2020; Ngày nhận đăng: 14-10-2020

Hình 1. Điều này giúp mạng OBS đạt được độ trễ đầu cuối nhỏ và là tăng lưu lượng truy cập, cung cấp chất lượng truyền thông tốt hơn khi so sánh với mạng OCS và dễ dàng triển khai hơn so với mạng OPS [1].

Mặc dù mạng OBS có nhiều ưu điểm như phân tích ở trên, nhưng việc đánh giá hiệu suất mạng OBS là một thách thức lớn hiện nay, bởi sự đa dạng về dữ liệu đến như về kích thước thay đổi khi tập hợp, lưu lượng truy cập thay đổi liên tục và mức độ ưu tiên các chùm là khác nhau. Các yếu tố kể trên đã dẫn đến vấn đề tranh chấp phát sinh, khi hai hay nhiều chùm đến tranh chấp cùng tài nguyên trên một cổng ra. Nếu bước sóng được yêu cầu của một chùm đến bị chiếm giữ tại cổng ra, chùm có thể chuyển sang sử dụng bước sóng còn rỗi khác với hỗ trợ của bộ chuyển đổi bước sóng. Trong trường hợp nếu tất cả các kênh bước sóng tại một cổng ra đều bị chiếm giữ, chùm đến có thể sử dụng đường trễ quang FDL hoặc định tuyến lệch hướng để giải quyết tranh chấp [2]. Một hướng tiếp cận khác trong việc hạn chế tranh chấp tài nguyên, nâng cao được hiệu suất OBS là sử dụng phương pháp điều khiển chấp nhận lập lịch.



**Hình 1.** Kiến trúc mạng OBS và các hoạt động bên trong

Điều khiển chấp nhận lập lịch có thể được thực hiện tại nút biên hay nút lõi [3]. Trong đa số các mô hình điều khiển chấp nhận đã được đề xuất, các chùm ưu tiên thấp luôn bị đánh rơi nhiều hơn nhằm để dành tài nguyên cho các chùm ưu tiên cao nếu có tranh chấp xảy ra. Việc lập lịch thường được thực hiện cách tuần tự, theo kiểu vào trước phục vụ trước, nhưng trong trường hợp có phân biệt dịch vụ, việc lập lịch một chùm ưu tiên thấp đến có thể gây tắc nghẽn cho một chùm ưu tiên cao đến sau. Do đó, lập lịch với điều khiển chấp nhận là cần thiết nhằm để dành nhiều tài nguyên cho chùm ưu tiên cao, trong khi hạn chế tài nguyên đối với các chùm ưu tiên thấp.

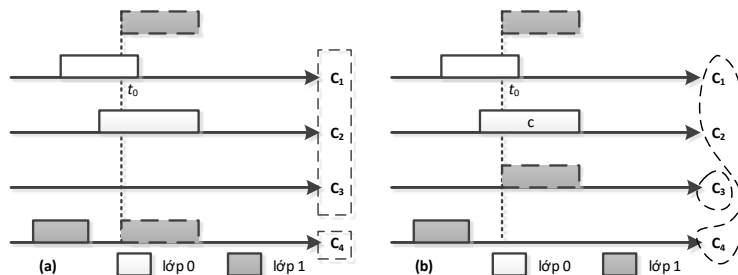
Việc điều khiển lập lịch có thể được thực hiện dựa trên dự báo. Vấn đề dự báo dựa trên quan sát phụ thuộc rất nhiều vào mật độ sự kiện đến và kích thước của số quan sát. Thực tế, nếu cửa sổ quan sát bé và mật độ sự kiện đến rời rạc thì độ chính xác dự báo sẽ thấp, nhưng nếu của

số quan sát lớn và mật độ sự kiện đến dày đặc thì độ chính xác dự báo sẽ tăng đáng kể. Bài báo này do đó nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước cửa sổ quan sát đến lỗi dự báo nhằm khuyến cáo kích thước cửa sổ phù hợp, góp phần nâng cao khả năng dự báo cho mạng OBS. Phần tiếp theo của bài báo bao gồm: Trình bày các công trình nghiên cứu liên quan ở phần 2, Mô phỏng và phân tích các kết quả trong phần 3, và kết luận ở phần 4.

## 2 Công trình nghiên cứu liên quan

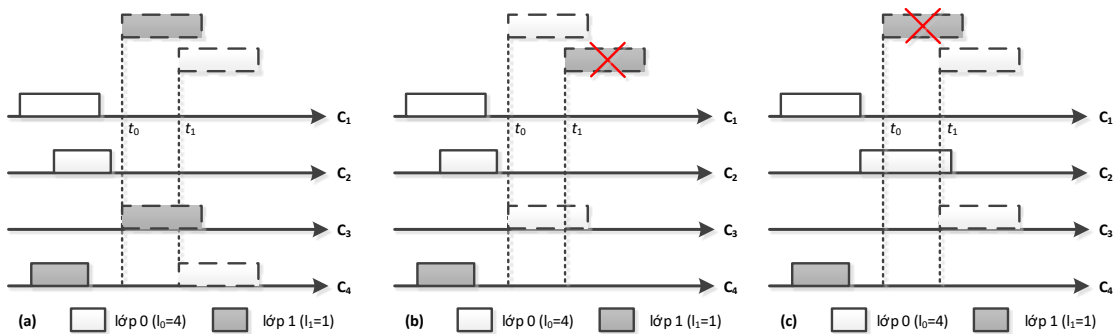
Vấn đề điều khiển chấp nhận trong mạng OBS được đề xuất đầu tiên bởi Zhang và cộng sự [3] với 2 kỹ thuật: (1) kỹ thuật điều khiển tĩnh SWG (Static Wavelength Grouping) và kỹ thuật điều khiển động DWG (Dynamic Wavelength Grouping). Cụ thể, xét tại một cổng ra có  $W$  kênh bước sóng khả dụng, kỹ thuật SWG sẽ phân bổ  $W_0$  ( $W_0 < W$ ) bước sóng cho các chùm gắn nhãn QoS cao (Lớp 0) và  $W_1$  ( $W_1 < W$ ) bước sóng cho các chùm được gắn nhãn QoS thấp (Lớp 1), trong đó  $W_0 > W_1$  và  $W_0 + W_1 = W$ . Một ví dụ như được chỉ ra trong Hình 2a, trường hợp  $W = 4$ , kỹ thuật SWG phân bổ  $W_0 = 3$  bước sóng (kênh số 1, 2 và 3) cho các chùm QoS cao và  $W_1 = 1$  bước sóng (kênh số 4) cho các chùm QoS thấp.

Kỹ thuật SWG đảm bảo dành riêng các kênh bước sóng cho các chùm QoS cao nên đảm bảo chất lượng dịch vụ. Tuy nhiên, khi các chùm đến bị lệch về một phía (Lớp 0 hoặc Lớp 1) sẽ xuất hiện sự phân bố tải không đồng đều trên các kênh bước sóng liên kết ra. Cụ thể, nhóm các kênh  $W_0$  (hoặc  $W_1$ ) sẽ quá tải, trong khi nhóm các kênh  $W_1$  (hoặc  $W_0$ ) là nhàn rỗi nếu các chùm đến chỉ thuộc về QoS cao (hoặc QoS thấp). Để linh hoạt hơn trong sử dụng các kênh bước sóng Zhang và cộng sự [3] tiếp tục đề xuất kỹ thuật DWG, trong đó các kênh không được chỉ định cụ thể cho các lớp QoS mà chỉ kiểm soát số lượng kênh được phép sử dụng tối đa cho mỗi loại chùm QoS cao và QoS thấp. Một ví dụ được chỉ ra trong Hình 2b, xét tại thời điểm đến ( $t$ ) của một chùm đến, nếu số chõng lấp của chùm này với các chùm cùng loại ( $\omega$  và  $\omega_1$ ) mà nhỏ hơn lượng bước sóng được phân bổ ( $\omega < W_0$  và  $\omega_1 < W_1$ ), việc lập lịch là được chấp nhận. Do đó một chùm QoS thấp đến tại thời điểm  $t$  vẫn có thể được lập lịch lên kênh 2 hoặc kênh 4 vì số chõng lấp đối với loại chùm này là  $\omega_1 = 0$ , trong khi  $W_1 = 1$ , nên  $\omega_1 < W_1$  và trong số lượng một kênh được sử dụng tối đa này, có thể lập lịch trên bất cứ kênh nào thỏa mãn (kênh 2 và 4) chứ không cấp phát cố định kênh 4 như trong SWG.



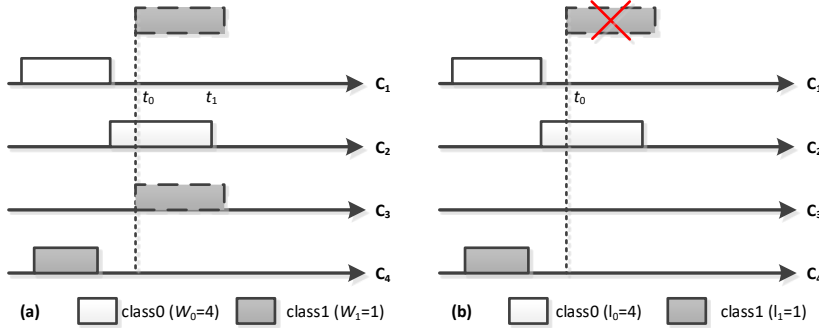
Hình 2. Ví dụ về điều khiển lập lịch của SWG (a) và DWG (b)

Hạn chế của SWG và DWG là đều yêu cầu lưu lại thông tin trạng thái của tất cả chùm đang được lập lịch trên các kênh nên cần nhiều bộ nhớ cho việc lưu trữ. Một hạn chế khác của hai kỹ thuật SWG và DWG là chúng chỉ hiệu quả khi biết trước lưu lượng các luồng chùm (ưu tiên thấp và cao) đến và các lưu lượng này không biến đổi đáng kể trong một thời gian dài, nhưng điều này ngược với thực tế vì lưu lượng trên mạng luôn thay đổi. Góp phần gia tăng hiệu quả việc phân bổ các kênh bước sóng ra và giảm không gian lưu trữ, trong [4][5] đã đề xuất kỹ thuật LLAC, trong đó chỉ có thông tin về mức tải của mỗi lớp và tổng số bước sóng bị chiếm dụng là được lưu trữ. Các mức tải ( $l_0$  và  $l_1$ ) sẽ được qui định trước cho mỗi lớp QoS cao và thấp; nếu số chong lấp của một chùm đến với bất kỳ loại chùm nào đã được lập lịch trên các kênh ra ( $\omega$ ) là nhỏ hơn mức tải ( $\omega < l_0$  và  $\omega < l_1$ ) chùm đến sẽ được lập lịch. Một ví dụ được chỉ ra trong Hình 3a, với hai mức tải  $l_0 = 4$  và  $l_1 = 1$  được thiết lập trước đối với 2 loại chùm QoS cao và thấp, khi có một chùm QoS thấp đến tại thời điểm  $t$ , nó được lập lịch vì  $\omega < l_1$  ( $\omega = 0$ ). Mặt khác, tại cùng thời điểm  $t$ , nếu chỉ một chùm QoS cao đến thì nó được lập lịch vì  $\omega < l_0$  (lúc này  $\omega = 0$ ). Tuy nhiên trong Hình 3b, với một chùm QoS cao đến tại thời điểm  $t$ , nó được lập lịch vì  $\omega < l_0$  ( $\omega = 1$ ). Trong khi tại cùng thời gian đến  $t$ , một chùm QoS thấp đến thì nó sẽ không được lập lịch do  $\omega = l_1$  (lúc này  $\omega = 1$ ). Tương tự với Hình 3c, một chùm QoS thấp đến tại thời điểm  $t$  sẽ không được lập lịch vì  $\omega = l_1$  ( $\omega = 1$ ), mặc dù chùm ưu tiên thấp này chong lấp với chùm khác loại (ưu tiên), trong khi một chùm QoS cao đến tại cùng thời điểm  $t$  sẽ được lập lịch bởi vì  $\omega = 1 < l_0$ .



Hình 3. Các ví dụ về cách thức hoạt động của kỹ thuật LLAC.

Một nhược điểm của kỹ thuật LLAC là nó có xu hướng đánh rơi các chùm QoS thấp nhiều hơn so với kỹ thuật DWG. Như được chỉ ra trong Hình 4, kỹ thuật DWG sẽ không đánh rơi chùm ưu tiên thấp khi nó đến tại thời điểm  $t$  (Hình 4a); trong khi kỹ thuật LLAC sẽ đánh rơi nó vì  $\omega = l_1$  ( $\omega = 1$ ) như Hình 4b. Ngoài ra, một nhược điểm khác của LLAC là không đưa ra bất cứ cách nhận biết nào về tải đến trong khi ý tưởng của đề xuất là giả định biết trước được tải lưu lượng sau đó phân bổ kênh dựa trên tải biết trước này.



**Hình 4.** Một so sánh về hiệu quả lập lịch giữa kỹ thuật DWG (a) và LLAC (b)

Trong [6], Reddy và cộng sự tiến hành cải tiến của DWG thành LDWG (Load-based Dynamic Wavelength Grouping). Trong đó việc phân bổ bước sóng là được dựa trên lưu lượng tải đến của mỗi lớp ưu tiên. Cụ thể, một hệ số phân bổ tài nguyên được định nghĩa là:

$$p_i = \frac{\text{Tải\_của\_từng\_lớp}}{\text{Tổng\_tải}}$$

Giả sử có 70% lưu lượng tải ưu tiên cao và 30% lưu lượng tải ưu tiên thấp đến tại một liên kết ra có \$W\$ bước sóng, tỉ lệ phân bổ bước sóng sẽ lần lượt sẽ là \$0.7W\$ và \$0.3W\$ cho lớp ưu tiên cao và ưu tiên thấp.

Các tác giả trong [7], bổ sung việc phân phối băng thông trong môi trường mạng có sự thay đổi lưu lượng liên tục và đề xuất kỹ thuật TPAC (Traffic Prediction based Admission Control) mô hình điều khiển chấp nhận dựa trên phương pháp dự báo tốc độ chùng đến. Cụ thể, với \$W\$ kênh bước sóng khả dụng tại một liên kết ra, mà tại đó một chùng ưu tiên cao đến có thể được lập lịch lên một trong \$W\_1\$ kênh, với \$W\_1 < W\$. Cách làm này nhằm để dành tài nguyên nhiều hơn cho các chùng ưu tiên cao và việc cấp phát lại bước sóng chỉ được thực hiện cho lưu lượng các chùng ưu tiên thấp đến, trong đó băng thông được cấp phát cho luồng này (\$W\_1\$) cần được tăng lên nếu các chùng ưu tiên thấp đến nhiều và các chùng ưu tiên cao đến ít. Bước sóng \$W\_1\$ của chùng ưu tiên thấp được phân bổ như Công thức (1).

$$W_1 = \left\lceil W_0 \times \frac{\lambda_1}{\lambda_0 + \lambda_1} \right\rceil \tag{1}$$

với \$\lambda\_0\$ là tốc độ đến của các chùng ưu tiên cao và \$\lambda\_1\$ là tốc độ đến của các chùng ưu tiên thấp.

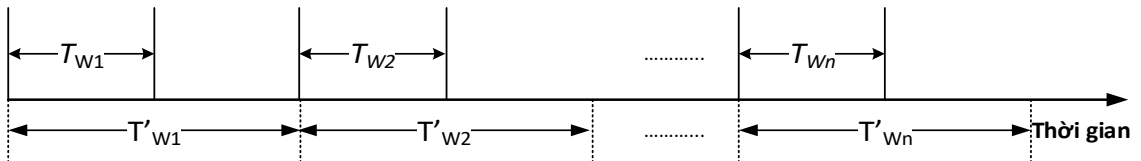
Nhằm xác định \$\lambda\_0\$ và \$\lambda\_1\$ cho việc phân bổ lại kênh bước sóng, các tác giả trong [7] đã sử dụng phương pháp TW-EWMA [8]; đây là phương pháp dựa trên thống kê về tốc độ trung bình trong quá khứ và tốc độ hiện thời của các chùng đến. Cụ thể, tốc độ đến của các lớp ưu tiên là:

$$\lambda_i = (1 - \alpha_i) \times \lambda_i^{avg} + \alpha_i \times \lambda_i^{cur} \tag{2}$$

với  $\lambda_i^{avg}$  là tốc độ chùng đến trong quá khứ,  $\lambda_i^{cur}$  là tốc độ chùng đến hiện thời;  $\alpha$  là hệ số tương quan giữa tốc độ chùng đến trong quá khứ với tốc độ đến hiện thời. Trong [9],  $\alpha_i$  được chọn bằng 0.3; nhưng theo đề xuất của các tác giả trong [10],  $\alpha_i$  nên được điều chỉnh linh hoạt dựa trên tốc độ đến hiện thời và tổng tốc độ của các lớp như Công thức (3).

$$\frac{(1-\alpha_i)}{\alpha_i} = \frac{\lambda_i^{avg}}{\lambda_i^{cur}} \Leftrightarrow \alpha_i = \frac{\lambda_i^{cur}}{\lambda_i^{cur} + \lambda_i^{avg}} \quad (3)$$

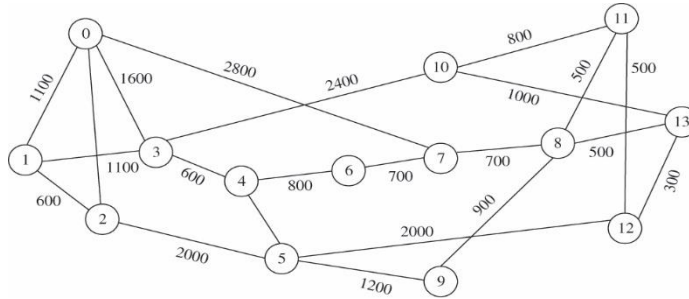
Một đặc điểm khác của TW-EWMA là cửa sổ quan sát để tính toán  $\lambda_i^{cur}$  là rời rạc thay vì liên tục nhằm để giảm chi phí tính toán (Hình 5). Thực tế, kích thước cửa sổ quan sát có một tác động đáng kể đến mức độ chính xác của việc dự báo và chi phí tính toán. Nếu kích thước cửa sổ lớn, số lượng sự kiện đến trong cửa sổ sẽ nhiều và việc dự báo dựa trên các sự kiện này sẽ chính xác hơn so với nếu số lượng sự kiện đến ít trong cửa sổ nhỏ. Trong phần tiếp theo của bài báo sẽ mô tả các trường hợp thay đổi cửa sổ quan sát và ảnh hưởng của điều đó đến lỗi dự báo của các lớp QoS khác nhau.



Hình 5. Cửa sổ quan sát là rời rạc thay vì liên tục như trong TW-EWMA

### 3 Kịch bản khảo sát, mô phỏng và phân tích kết quả

Chúng tôi tiến hành phân tích kết quả dự báo trong TW-EWMA với giải thuật TPAC [7]. Quá trình mô phỏng được thực hiện trên máy tính có CPU 2,4GHz Intel Core 2,2G RAM. Mô hình mạng được xem xét là NSFNET (Hình 6) trong đó băng thông trên mỗi liên kết là 10Gb/s. Các gói tin đến tại các nút biên vào có phân phối Poisson giả sử chỉ thuộc về một trong 2 lớp (ưu tiên cao và ưu tiên thấp); Các chùng được sinh ra do đó cũng có phân phối Poisson và thuộc về một trong 2 lớp này. Lưu lượng tải chuẩn hóa (được định nghĩa là bằng tốc độ đến chia cho khả năng đáp ứng của băng thông) được thay đổi từ 0.1 đến 0.9 với 3 tỉ lệ 3:7, 5:5 và 7:3 giữa luồng ưu tiên cao và ưu tiên thấp. Số bước sóng trên liên kết ở cổng ra  $W = 12$ , cửa sổ quan sát cực đại là  $T'_w = 10\text{ms}$  [9] và các kịch bản khảo sát được điều chỉnh lần lượt là  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  và  $\frac{3}{4}$  của  $T'_w$ . Dữ liệu được trích xuất từ NS2 với gói hỗ trợ mạng OBS là obs-0.9a [11] trong thời gian mô phỏng 1s.



**Hình 6.** Mô hình mạng mô phỏng NFSNET

Với mục tiêu là so sánh mức độ chính xác của dự báo, thông qua lỗi dự báo ( $R_E$ ) và lỗi dự báo trung bình ( $\bar{R}_E$ ) như được thể hiện ở Công thức (4) và (5), khi thay đổi kích thước cửa sổ quan sát.

$$R_E = (\lambda_i' - \lambda_i) / \lambda_i' \tag{4}$$

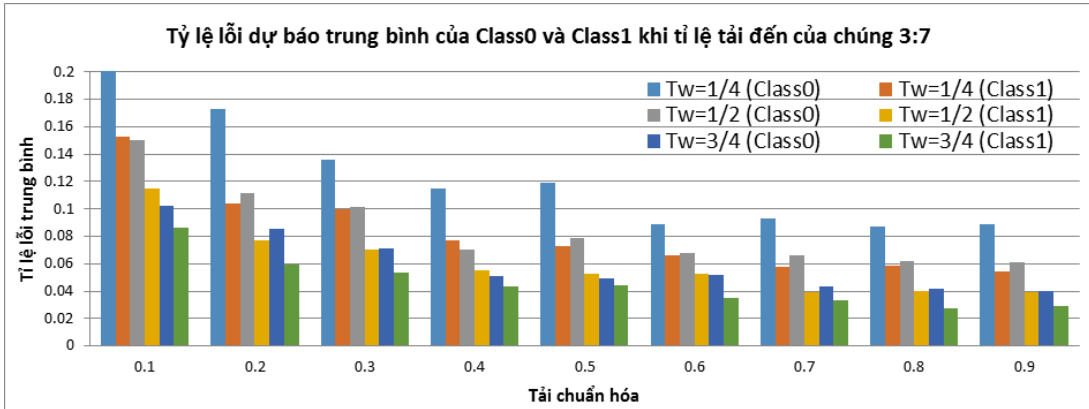
$$\bar{R}_E = \frac{\sum_{i=1}^M (\lambda_i' - \lambda_i) / \lambda_i'}{M} \tag{5}$$

trong đó:  $\lambda_i$  là tốc độ dự báo các chùm đến ở cửa sổ thứ  $i$  như Công thức (2) và  $\lambda_i'$  là tốc độ các chùm đến thực sự ở cửa sổ thứ  $i$ ,  $M$  là số lượng cửa sổ được dùng để tính lỗi dự báo trung bình.

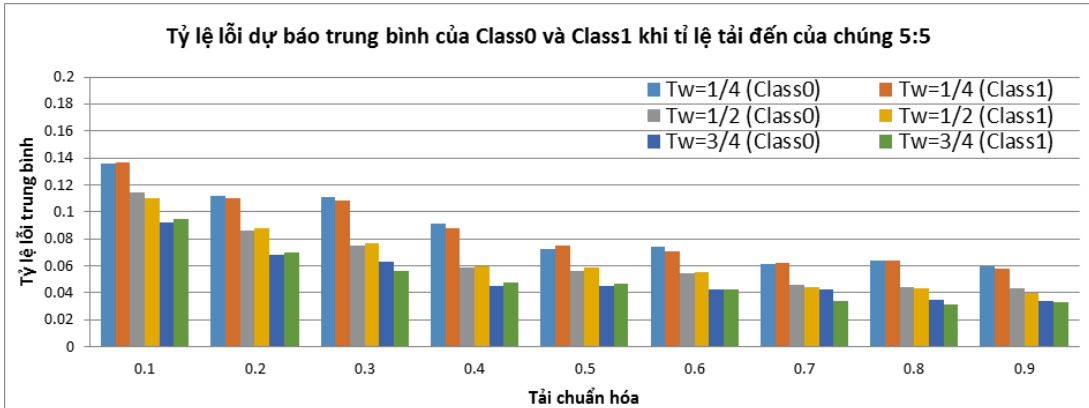
Đầu tiên hãy xem xét lỗi dự báo trung bình ( $\bar{R}_E$ ) của lớp ưu tiên cao (Class0) và ưu tiên thấp (Class1) khi tải đến của chúng là 3:7, 5:5 và 7:3 và cửa sổ quan sát thay đổi lần lượt là  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  và  $\frac{3}{4}$ .

Kết quả ở cả ba Hình 7, 8 và 9 cho thấy rằng tỉ lệ lỗi dự báo trung bình có xu hướng giảm khi tải đến tăng. Điều này là hợp lý bởi vì khi tải đến tăng thì số chùm đến trong mỗi cửa sổ quan sát cũng tăng theo và điều này làm tăng độ chính xác của dự báo nên làm giảm được tỉ lệ lỗi dự báo trung bình.

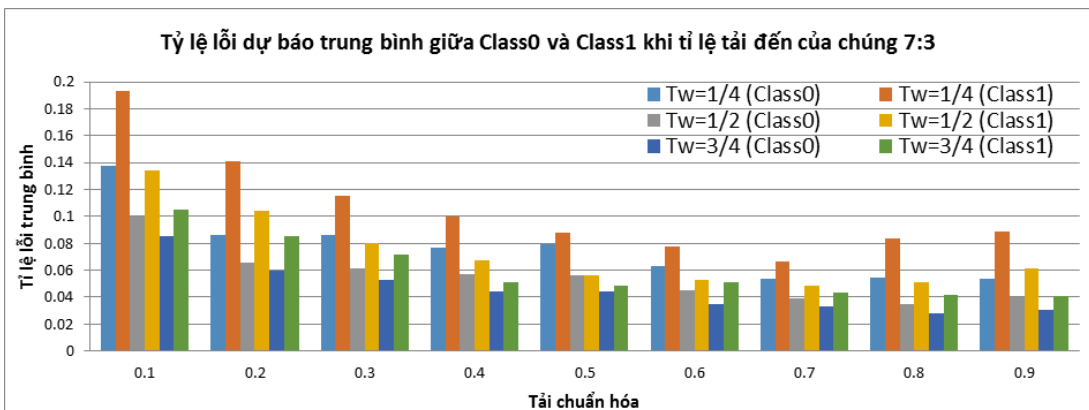
Khi xét đối với từng lớp ưu tiên cụ thể, Hình 7 và Hình 9 cho thấy một thực tế về sự phụ thuộc của độ chính xác vào số lượng sự kiện quan sát được là khi số lượng chùm đến trong của sổ quan sát thấp thì độ chính xác của dự báo sẽ giảm đi đáng kể; do có ít thông tin để tiến hành dự báo hơn. Như Salad và cộng sự trong [9] đã chỉ ra đối với các phương pháp dự báo dựa trên thống kê thì thông tin càng nhiều sẽ cho kết quả dự báo càng tốt. Do đó, trong Hình 7, do tải đến của lớp ưu tiên thấp cao nên độ chính xác dự báo tăng và làm giảm tỉ lệ lỗi dự báo trung bình so với lớp ưu tiên cao. Ngược lại, trong Hình 9, do tải đến của lớp ưu tiên cao là cao nên độ chính xác dự báo tăng lên và làm giảm tỉ lệ lỗi dự báo trung bình so với lớp ưu tiên thấp. Với trường hợp khi tải của 2 lớp ưu tiên này đến bằng nhau (Hình 8), sự chênh lệch về tỉ lệ lỗi dự báo trung bình là không đáng kể.



Hình 7. Tỷ lệ lỗi dự báo trung bình ( $\bar{R}_E$ ) của Class0 và Class1 khi tải đến của chúng là 3:7



Hình 8. Tỷ lệ lỗi dự báo trung bình ( $\bar{R}_E$ ) của Class0 và Class1 khi tải đến của chúng là 5:5

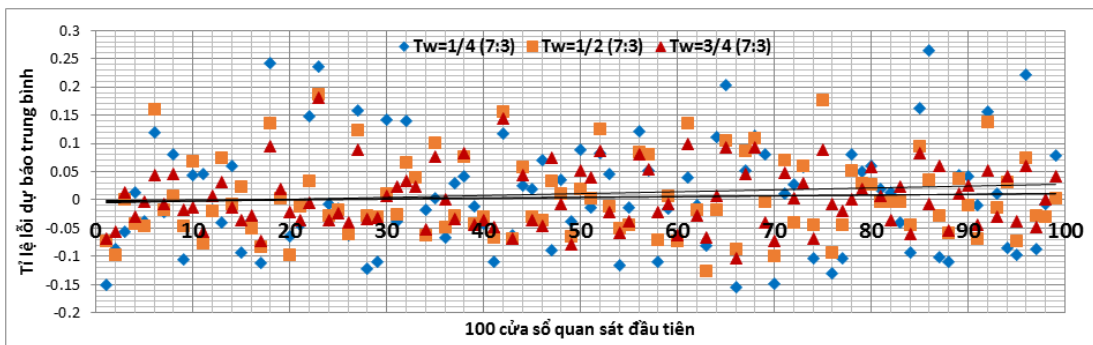


Hình 9. Tỷ lệ lỗi dự báo trung bình ( $\bar{R}_E$ ) của Class0 và Class1 khi tải đến của chúng là 7:3



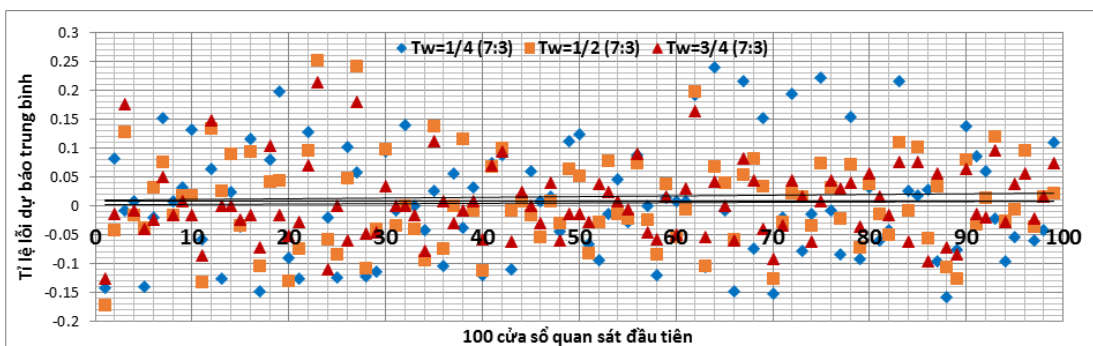
Một minh chứng khác của sự ảnh hưởng kích thước cửa sổ quan sát đến tỉ lệ lỗi dự báo trung bình là được thể hiện trong Hình 7 và Hình 9 là đối với từng lớp ưu tiên (Class0 hay Class1), khi tăng kích thước cửa sổ quan sát từ  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  đến  $\frac{3}{4}$  thì tỉ lệ lỗi dự báo trung bình giảm đi đáng kể, khoảng 30% khi tăng kích thước cửa sổ quan sát từ  $\frac{1}{4}$  lên  $\frac{1}{2}$ , và khoảng 20% khi tăng kích thước cửa sổ quan sát từ  $\frac{1}{2}$  đến  $\frac{3}{4}$ . Có một sự giảm nhẹ về mức độ cải thiện tỉ lệ lỗi dự báo trung bình khi tăng kích thước cửa sổ quan sát từ  $\frac{1}{2}$  đến  $\frac{3}{4}$  là do số lượng quan sát đến trong 2 kích thước của sổ này là đáng kể nên mức độ chính xác của dự báo là ít chênh lệch nhau, trong khi số chum đến với kích thước cửa sổ  $\frac{1}{4}$  là khá thấp nên tỉ lệ lỗi dự báo duy trì ở mức cao.

Trong cả Hình 7 và Hình 9 lỗi ước tính trung bình ở cửa sổ  $\frac{3}{4}$  là tốt nhất. Để hiểu rõ hơn về vấn đề này chúng tôi tiến hành trích xuất lỗi ước tính (Công thức 4) trong 100 cửa sổ quan sát liên tiếp với tỉ lệ tải đến 7:3 theo 3 kích thước cửa sổ  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  và  $\frac{3}{4}$  ở cả lớp ưu tiên cao và ưu tiên thấp, kết quả như được thể hiện ở Hình 10 và Hình 11.



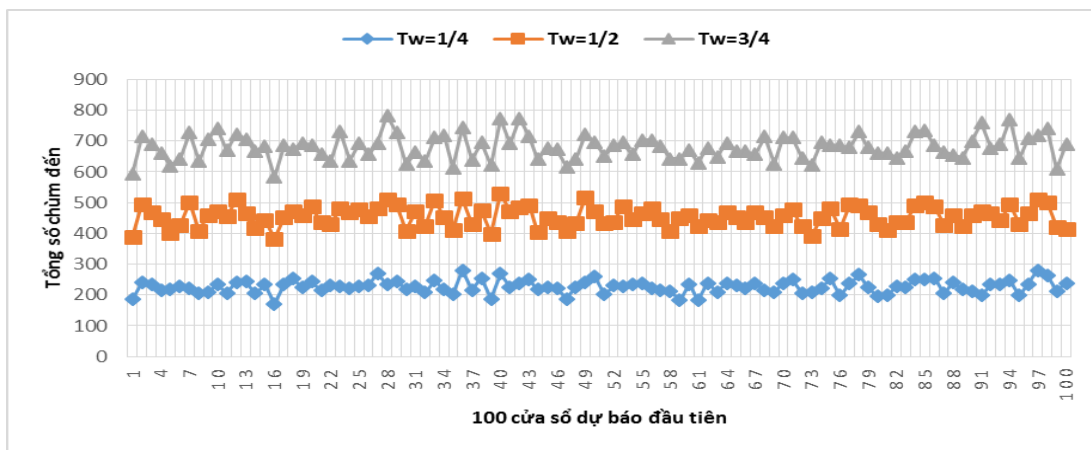
Hình 10. Lỗi dự báo trong 100 cửa sổ quan sát liên tiếp của lớp ưu tiên cao với tỉ lệ tải đến 7:3

Cả Hình 10 và Hình 11 cho thấy rằng ở cửa sổ  $\frac{1}{2}$  và  $\frac{3}{4}$  có lỗi ước tính tiến sát về giá trị 0 nhiều hơn so với cửa sổ  $\frac{1}{4}$ . Trong đó lỗi dự báo ở trục dương có ý nghĩa là giá trị dự báo bé hơn so với giá trị thực tế và ở trục âm là giá trị dự báo lớn hơn so với giá trị thực tế. Với giá trị bằng 0 thì giá trị dự báo được xác định bằng với giá trị thực tế.



Hình 11. Lỗi dự báo trong 100 cửa sổ quan sát đầu tiên của lớp ưu tiên thấp với tỉ lệ tải đến 7:3

Vấn đề cần giải thích nguyên nhân nào đã làm giá trị dự báo ở cửa số  $\frac{3}{4}$  tốt hơn so với  $\frac{1}{4}$  và  $\frac{1}{2}$ . Để làm rõ vấn đề này hãy xem xét công thức dự báo (Công thức 2) và nhận thấy rằng phương pháp dự báo phụ thuộc vào 2 loại thông tin: (1) thông tin về tốc độ đến trung bình tích lũy trước đó  $\lambda_i^{avg}$ ; và thông tin về tốc độ đến hiện thời  $\lambda_i^{cur}$ , trong đó giá trị  $\lambda_i^{cur}$  giúp quá trình dự báo phản ứng tốt so với tốc độ đến hiện tại. Như thể hiện trong Hình 12, ở cửa số  $\frac{1}{4}$  số lượng chùm đến ít, điều này là không đủ để phản ánh sự biến thiên tốc độ đến trong cửa sổ hiện tại làm quá trình dự báo gây ra lỗi cao. Nhưng khi xem xét cửa số  $\frac{3}{4}$  ta nhận thấy rằng số lượng chùm đến nhiều và thời gian quan sát để dự báo lớn điều này giúp quá trình dự báo đạt được hiệu quả hơn.



Hình 12. Tổng số chùm đến của 2 lớp trong 100 cửa sổ quan sát đầu tiên ở tài 0.9

Vậy cửa sổ quan sát càng lớn thì hiệu quả sẽ càng cao? Như thể hiện ở phần trước lỗi ước tính của cửa số  $\frac{3}{4}$  là thấp hơn 20% so với  $\frac{1}{2}$  và 30% so với cửa số  $\frac{1}{4}$ . Nhưng chi phí tính toán, xử lý của cửa số  $\frac{3}{4}$  cao hơn gần 50% so với  $\frac{1}{2}$  và gần 70% so với  $\frac{1}{4}$ . Điều này được thể hiện như trong Hình 12 do số lượng chùm đến của cửa số  $\frac{3}{4}$  cao hơn gấp đôi so với  $\frac{1}{2}$  và gần 70% so với  $\frac{1}{4}$ .

Như được khuyến cáo trong [9], ưu điểm của phương pháp TW-EWMA là giúp giảm chi phí tính toán. Do đó, nên có một sự thỏa hiệp giữa lỗi dự báo với chi phí tính toán nhằm giúp hệ thống đạt được hiệu quả cao hơn là điều cần thiết. Một xem xét trong [7] khi chọn kích thước cửa số  $\frac{1}{2}$  là phù hợp đáp ứng được mục tiêu này.

## 4 Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước cửa sổ quan sát đến độ chính xác của dự báo trong mô hình điều khiển chấp nhận lập lịch trong mạng OBS. Kết quả, cho thấy rằng việc tăng kích thước cửa sổ quan sát sẽ làm cho kế quả dự báo chính xác hơn. Do đối với phương pháp dự báo dựa trên thống kê TW-EWMA việc tăng kích thước cửa sổ làm dữ liệu thu thập được nhiều hơn, dẫn đến việc dự báo chính xác hơn. Tuy nhiên, đi kèm

với đó là chi phí tính toán sẽ gia tăng do phải xử lý một số lượng chùm đến trên cửa sổ lớn hơn. Một sự thỏa hiệp nhằm đạt hiệu quả chung trên toàn mạng giữa lỗi dự báo và chi phí tính toán là điều cần thiết giúp quá trình dự báo phục vụ tốt nhất cho hệ thống.

### Tài liệu tham khảo

1. F. Z. Khan, M. F. Hayat, T. Hoły, and M. J. Khan, "Towards Dynamic Wavelength Grouping for QoS in Optical Burst-Switched Networks," pp. 79–85, 2017.
2. P. K. Chandra, A. K. Turuk, and B. Sahoo, "Survey on optical burst switching in WDM networks," in *2009 International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*, Dec. 2009, pp. 83–88, doi: 10.1109/ICIINFS.2009.5429885.
3. Q. Zhang, V. M. Vokkarane, J. P. Jue, and B. Chen, "Absolute QoS Differentiation in Optical Burst-Switched Networks," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 22, no. 9, pp. 1781–1795, Nov. 2004, doi: 10.1109/JSAC.2004.836289.
4. I. M. Moraes, R. P. Laufer, D. D. O. Cunha, and O. C. M. B. Duarte, "An efficient admission control mechanism for optical burst-switched networks," *Photonic Netw. Commun.*, vol. 18, no. 1, pp. 65–76, Aug. 2009, doi: 10.1007/s11107-008-0171-9.
5. I. M. Moraes and O. C. M. B. Duarte, "Using the Network Load for Admission Control in OBS Networks: A Multilink Approach," *J. Opt. Commun. Netw.*, vol. 2, no. 3, p. 137, Mar. 2010, doi: 10.1364/JOCN.2.000137.
6. P. Reddy, A. Nagarajan, K. Ramanujam, and S. Talabathula, "Reducing Burst Loss Probability of Service Differentiated Optical Burst-Switched Networks," in *International Conference on Fibre Optics and Photonics*, 2012, p. WPo.31, doi: 10.1364/PHOTONICS.2012.WPo.31.
7. P. T. Due, D. T. Chuong, and V. V. M. Nhat, "A model of traffic prediction based admission control in OBS nodes," *RIVF 2019 - Proc. 2019 IEEE-RIVF Int. Conf. Comput. Commun. Technol.*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/RIVF.2019.8713683.
8. F. Haidari, "On the Performance of a Simple Packet Rate Estimator," pp. 392–395, 2008.
9. K. Salah and F. Haidari, "On the performance of a simple packet rate estimator," in *2008 IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications*, Mar. 2008, pp. 392–395, doi: 10.1109/AICCSA.2008.4493563.
10. V. M. N. VO, V. H. LE, and H. S. NGUYEN, "A model of optimal burst assembly for delay reduction at ingress OBS nodes," *TURKISH J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 25, pp. 3970–3982, 2017, doi: 10.3906/elk-1608-290.
11. The package of NS-obs0.9a: <http://www.wine.icu.ac.kr/obsns/>.

## STUDY THE EFFECT OF THE OBSERVED WINDOW SIZE TO PREDICTION ACCURACY IN SCHEDULING ADMISSION CONTROL MODEL

Pham Trung Duc<sup>1,2\*</sup>, Le Van Hoa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hue Coach Station Joint Stock Company, Vietnam

<sup>2</sup>Hue University of sciences, Hue University

<sup>3</sup>School of Hospitality and Tourism, Hue University

**Abstract:** The problem of prediction which bases on the observations depends on the density of incoming events and the size of the observation window. In fact, if the observation window is small and the density of incoming events is discrete, the accuracy of prediction will be low, but if the observation window is large and the density of incoming events is dense, the accuracy of prediction will increase significantly. In this paper, a survey is based simulation will be performed with different observation window sizes in order to evaluate the efficiency of the incoming burst traffic prediction which serve for scheduling admission control at core node OBS. The simulation's result shows that, when the incoming burst load is high and the observation window is large, the prediction results will be more accurate.

**Keywords:** OBS Network, QoS, scheduling admission control, prediction base on rate, the size of the window.