

KỸ THUẬT PHÂN ĐOẠN CHÙM TRONG MẠNG CHUYỂN MẠCH CHÙM QUANG

Mai Hoàng Thiên, Đặng Thanh Chương

hoangthien1237@gmail.com, dtchuong@gmail.com

TÓM TẮT— Bài toán tắc nghẽn trong mạng chuyển mạch chùm quang (Optical Burst Switching - OBS) được xem là bài toán quan trọng cần giải quyết. Trong mạng OBS, tắc nghẽn chùm có thể xuất hiện khi hai chùm dữ liệu từ hai cổng vào khác nhau cố gắng đi ra trên cùng một cổng ra, trên cùng kênh bước sóng và cùng thời điểm. Các giải pháp xử lý tắc nghẽn hiện nay bao gồm thực hiện chuyển đổi bước sóng, sử dụng đường trễ quang (Fiber Delay Line - FDL) để làm trễ hay định tuyến lệch hướng. Bài viết này nhằm phân tích một số kỹ thuật phân đoạn chùm kết hợp với lập lịch và đường trễ quang FDL. Kết quả của bài viết được đánh giá thông qua gói mô phỏng OBS0.9a trên phần mềm mô phỏng NS2-OBS.

Từ khóa — Mạng chuyển mạch chùm quang, phân đoạn chùm, phần mềm mô phỏng NS2-OBS.

I. GIỚI THIỆU

Lịch sử phát triển của mạng truyền dẫn quang đã trải qua các giai đoạn, từ mạng chuyển mạch kênh quang (Optical Channel Switching – OCS), chuyển mạch chùm quang và chuyển mạch gói quang (Optical Packet Switched – OPS). Mạng chuyển mạch kênh quang không đáp ứng được nhu cầu internet tốc độ cao, bởi vì chuyển mạch này luôn chiếm giữ một kênh truyền riêng cho đến khi hai máy kết thúc quá trình truyền. Mạng chuyển mạch gói quang là mục tiêu hướng đến của các nhà nghiên cứu và phát triển mạng quang, tuy nhiên có một đặc điểm trong chuyển mạch gói quang là chúng ta chưa thể xây dựng được các bộ đệm quang tại các điểm trung gian. Vì vậy, mô hình mạng chuyển mạch chùm quang thường được lựa chọn như là một giải pháp dung hòa được các ưu điểm của mô hình chuyển mạch kênh và mô hình chuyển mạch gói. Hơn nữa mạng chuyển mạch chùm quang không yêu cầu các bộ đệm quang và do đó trong suốt với tăng điều khiển.

Cũng như các mạng chuyển mạch gói khác, mạng OBS luôn tồn tại khả năng xảy ra tranh chấp giữa một chùm với một chùm khác tại cổng ra của một nút. Sự tranh chấp sẽ xảy ra nếu nhiều chùm đến từ nhiều cổng vào khác nhau được định tuyến đến cùng một cổng ra tại cùng thời điểm và yêu cầu cùng một kênh (bước sóng). Điển hình của việc giải quyết tranh chấp trong các mạng chuyển mạch gói điện tử truyền thống là được quản lý thông qua bộ đệm, tuy nhiên trong lĩnh vực quang, việc sử dụng bộ đệm tại các nút đang gặp khó khăn (về mặt công nghệ). Để giải quyết các tranh chấp và giảm mất chùm, một số phương pháp cơ bản sau có thể sử dụng như: thay đổi thời gian đến tại cổng ra của chùm dữ liệu bằng cách sử dụng các đường trễ quang [3][9], thay đổi bước sóng ra của chùm bằng cách sử dụng bộ chuyển đổi bước sóng [3][9], thay đổi cổng ra của chùm bằng cách định tuyến lệch hướng [3][10] hay phân đoạn chùm [1][3][4][6][9].

Trong bài viết này, chúng tôi tập trung nghiên cứu một số kỹ thuật phân đoạn chùm nhằm giảm việc mất gói tin (trong chùm) bằng cách chỉ đánh rơi (drop) một số gói tin trong chùm bị tắc nghẽn (thay vì đánh rơi toàn bộ chùm như các phương pháp giải quyết tắc nghẽn khác).

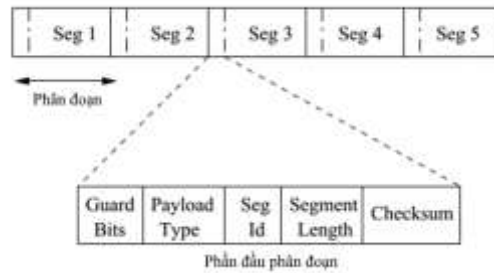
II. PHÂN ĐOẠN CHÙM TRONG MẠNG CHUYỂN MẠCH CHÙM QUANG

Tại nút lõi mạng OBS, khi có sự tranh chấp giữa hai chùm mà không thể giải quyết bằng các phương pháp như sử dụng FDL, chuyển đổi bước sóng hay định tuyến lệch hướng thì một trong hai chùm sẽ bị đánh rơi, ngay cả khi sự chòng lấp (gây ra tranh chấp) là nhỏ nhất. Vì vậy, để hạn chế việc mất các gói tin trong chùm, một giải pháp đã được đề xuất trong [6] được gọi là phân đoạn chùm (*burst segmentation*), chỉ những gói tin trong đoạn bị chòng lấp của chùm bị đánh rơi thay vì đánh rơi toàn bộ chùm. Với phương pháp này, rõ ràng xác suất mất gói tin trong mạng OBS sẽ được giảm đáng kể [6].

Trong bài viết này sẽ trình bày các kỹ thuật phân đoạn chùm trong điều khiển tránh tắc nghẽn tại nút lõi mạng OBS cũng như sự kết hợp giữa kỹ thuật phân đoạn và các giải pháp khác như kết hợp với các giải thuật lập lịch (Non-Preemptive Minimum Overlap Channel - NPMOC, Non-Preemptive Minimum Overlap Channel With Void Filling - NPMOC-VF), kết hợp với việc sử dụng FDL (Non-Preemptive Delay-First Minimum Overlap Channel - NP-DFMOC, Non-Preemptive Delay-First Minimum Overlap Channel With Void Filling - NP-DFMOC-VF) nhằm tăng hiệu quả của các giải pháp phân đoạn. Ngoài ra, bài viết cũng phát triển thêm một số phương án đánh rơi trong các giải thuật NPMOC, NPMOC-VF bao gồm: đánh rơi đầu, đánh rơi đuôi và đánh rơi cả đầu lẫn đuôi.

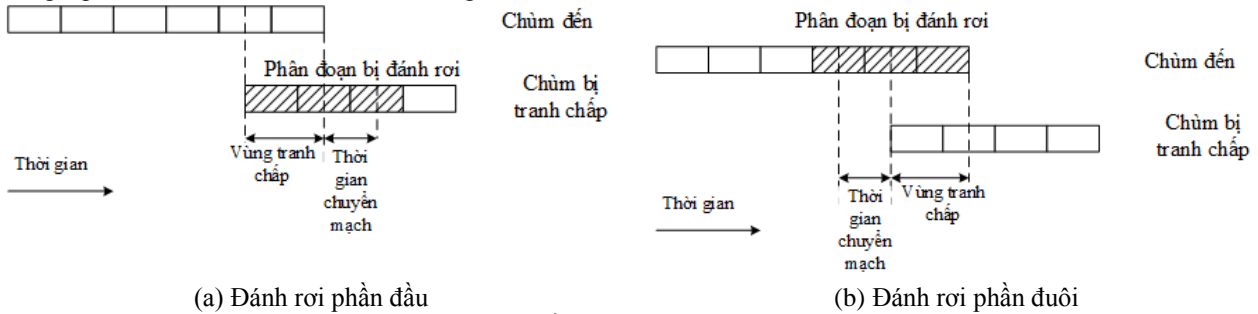
A. Các kỹ thuật phân đoạn chùm trong mạng chuyển mạch chùm quang

Trong kỹ thuật phân đoạn chùm, một chùm được chia thành các phân đoạn, mỗi phân đoạn bao gồm phần đầu của phân đoạn (*header*) và tải trọng (*payload*). Các *header* chứa các khoản cho các bit đồng bộ, thông tin sửa lỗi, thông tin nguồn và đích, độ dài của các phân đoạn. Các *payload* có thể mang theo bất kỳ loại dữ liệu, chẳng hạn như các gói IP hoặc gói ATM.



Hình 1. Chi tiết phần đầu phân đoạn

Khi hai chùm tranh chấp với nhau trong mạng OBS, thay vì rơi toàn bộ chùm thì chỉ có những phân đoạn chồng lấp mới bị đánh rơi, như thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Hai cách tiếp cận đánh rơi của phân đoạn chùm

Một vấn đề trong phân đoạn chùm là việc lựa chọn phương án đánh rơi các phân đoạn chồng lấp khi có tranh chấp xảy ra giữa hai chùm. Có hai cách tiếp cận đối với phương án đánh rơi, gồm:

- *Đánh rơi phần đầu*, trong đó các phân đoạn đầu của chùm *bị tranh chấp* bị đánh rơi (Hình 2.a).
- *Đánh rơi phần đuôi*, trong đó phân đoạn đuôi của chùm *đến* (Hình 2.b) bị đánh rơi.

Ưu điểm của *đánh rơi phần đuôi* so với *đánh rơi phần đầu* của phân đoạn chùm là không làm thay đổi trật tự các gói tin tại đích đến, giả định rằng các gói tin được truyền lại sau một thời gian [6].

Ngoài ra, để tăng tính hiệu quả của phương pháp phân đoạn trong việc giảm thiểu xác suất mất chùm, phân đoạn chùm có thể được kết hợp với một số giải pháp khác như: phân đoạn kết hợp với lập lịch chùm [1][8], phân đoạn kết hợp với FDL, phân đoạn kết hợp với định tuyến lệch hướng và phân đoạn kết hợp với lập lịch lại.

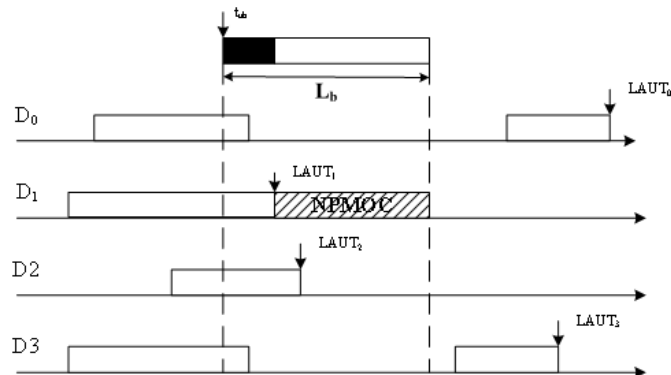
B. Các kỹ thuật phân đoạn kết hợp

1. Phân đoạn kết hợp lập lịch

Phần này sẽ tập trung vào các giải thuật phân đoạn kết hợp với lập lịch, theo đó sẽ ưu tiên cho việc lập lịch trước, nếu không tìm thấy kênh khả dụng thì sẽ tiếp tục thực hiện phương án phân đoạn, điều này sẽ cho phép làm giảm tỷ lệ mất gói tin tốt hơn so với giải thuật lập lịch.

a) Giải thuật NPMOC

Ý tưởng của giải thuật NPMOC là kết hợp giải thuật LAUC và phân đoạn chùm. Giải thuật NPMOC dựa vào giá trị LAUT trên mỗi kênh dữ liệu. Khi không tìm thấy kênh nào khả dụng để lập lịch cho chùm thì giải thuật lập lịch NPMOC xem xét tất cả các kênh dữ liệu ra và tìm kiếm kênh có khoảng chồng lấp nhỏ nhất để tiến hành phân đoạn và lập lịch cho chùm chưa lập lịch. Khoảng chồng lấp được tính bằng $Overlap = LAUT_i - T_{ub}$. Như mô tả ở Hình 3, với một chùm mới đến và trạng thái các chùm đã được lập lịch trên 4 kênh, thì giải thuật lập lịch NPMOC sẽ tiến hành phân đoạn và lập lịch cho chùm mới (chưa được lập lịch) trên kênh D_1 sau khi đã cắt bỏ phần chồng lấp nhỏ nhất.



Hình 3. Minh họa thuật toán lập lịch NPMOC

Giải thuật NPMOC có thể được xây dựng lại dựa theo ý tưởng đã được mô tả trong [6] như sau:

Function NPMOC(T_{ub}, L_b, W)

Input: T_{ub}, L_b, W

Output: selectedChannel, T_{ub1}, L_{b1}

Process

```

1   minOverlap  $\leftarrow \infty$ 
2   selectedChannel  $\leftarrow -1$ 
3   selectedChannel  $\leftarrow$  LAUC( $T_{ub}, L_b, W$ )
4   if (selectedChannel  $\langle \rangle -1$ ) then
5       return selectedChannel,  $T_{ub}, L_b$ 
6   for each ( $i \in W$ )
7       if ( $T_{ub} < LAUT_i$ ) then
8           Overlap $i$   $\leftarrow LAUT_i - T_{ub}$ 
9           if (Overlap $i$   $<$  minOverlap) then
10              minOverlap  $\leftarrow$  Overlap $i$ 
11              selectedChannel  $\leftarrow i$ 
12          end if
13      end if
14  end for
15  if (selectedChannel  $\langle \rangle -1$ ) then
16       $T_{ub1} \leftarrow T_{ub} + \text{minOverlap}$ 
17       $L_{b1} \leftarrow L_b - \text{minOverlap}$ 
18      return selectedChannel,  $T_{ub1}, L_{b1}$ 
19  end if
20  return selectedChannel,  $T_{ub}, L_b$ 

```

b) Giải thuật NPMOC-VF

Ý tưởng giải thuật NPMOC-VF là là kết hợp giải thuật LAUC-VF với phân đoạn chùm và cũng là giải thuật cải tiến của giải thuật NPMOC. Giải thuật kết hợp NPMOC-VF tiến hành tìm kiếm các kênh khả dụng. Khi không tìm thấy kênh nào khả dụng để lập lịch cho chùm chưa lập lịch (với giải thuật LAUC-VF) thì giải thuật NPMOC-VF ưu tiên xem xét tất cả các kênh dữ liệu ra trên nhóm lấp đầy khoảng trống trước và tìm kiếm kênh có khoảng chổng lấp nhỏ nhất để tiến hành phân đoạn và lập lịch cho chùm chưa lập lịch. Giải thuật NPMOC-VF được xếp vào nhóm lập lịch lấp đầy khoảng trống. Trong giải thuật NPMOC-VF, ta chia ra nhiều phương án đánh rơi chùm bị chổng lấp như: đánh rơi phần đầu, đánh rơi phần đuôi, đánh rơi cùng lúc cả phần đầu và phần đuôi[3][6].

Tương tự như NPMOC, giải thuật NPMOC-VF cũng có thể được xây dựng dựa theo [6] như sau:

Function NPMOC-VF(T_{ub}, L_b, W)

Input: T_{ub}, L_b, W

Output: selectedChannel, T_{ub1}, L_{b1}

Process

```

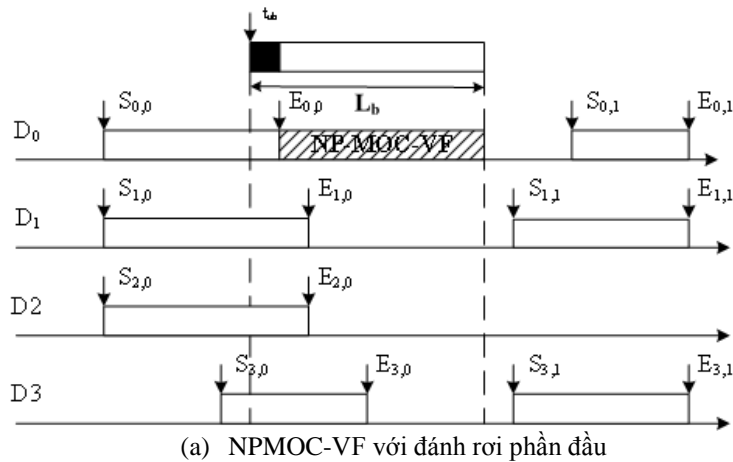
1   minOverlap  $\leftarrow \infty$ 
2   selectedChannel  $\leftarrow -1$ 
3   selectedChannel  $\leftarrow$  LAUC-VF( $T_{ub}, L_b, W$ )
4   if (selectedChannel  $\langle \rangle -1$ ) then //trường hợp không phân đoạn
5       return selectedChannel,  $T_{ub}, L_b$ 
6   for each ( $i \in W$ )
7       if ( $(T_{ub} < E_{i,0})$  and  $(T_{ub}+L_b) < S_{i,1}$ ) then //Đánh rơi đoạn đầu
8           Overlap $i$   $\leftarrow T_{ub} - E_{i,0}$ 
9           if (Overlap $i$   $<$  minOverlap) then
10              minOverlap  $\leftarrow$  Overlap $i$ 
11              selectedChannel  $\leftarrow i$ 
12          end if
13      end if
14  end for
15  if (selectedChannel  $\langle \rangle -1$ ) then //Cập nhật lại thông tin chùm mới
16       $T_{ub1} = T_{ub} + \text{minOverlap}$ 
17       $L_{b1} = L_b - \text{minOverlap}$ 
18      return selectedChannel,  $T_{ub1}, L_{b1}$ 
19  end if
20  for each ( $i \in W$ )
21      if ( $T_{ub} > E_{i,0}$ ) and  $((T_{ub}+L_b) > S_{i,1})$  then //Đánh rơi đoạn đuôi
22          Overlap $i$   $\leftarrow T_{ub} + L_b - S_{i,1}$ 
23          if (Overlap $i$   $<$  minOverlap) then

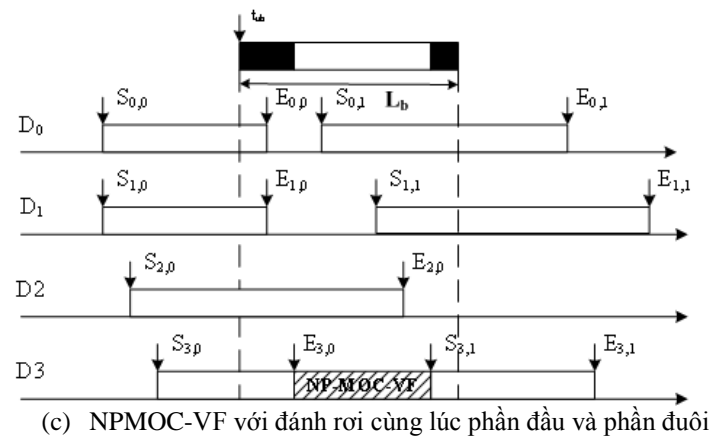
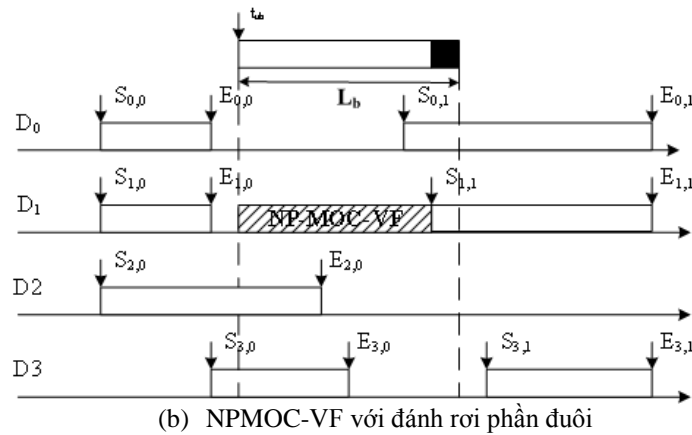
```

```

24         minOverlap ← Overlapi
25         selectedChannel ← i
26     end if
27 end if
28 end for
29 if (selectedChannel <> -1) then //Cập nhật lại thông tin chùm mới
30     Tub1 ← Tub
31     Lb1 ← Lb - Tub
32     return selectedChannel, Tub1, Lb1
33 end if
34 for each (i ∈ W)
35     if ((Tub < Ei,0) and (Tub+Lb) > Si,1) then //Đánh rơi đoạn đầu và đuôi
36         Overlapi ← (Ei,0 - Tub) + ((Tub+Lb)-Si,1)
37     if (Overlapi < minOverlap) then
38         minOverlap ← Overlapi
39         selectedChannel ← i
40     end if
41 end for
42 if (selectedChannel <> -1) then //Cập nhật thông tin chùm
43     Tub1 = SselectedChannel
44     Lb1 = Lb - minOverlap
45     return selectedChannel, Tub1, Lb1
46 end if
47 for each (i ∈ W)//Kiểm tra trường hợp không lấp đầy khoảng trống
48     if (Tub < LAUTi) then
49         Overlapi ← LAUTi - Tub
50     if (Overlapi < minOverlap) then //chọn kênh chông lấp
nhỏ nhất
51         minOverlap ← Overlapi
52         selectedChannel ← i
53     end if
54 end if
55 end for
56 if (selectedChannel <> -1) then //Cập nhật lại thông tin chùm
57     Tub1 ← Tub + minOverlap
58     Lb1 ← Lb - minOverlap
59     return selectedChannel, Tub1, Lb1
60 end if
61 return selectedChannel, Tub, Lb

```





Hình 4. Minh họa thuật toán lập lịch không ưu tiên NPMOC-VF

Áp dụng giải thuật NPMOC-VF ở ví dụ Hình 4.a, chúng ta nhận thấy rằng, kênh dữ liệu D_0 có sự chồng lấp nhỏ nhất và chùm chưa lập lịch được lập lịch trên D_0 . Ở đây, chỉ các đoạn chồng lấp của chùm không lập lịch bị loại bỏ thay vì toàn bộ các chùm chưa lập lịch như trong trường hợp của LAUC-VF. Độ phức tạp của thuật toán NPMOC-VF là $O(\log(W N_b))$. Ngoài ra, ở các trường hợp như Hình 4.b và Hình 4.c chúng ta cũng xem xét tương tự.

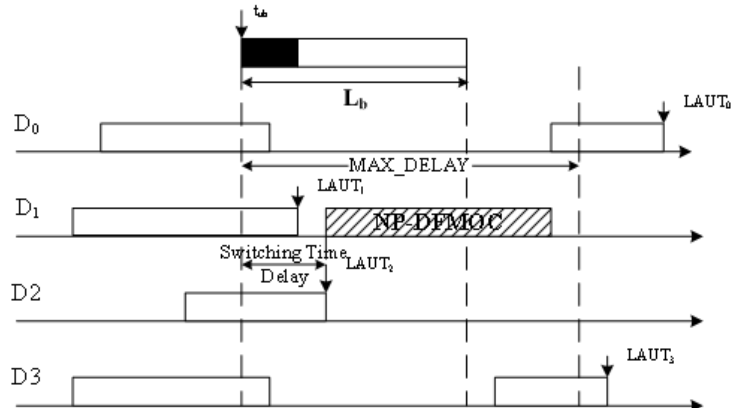
2. Phân đoạn kết hợp với đường trễ FDL

Việc sử dụng FDLs trong mạng quang đã mang lại những cải tiến quan trọng [3][9]. Trong phần này, chúng tôi mô tả một số thuật toán lập lịch không thứ tự ưu tiên dựa trên phân đoạn kết hợp FDL, gồm:

- **Các thuật toán lập lịch độ trễ đầu tiên:** Thuật toán NP-DFMOC và NP-DFMOC-VF chính là sự cải tiến của thuật toán LAUC và LAUC-VF kết hợp với FDL và phân đoạn chùm để giải quyết những chùm tại nơi xảy ra tranh chấp.
- **Các thuật toán lập lịch đoạn đầu tiên:** Thuật toán NP-SFMOC và NP-SFMOC-VF thực chất là cải tiến của giải thuật LAUC, LAUC-VF kết hợp với phân đoạn chùm và FDL để truyền lại phân đoạn bị đánh rơi.

a) Giải thuật NP-DFMOC

Ý tưởng của giải thuật NP-DFMOC là kết hợp giải thuật lập lịch LAUC với phân đoạn chùm (dựa trên khoảng chồng lấp nhỏ nhất) và đường trễ FDL (dựa trên thời gian MAX_DELAY) để lập lịch cho chùm chưa lập lịch [9].

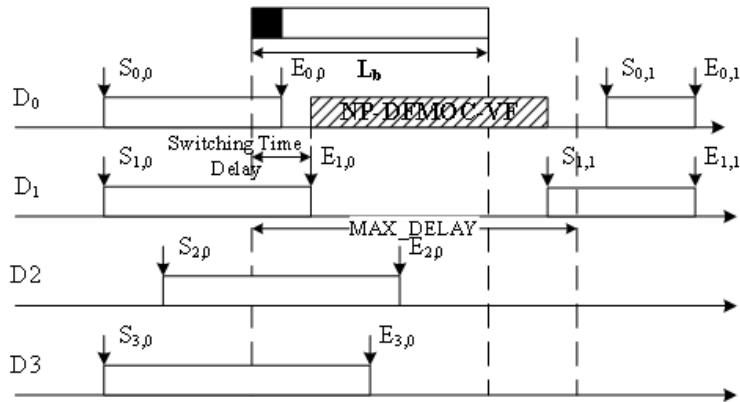


Hình 5. Minh họa giải thuật NP-DFMOC

Ví dụ ở Hình 5, dữ liệu kênh D_1 có khoảng chùng lấp nhỏ nhất và thỏa mãn MAX_DELAY vì thế chùng chưa lập lịch được làm trễ và lập lịch trên kênh D_1 .

b) Giải thuật NP-DFMOC-VF

Giải thuật NP-DFMOC-VF là sự cải tiến giải thuật NP-DFMOC, khắc phục nhược điểm của giải thuật NP-DFMOC với việc tận dụng các khoảng trống trên kênh lập lịch.



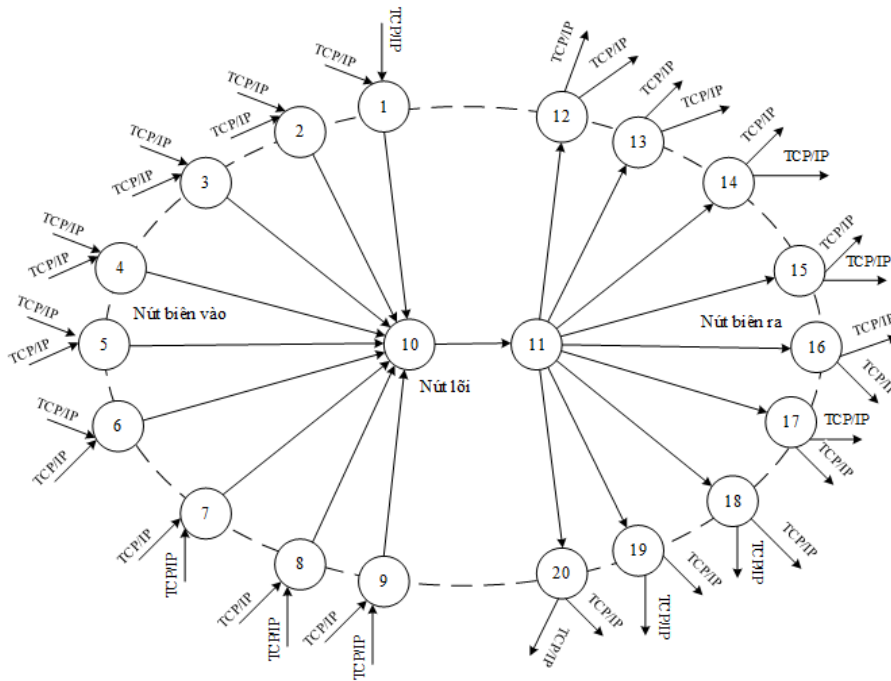
Hình 6. Minh họa giải thuật NP-DFMOC-VF

Ví dụ Hình 6, áp dụng thuật toán NP-DFMOC-VF, ta thấy ở kênh D_1 có khoảng chùng lấp nhỏ nhất và thỏa mãn MAX_DELAY vì thế chùng chưa lập lịch được làm trễ và lập lịch trên kênh D_1 .

III. MÔ PHỎNG, PHÂN TÍCH VÀ MÔ HÌNH MINH HỌA

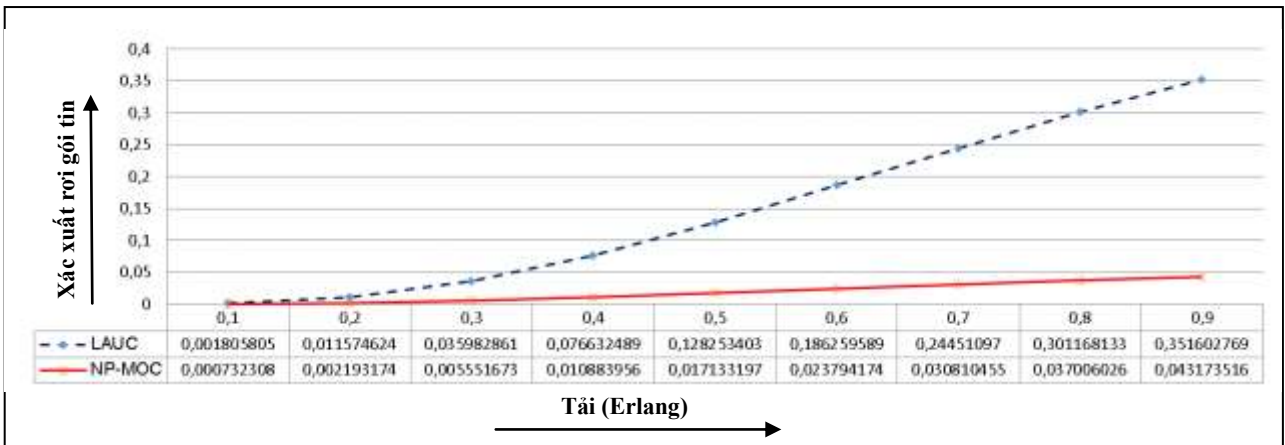
Những mô phỏng được trình bày trong bài viết được thực hiện trên máy tính với CPU Intel Core 2 CPU 2.4 Ghz, 2G bộ nhớ RAM. Kết quả mô phỏng dựa trên gói mô phỏng trên phần mềm mô phỏng NS2-OBS0.9a [11][12] và kết hợp với phần mềm Microsoft Excel 2013 để phân tích kết quả.

Mô phỏng tập trung trên các giải thuật lập lịch đã được đề xuất cho mạng chuyển mạch chùng quang. Topo của mạng chuyển mạch chùng quang thực hiện mô phỏng là một mạng dumbbell được tạo thành từ 2 nút lõi ($C_{i, i=1,2}$), mỗi nút lõi kết nối với 18 nút biên như mô tả ở Hình 7, các luồng dữ liệu đến theo phân phối Poisson. Các chùng do đó được sinh ra tại các thời điểm thay đổi và cũng như có kích thước thay đổi. Có 4 kênh dữ liệu và 2 kênh điều khiển trên mỗi liên kết. Băng thông trên mỗi kênh là 10Gb/s. Lưu lượng dữ liệu đến tại một nút có phân bố Poisson với mật độ từ 0.1 đến 0.9 Erlang.



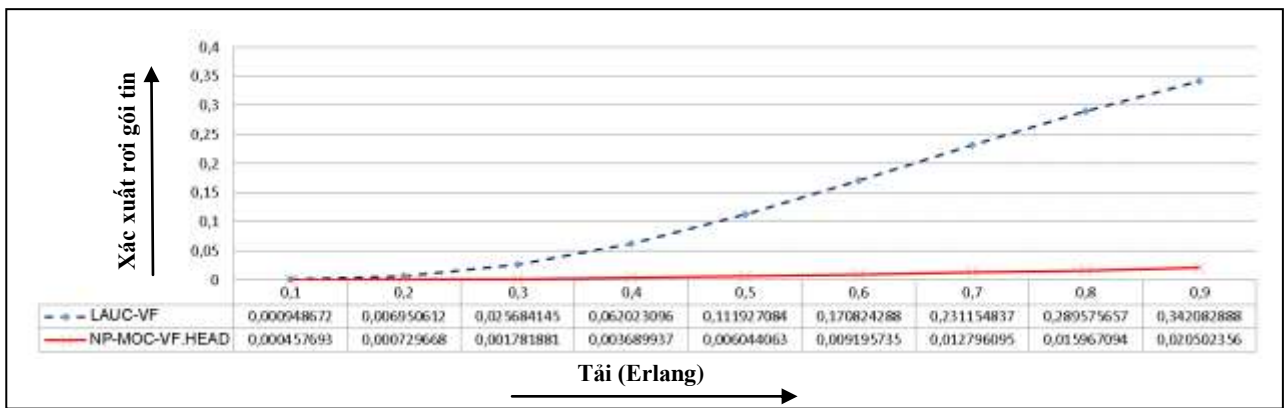
Hình 7. Mô hình mạng mô phỏng

Chúng ta sẽ đánh giá các giải thuật lập lịch kết hợp phân đoạn chùng dựa trên xác suất rơi gói tin theo mô hình mạng mô phỏng ở Hình 7.



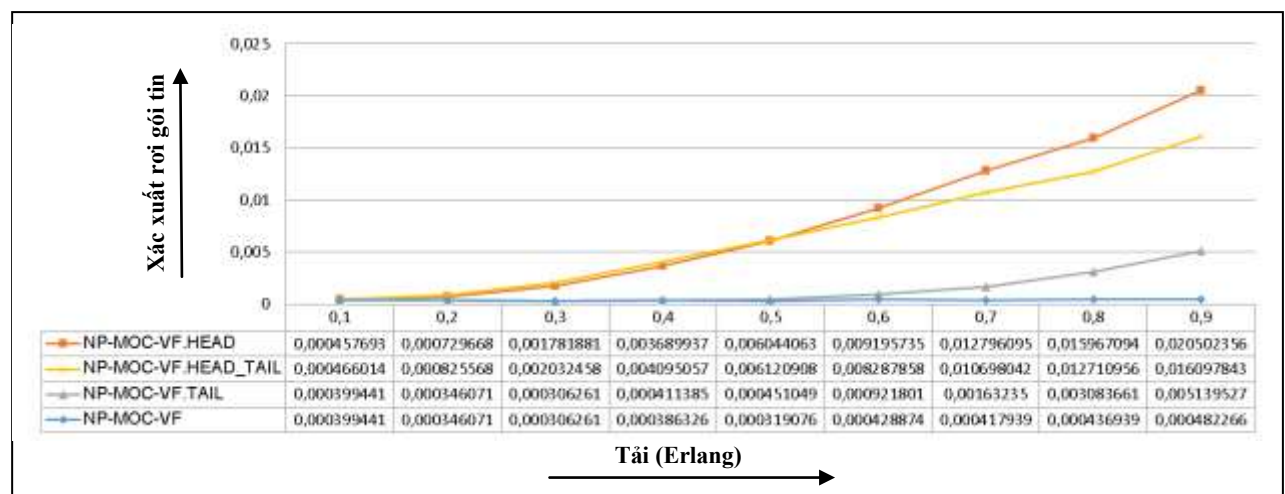
Hình 8. So sánh xác suất rơi gói tin trên toàn mạng đối với 2 giải thuật LAUC và NPMOC

Ở kết quả mô phỏng Hình 8 chỉ ra rằng các giải thuật lập lịch kết hợp phân đoạn NPMOC hiệu quả hơn LAUC, thể hiện ở việc xác suất rơi gói tin ít hơn. Vì như đã trình bày ở phần 2, giải thuật NPMOC giảm thiểu được tỉ lệ mất chùm trên kênh dữ liệu tốt hơn giải thuật LAUC vì giải thuật NPMOC chỉ đánh rơi các phân đoạn bị chồng lấp thay vì đánh rơi toàn bộ chùm như giải thuật LAUC.



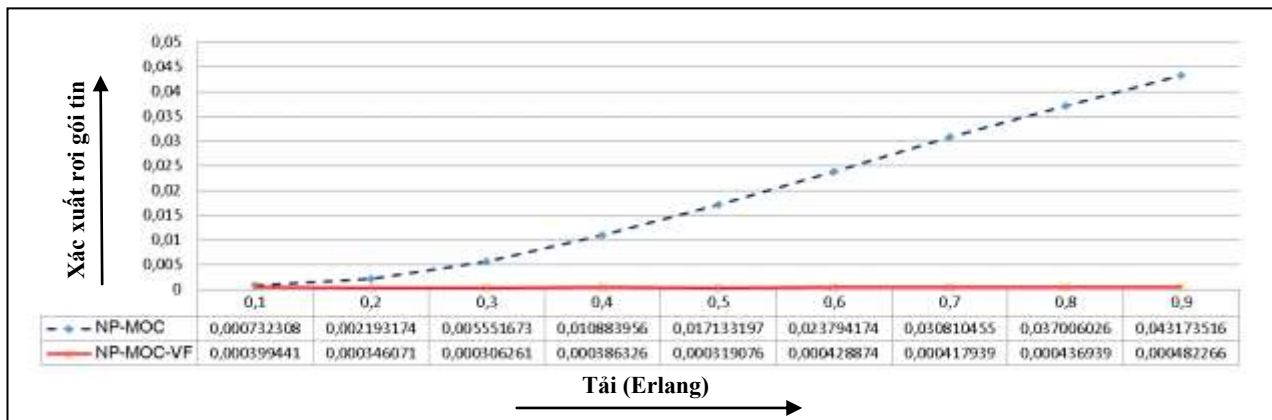
Hình 9. So sánh xác suất rơi gói tin trên toàn mạng với 2 giải thuật LAUC-VF và NPMOC-VF.HEAD

Trong kết quả mô phỏng Hình 9 đã chỉ ra rằng giải thuật lập lịch NPMOC-VF.HEAD hiệu quả hơn giải thuật LAUC-VF thể hiện ở việc xác suất rơi gói tin ít hơn giải thuật LAUC-VF.



Hình 10. So sánh xác suất rơi gói tin trên toàn mạng với các giải thuật NPMOC-VF, NPMOC-VF.HEAD, NPMOC-VF.TAIL, NPMOC-VF.HEAD_TAIL

Dựa vào kết quả mô phỏng ở Hình 10, ta có thể thấy rằng, trong các phương án đánh rơi thì phương án đánh rơi các phân đoạn bị chồng lấp ở đoạn đuôi luôn tốt nhất so với các phương án đánh rơi phần đầu và phương án đánh rơi cùng lúc cùng lúc cả phần đầu và đuôi. Như trình bày trong phần 2, thì phương án đánh rơi phần đuôi sẽ không làm thay đổi trật tự sắp xếp các gói tin trong chùm chưa được lập lịch nên xác suất rơi gói tin luôn thấp nhất.



Hình 11. So sánh xác suất rơi gói tin trên toàn mạng với 2 giải thuật NPMOC và NPMOC-VF

Ở kết quả mô phỏng Hình 11, ta thấy được xác suất rơi gói tin của giải thuật NPMOC-VF tốt hơn giải thuật NPMOC, vì giải thuật NPMOC-VF khắc phục được nhược điểm của giải thuật NPMOC là tận dụng được các khoảng trống trên các kênh lập lịch mà giải thuật NPMOC không tận dụng được.

IV. KẾT LUẬN

Bài viết đã nêu lên được một số kỹ thuật phân đoạn chùm kết hợp với lập lịch, trong đó đã làm rõ các phương án đánh rơi đầu, đánh rơi đuôi, đánh rơi phần đầu, đánh rơi phần đầu và đuôi cũng như việc kết hợp cả ba phương án. Kết quả phân tích cũng như vấn đề xây dựng cài đặt thuật toán cho thấy tính hiệu quả của kỹ thuật phân đoạn chùm. Ngoài ra, kỹ thuật phân đoạn chùm cũng có thể kết hợp được với các bài toán lập lịch khác trong mạng OBS nói riêng và mạng truyền thông nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Mandloi and V. Mishra (2012), "A Segmentation based Channel Scheduling Scheme in Optical Burst Switching Networks", *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887), Volume 51– No.6, August.
- [2] GUAN Ai-hong and WANG Bo-yun (2012), "A burst segmentation-deflection routing contention resolution mechanism in OBS networks", *Optoelectronics Letters*, Vol.8 No.1, 1 January.
- [3] Jason p. Jue, Vinod M., Vokkarane (2005), "Optical Burst Switched Networks", Springer Science + Business Media, Inc.
- [4] M. Neuts, H. L. Vu and M. Zukerman (2002), "Insight into the benefit of burst segmentation in optical burst switching". *Proceedings of International Conference on Optical Internet and Photonics in Switching*, 126–128.
- [5] Phung Duc, T., Masuyama, H., Kasahara, S., and Takahashi, Y.(2009), "Performance Analysis of Optical Burst Switched Networks with Limited-Range Wavelength Conversion, Retransmission and Burst Segmentation," *Journal of the Operations Research Society of Japan*, Vol. 52, No. 1, pp. 58-74,
- [6] V. M. Vokkarane, J. P. Jue and S. Sitaraman (2002), "Burst segmentation: an approach for reducing packet loss in optical burst switched networks", *Proceedings of IEEE International Conference on Communications* , 2673–2677.
- [7] V. M. Vokkarane and J. P. Jue (2002), "Prioritized Routing and Burst Segmentation for QoS in Optical Burst-Switched Networks," *Proceedings, IEEE/OSA Optical Fiber Communication Conference*, Anaheim, CA, March
- [8] V. M. Vokkarane and J. P. Jue (2003), "Prioritized burst segmentation and composite burst-assembly techniques for QoS support in optical burst-switched networks", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 21, 1198–1209.
- [9] T. Venkatesh, A. Jayaraj, and C. Siva Ram Murthy (2009), "Analysis of Burst Segmentation in Optical Burst Switching Networks Considering Path Correlation", *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 27, No. 24, December 15, .
- [10] Won Seok Park, Minsu Shin, Hyang-Won Lee, Associate Member (2009), "A Joint Design of Congestion Control and Burst Contention Resolution for Optical Burst Switching Networks", *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 27, NO. 17, September 1,
- [11] Obs-ns Simulator. <http://www.wine.icu.ac.kr/obsns/>.
- [12] Ns2 Simulator. <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.

TECHNICAL BURST SEGMENTATION IN OPTICAL BURST SWITCHING NETWORKS

Mai Hoang Thien, Dang Thanh Chuong

ABSTRACT—The problem of congestion in optical burst-switched networks (OBS) is considered an important problem to be solved. Burst segmentation in OBS networks can appear when two burst of optical data from two different ports to try to come out on the same port, on the same wavelength channels, and at the same time. The congestion processing solutions now include implementing wavelength conversion, fiber delay lines and deflection routing. In this paper aims to analyze some technical burst segmentation with scheduling and fiber delay lines. The results of the paper is evaluated through simulation package obs-0.9a on NS-2 software.