

MỘT PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN CHẤT LƯỢNG TRẢI NGHIỆM TRONG TRUYỀN VIDEO TRÊN MẠNG IP

Caio Diệp Thăng¹, Đỗ Tuấn Hạnh²

¹ Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

² Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp.

cdthang@uneti.edu.vn, dtanh@uneti.edu.vn

TÓM TẮT— Bài báo này đề xuất một phương pháp cải tiến quản lý hàng đợi tích cực Blue để cải thiện chất lượng truyền video trên môi trường mạng IP. Chúng tôi đã sử dụng phương pháp điều chỉnh xác suất đánh dấu (loại bỏ) gói tin trong giải thuật quản lý hàng đợi tích cực Blue để làm giảm xác suất mất gói tin đang video trong các ứng dụng truyền video trên mạng. Sử dụng công cụ mô phỏng NS-2 để kiểm nghiệm trên các mẫu video chuẩn mpeg cho thấy chất lượng truyền video đã được cải thiện đáng kể.

Từ khóa — Video, QoS, BLUE, AQM (Active Queue Management)..

I. GIỚI THIỆU

Hiện nay, chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Service), và chất lượng trải nghiệm QoE (Quality of Experience)[1] ngày càng trở thành một vấn đề rất được quan tâm trong công nghệ thông tin và truyền thông, đặc biệt là trong các ứng dụng truyền video trên mạng IP. Trong lĩnh vực ứng dụng truyền phát video, để có khả năng đáp ứng yêu cầu của người dùng cuối thì việc đảm bảo QoS và QoE là yêu cầu bắt buộc. Trong bài báo này chúng tôi đề xuất sử dụng hàng đợi tích cực BLUE với các cải tiến về đánh dấu xác suất hay loại bỏ gói tin nhằm cải thiện chất lượng trải nghiệm trong truyền video trên mạng IP. Phần còn lại của bài báo được trình bày như sau: phần II. trình bày kỹ thuật mã hóa video và các vấn đề về đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS và chất lượng trải nghiệm người dùng QoE. Phần III, trình bày về hàng đợi tích cực BLUE [2], Phần IV giới thiệu hai giải thuật BLUE cải tiến giải pháp điều chỉnh xử lý xác suất trước, và giải pháp điều chỉnh xử lý xác suất sau. Đối sánh hiệu quả của giải pháp xử lý trước và xử lý sau trên một số tham số QoS tỷ lệ mất gói tin, mất gói tin video, và độ đo chất lượng video chủ quan ảnh xạ với một tham số trải nghiệm QoE điển hình MOS để rút ra kết luận của bài báo.

II. ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG TRONG TRUYỀN VIDEO TRÊN MẠNG IP

A. Đặc trưng kỹ thuật nén video

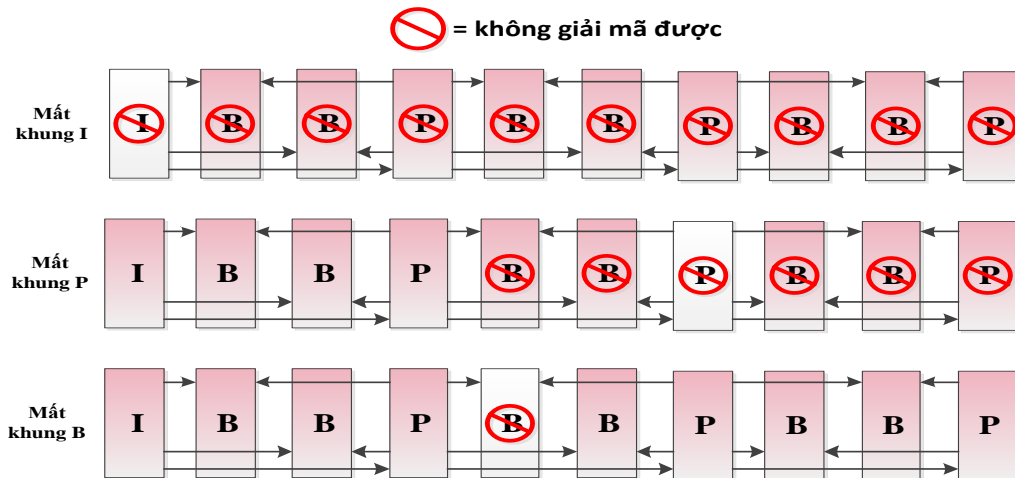
Dữ liệu video được tạo thành từ các khung hình video. Nén liên ảnh sử dụng tính chất tương tự giữa các ảnh kế tiếp. Trong trường hợp đơn giản nhất, mỗi khung hình video lưu trữ một hình ảnh được hiển thị trong thời gian phát khung hình (bằng nghịch đảo của tốc độ khung hình) trên màn hình. Tuy nhiên, có một sự tương quan mạnh mẽ giữa các khung hình ảnh liên tiếp bởi vì những cảnh – scene - thường thay đổi chậm theo thời gian. Vì vậy, truyền mỗi khung hình độc lập với tất cả các khung lân cận của nó rất lãng phí – các khung hình kế tiếp mang nhiều thông tin dư thừa không cần thiết. Bộ mã hoá video hiệu quả sẽ loại bỏ sự dư thừa này và làm giảm kích thước (số byte) của video. Với phương pháp mã hoá liên khung hình một chuỗi video có 3 kiểu khung hình: khung hình I (khung chính), P (khung hình dự đoán) hoặc B (hai chiều) trong đó:

- Khung hình I (Intra-picture): là khung hình chỉ sử dụng nén trong ảnh, mang thông tin về một khung hình hoàn chỉnh. Khung hình I cho phép truy cập ngẫu nhiên, có độ nén thấp nhất.
- Khung hình P (Predicted-picture): khung hình dự đoán trước, là khung hình được mã hóa có bù chuyển động từ khung I hoặc khung P trước đó.
- Khung hình B (Bi-directional predicted picture): khung hình dự đoán hai chiều, là khung hình được mã hóa sử dụng bù chuyển động từ các khung hình I hoặc P trước và sau. Các khung hình B cho hệ số nén là cao nhất.

Trật tự xác định và tần số xuất hiện của các khung I, P, B trong các tập tin video. I-frame, xuất hiện đều đặn tại các đoạn, phân chia các đoạn video thành "Nhóm các hình ảnh" hay GoP (Group of Picture). Khung hình I được mã hóa một cách độc lập với các khung hình khác và vì vậy nó có thể được giải mã một cách độc lập. Khung P-frame được mã hóa bằng cách lưu trữ delta giữa khung hình trước và khung hình đang được mã hóa, bởi vậy việc giải mã một khung hình P phụ thuộc vào sự chính xác trong việc giải mã các khung hình trước đó. Một khung hình B-frame được mã hóa dựa trên các khung I và P đã mã hóa thành công trước đó, do đó việc giải mã một khung hình B (B-frame) bắt buộc yêu cầu khung hình I hoặc P phải được giải mã một cách chính xác.

Từ cấu trúc mã hóa phân cấp của MPEG, một khung hình video có thể được coi không giải mã được (undecodable) trực tiếp hoặc gián tiếp. Undecodable trực tiếp của một khung cho biết/chi ra rằng không có đủ các gói dữ liệu của khung hình video nhận được để giải mã các khung hình đó. Mặt khác, undecodable gián tiếp một khung hình video sẽ xảy ra khi một khung được xem là undecodable bởi vì một số khung nó phụ thuộc vào trực tiếp undecodable. Sự phụ thuộc của khung hình P và B vào các khung hình khác khi giải mã có nghĩa là nếu có bất kỳ khung hình nào mà khung P hoặc B phụ thuộc vào, mà không được giải mã bởi bên nhận, thì khi đó nó khung P hoặc B này cũng sẽ không thể giải mã. Ví dụ, nếu khung I bị mất, thì khi đó tất cả các khung khác trong GoP cũng không được

giải mã. Khung phụ thuộc sẽ đóng một vai trò quan trọng khi thiết kế bộ giải mã giả để phân tích chất lượng video. Ảnh hưởng của sự phụ thuộc khung, I, P và B được minh họa trong hình 1[5]; việc mất đi một khung hình I hay P sẽ gây ảnh hưởng trong toàn bộ GoP. Do vậy mặc dù tỷ lệ mất gói tin thấp 5% vẫn có thể gây ra một tỷ lệ tổn thất lớn đến xấp xỉ 30% trên các khung hình [3].



Hình 1. Sự phụ thuộc khung hình trong mã hóa video

B. Độ đo chất lượng trải nghiệm video

Độ đo PSNR. (Peak signal-to-noise ratio) được xem như một trong các độ đo khách quan nhất để đo chất lượng truyền video qua mạng [1,7, 8, 9]. Theo hướng tiếp cận này thì cảm nhận của con người được phân làm năm mức khác nhau. Trên mỗi mức, chất lượng video sẽ được tính theo một công thức khác nhau, căn cứ vào giá trị tính được mà chất lượng video sẽ được đánh giá là thuộc vào ngưỡng nào. Dĩ nhiên việc ánh xạ các mức này với các khoảng giá trị đo được cần được nghiên cứu trước thông qua thống kê. Phương pháp này dựa trên cơ sở xác định tỉ số giữa tín hiệu đỉnh. Công thức (2.1) định nghĩa PSNR giữa thành phần độ chói Y của ảnh nguồn S và ảnh đích D.

$$PSNR(n)_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{peak}}{\sqrt{\frac{1}{N_{col} N_{row}} \sum_{i=0}^{N_{col}} \sum_{j=0}^{N_{row}} [Y_S(n, i, j) - Y_D(n, i, j)]^2}} \right) \quad (2.1)$$

$V_{peak} = 2k - 1$. Trong đó: k là số bit mã hóa một điểm ảnh.

Mẫu số trong công thức (2.1) là sai số bình phương trung bình MSE (mean square error) giữa khung hình gửi và khung hình nhận, tính tổng cho tất cả các điểm ảnh trong khung hình và $N_{col} \cdot N_{row}$ là số điểm ảnh trong khung hình.

C. QoS và QoE trong truyền video

Để đảm bảo chất lượng truyền dẫn tín hiệu hình ảnh video đến các thiết bị đầu cuối của khách hàng, các nhà cung cấp dịch vụ phải tuân theo các tiêu chuẩn QoS. Tuy nhiên, đối với ứng dụng truyền video trên mạng IP, ngoài QoS còn một yếu tố quan trọng khác để đánh giá khả năng cung cấp dịch vụ tốt đến mức nào của nhà cung cấp dịch vụ đến với người sử dụng, đó là QoE: chất lượng trải nghiệm (Quality of Experience). QoE là nhận xét chủ quan của người dùng cuối đánh giá về dịch vụ họ đang sử dụng.

D. Các tham số chất lượng dịch vụ trong mạng IP

Theo khuyến nghị I.380 ITUT định nghĩa một số tham số đánh giá hiệu năng truyền gói tin IP gồm: Trễ truyền gói IP, tỷ lệ lỗi gói tin IP, tỷ lệ tổn thất gói IP.

- Trễ truyền gói tin IP IPTD (IP Packet Transfer Delay): còn được gọi là trễ đầu cuối tới đầu cuối (end to end) hoặc trễ mạng, là thời gian 1 gói tin truyền từ đầu phát đến đầu thu. IPTD thường được hiểu là trễ trung bình (mean delay) của các gói tin truyền qua mạng IP.

- Biến động trễ gói tin IP IPDV (IP packet Delay Variation): biến động trễ của các gói tin, được định nghĩa là khoảng chênh lệch về độ trễ của các gói tin. Có nhiều phương pháp để tính IPDV, đơn giản nhất là lấy chênh lệch giữa độ trễ lớn nhất và độ trễ nhỏ nhất (được dùng để tính IPDV trong khoảng thời gian ngắn).

$$IPDV = IPTD_{max} - IPTD_{min} \quad (2.2)$$

- Tỷ lệ lỗi gói tin IP IPER (IP Packet Error Ratio): là tham số tính theo tỷ lệ các gói tin IP lỗi trên tổng số gói tin IP nhận được:

$$IPER = \frac{N_{err}}{N_{err} + N_{suc}} \quad (2.3)$$

N_{err} : số lượng gói tin lỗi

N_{suc} : Số lượng gói tin nhận được thành công (successful).

- Tỷ lệ tổn thất gói IP IPLR (IP Packet Loss Ratio): Tỷ số các gói tin bị mất trên tổng các gói tin đã truyền đi.

$$IPLR = \frac{N_{loss}}{N_{tran}} \quad (2.4)$$

N_{loss} : số gói tin bị mất (tổn thất)

N_{tran} : số gói tin truyền đi.

Tỷ lệ tổn thất gói ảnh hưởng bởi chất lượng kết nối, các ứng dụng trên IP thường tính trên 3 khía cạnh ảnh hưởng của tỉ lệ mất gói: giá trị ngưỡng, dung sai và ảnh hưởng của tỉ lệ mất gói đối với hiệu năng ứng dụng. Gói tin mất thực tế còn phụ thuộc vào các yếu tố khác như cơ chế sửa lỗi ở phía trước - FEC hoặc giao thức sửa lỗi lớp trên.

- Tỷ lệ sắp xếp lại các gói tin IP IPRR (IP Packet Reordering Ratio): việc sắp xếp lại xảy ra khi có sự tổn thất gói tin TCP, IPRR được đưa ra để đánh giá tổng số gói bị mất đối với TCP.

E. Chất lượng trải nghiệm QoE (Quality of Experience)

Theo tiêu chí kỹ thuật ITU P.10/G100, QoE là “sự chấp nhận toàn diện một ứng dụng hay dịch vụ theo nhận xét chủ quan của người dùng” được ITU định nghĩa. Một cách đơn giản nhất, chất lượng trải nghiệm QoE là nhận xét chủ quan của khách hàng về dịch vụ họ đang sử dụng. QoE thường được biểu hiện bằng những đánh giá mang tính cảm nhận cá nhân như “xuất sắc”, “tốt”, “trung bình”, “tạm chấp nhận/xấu”, “rất xấu”. Một trong những tham số đánh giá chất lượng trải nghiệm điển hình là ý kiến trung bình của con người (Mean Opinion Score - MOS)[1, 15]. Trong bảng 1, thang đo chất lượng video theo mức độ cảm nhận của con người được chia theo năm mức.

Bảng 1. Thang đo chất lượng video theo mức độ cảm nhận của con người

Mức độ (MOS)	5	4	3	2	1
Chất lượng Video	Xuất sắc	Tốt	Trung bình	Xấu	Rất xấu

F. Liên hệ giữa PSNR và MOS

Mối liên hệ giữa thang đo chủ quan và khách quan được trình bày trong bảng 2, chất lượng PSNR (dB) của các khung hình được ánh xạ vào thang đo kinh nghiệm MOS.

Bảng 2. Liên hệ độ đo PSNR(dB) và tham số QoE (MOS).

PSNR[dB]	MOS
>37	5 (Xuất sắc)
31-37	4 (Tốt)
25-31	3 (Trung bình)
20-25	2 (Tồi)
<20	1 (Rất tồi)

G. Quan hệ giữa QoS và QoE

QoS chủ yếu tập trung vào mô tả các tiêu chí khách quan, mang tính kỹ thuật mà hạ tầng mạng hay ứng dụng cần phải đạt được để chất lượng dịch vụ được đảm bảo. QoE mang tính chủ quan, là cảm nhận đánh giá cá nhân theo một cách diễn giải thông thường khi sử dụng dịch vụ. Giữa QoS và QoE có mối quan hệ với nhau. Chất lượng trải nghiệm (QoE) và chất lượng dịch vụ (QoS) thường được coi là như nhau nhưng thực ra là hai khái niệm khác nhau. QoE là toàn bộ hiệu năng hệ thống từ quan điểm người sử dụng. QoE là phép đo hiệu năng từ đầu đến cuối tại mức dịch vụ từ nhìn nhận của người dùng và là chỉ dấu cho biết hệ thống đáp ứng nhu cầu của người sử dụng tốt tới mức nào. Một tham số QoE điển hình MOS thường được sử dụng là phép đo chủ quan để đánh giá tác động về cảm nhận suy giảm dịch vụ truyền video. QoS thì lại đo hiệu năng ở mức gói, từ quan điểm mạng. QoS cũng được coi là một tập các kỹ thuật (cơ chế QoS) cho phép nhà quản trị mạng quản lý các tác động của tắc nghẽn lên hiệu năng ứng dụng cũng như cung cấp dịch vụ phân biệt cho các luồng lưu lượng mạng được chọn lựa hoặc tới các khách hàng/người dùng đã được chọn lựa. Trong phần tiếp theo chúng tôi sẽ giới thiệu một trong các giải pháp nâng cao chất lượng QoS từ đó cải thiện chất lượng trải nghiệm người dùng QoE trong truyền video trên mạng IP. Đó là giải pháp cải tiến hàng đợi tích cực AQM (Active Queue Management) được đề cập trong bài báo là giải thuật BLUE.

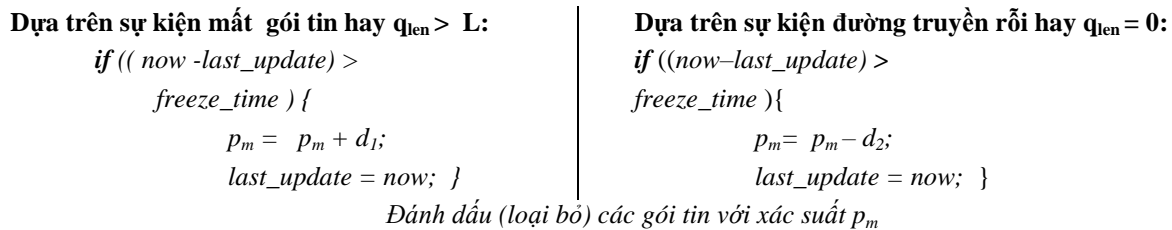
III. GIẢI THUẬT BLUE

A. Hàng đợi tích cực BLUE

Vấn đề cố hữu với những thuật toán AQM là chúng sử dụng độ dài hàng đợi như các chỉ số về mức độ nghiêm trọng của tình trạng tắc nghẽn mà không quan tâm đến các yếu tố khác chẳng hạn như mức độ sử dụng đường truyền mạng. Sử dụng các thuật toán quản lý hàng đợi tích cực được đề nghị bởi IETF nhằm ngăn chặn tắc nghẽn và giảm tỷ lệ mất gói. Nguyên tắc chính của các thuật toán là loại bỏ các gói tin một cách có hệ thống để thông báo cho các nút cuối về tắc nghẽn trên các Gateway. BLUE, một giải thuật quản lý hàng đợi tích cực mới, có nhiều ưu điểm hơn giải thuật quản lý hàng đợi tích cực phổ biến RED trong một số điều kiện cụ thể [2, 4, 10].

BLUE đã được Wu-chang Feng và cộng sự đề xuất năm 1999 [10]. Tác động quan trọng nhất của việc sử dụng BLUE là điều khiển tắc nghẽn có thể được thực hiện với kích thước không gian đệm tối thiểu [2, 4, 5, 10]. Điều này làm giảm độ trễ end-to-end qua mạng, do đó cải thiện hiệu quả của các thuật toán điều khiển tắc nghẽn.

BLUE là một giải thuật quản lý hàng đợi tích cực để quản lý kiểm soát tắc nghẽn dựa trên sự kiện mất gói dữ liệu và mức độ sử dụng đường truyền thay vì chiếm dụng hàng đợi. BLUE duy trì một xác suất pm duy nhất để đánh dấu (hoặc loại bỏ) các gói tin. Khi tràn bộ đệm, nếu hàng đợi liên tục loại các gói tin, BLUE sẽ tăng pm, do đó tăng tốc độ gửi lại thông báo tắc nghẽn hoặc loại bỏ các gói tin. Ngược lại, nếu hàng đợi trở nên trống rỗng hoặc nếu liên kết được nhận rồi, BLUE lại giảm xác suất đánh dấu (hay loại) gói tin của nó. Trong hình 2 trình bày mã giả của giải thuật BLUE:



Hình 2. Giải thuật BLUE

Các tham số sử dụng trong giải thuật:

p_m : xác suất đánh dấu hoặc loại gói tin,

freeze_time: là một tham số xác định khoảng thời gian tối thiểu giữa hai lần cập nhật liên tiếp của p_m ,

d_1 : xác định lượng tăng lên của p_m khi hàng đợi tràn,

d_2 : xác định lượng giảm p_m khi liên kết là nhận rồi,

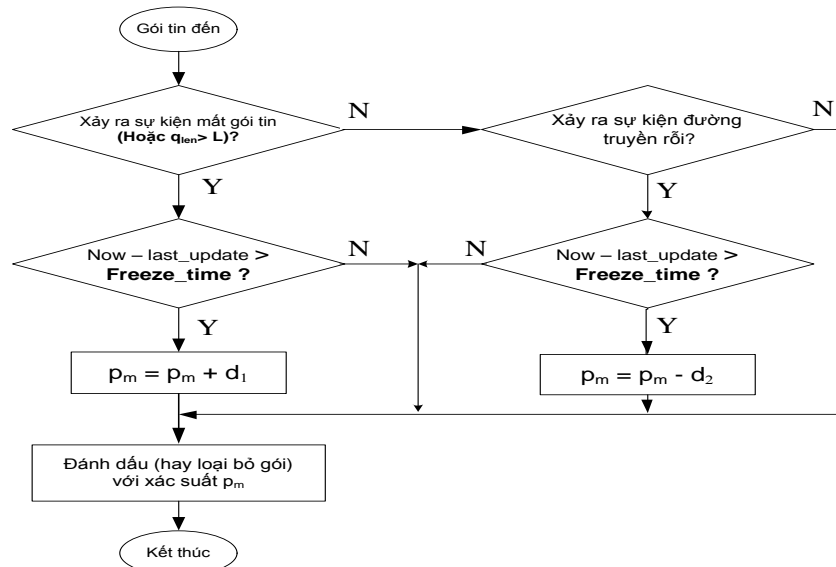
now: thời điểm hiện tại,

last_update: thời điểm xảy ra lần cập nhật p_m gần nhất,

q_{len} : là độ dài hàng đợi hiện tại,

L: xác định ngưỡng cho phép gói tin đến tại hàng đợi.

Giải thuật quản lý hàng đợi BLUE cũng có thể trình bày dạng lưu đồ như trong hình 4.2.



Hình 3. Lưu đồ giải thuật BLUE

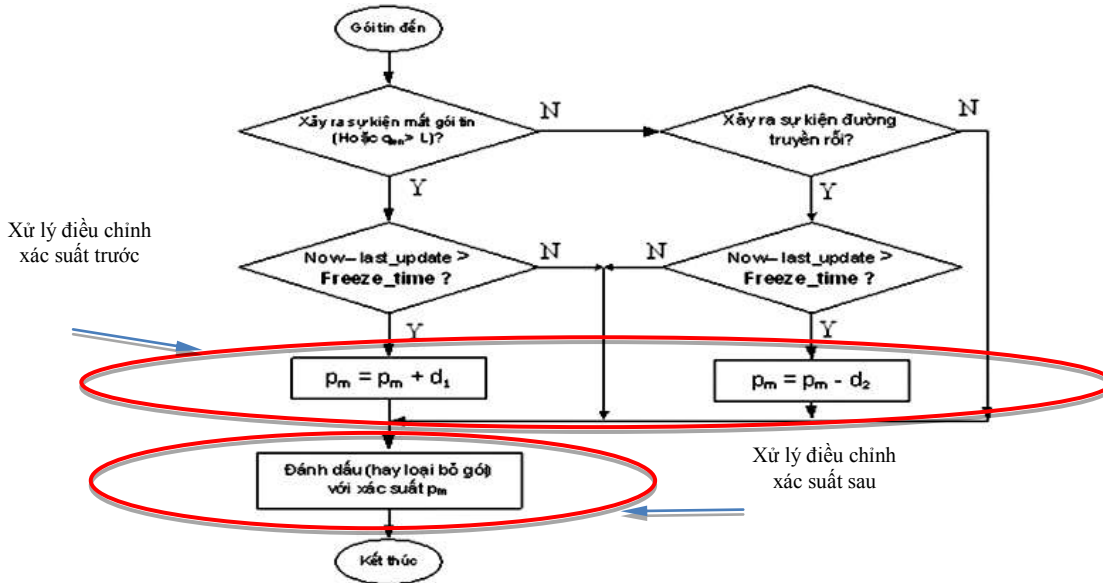
B. Đề xuất cải tiến

Do xác suất loại bỏ gói p_m đóng một vai trò quan trọng trong giải thuật quản lý hàng đợi BLUE. Trong quá trình nghiên cứu tìm cách cải tiến giải thuật theo hướng tích hợp cơ chế phân loại ưu tiên gói tin video chúng tôi ưu tiên tập trung vào hướng tiếp cận xử lý tham số p_m .

Phân tích sơ đồ giải thuật BLUE gốc ban đầu của W.Feng (hình 3) ta có thể thấy việc nghiên cứu điều chỉnh tham số p_m để có thể điều chỉnh xác suất đánh dấu p_m (loại bỏ) gói tin trong các giải thuật BLUE ban đầu (xem hình 4) có thể tiến hành ở hai giai đoạn như sau.

Giai đoạn 1: tác động điều chỉnh xác suất p_m ngay khi xảy ra sự kiện mất gói tin, hoặc sự kiện đường truyền không bận. Việc xử lý tham số p_m ở giai đoạn này chúng tôi gọi là xử lý trước.

Giai đoạn 2: tác động điều chỉnh xác suất p_m sau khi đã xử lý cả hai sự kiện mất gói tin và đường truyền không bận. Việc tính toán điều chỉnh, xử lý tham số p_m ở giai đoạn này chúng tôi gọi là xử lý sau.



Hình 4. Đề xuất điều chỉnh xử lý xác suất p_m trước/sau.

Trong phần tiếp theo, chúng tôi giới thiệu hai giải thuật cải tiến điều chỉnh, xử lý xác suất p_m trước và điều chỉnh xử lý p_m sau cùng các đánh giá đối sánh chất lượng theo các độ đo QoS, QoE trong truyền phát video trên mạng IP.

IV. ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN BLUE

Đề xuất cải tiến xử lý trước BLUE-VPT (BLUE-Video Packet Type)[11]

Dựa trên cấu trúc chuỗi video MPEG, có 3 kiểu khung hình I, P, B được mã hóa liên khung trong đó, khung hình I là quan trọng nhất và có kích thước lớn nhất. Mặt khác, như đã trình bày ở trên, giải thuật BLUE dựa trên 2 sự kiện: Mất gói tin và mức độ sử dụng đường truyền. Do đặc tính của BLUE, giá trị của tham số $d1 >> d2$ nên đáp ứng với sự kiện mất gói tin rất nhanh. Dựa trên các đặc tính mã hóa khung hình liên khung của MPEG chúng tôi đề xuất cải tiến giải thuật BLUE để giảm bớt việc mất các gói tin dựa vào phân loại các gói tin tùy theo chúng thuộc khung hình I, P, B trước khi điều chỉnh xác suất p_m .

Mô tả giải thuật: dựa trên 2 đặc tính sự kiện mất gói ($q_{len} > L$) và sự kiện đường truyền rỗi của BLUE chúng tôi đề xuất định nghĩa hai hàm tuyến tính như sau:

a. Định nghĩa hàm tuyến tính $f(x)$

$$f(x) = 1 - \alpha \cdot \frac{x}{L} \tag{4.1}$$

Trong đó:

- $\alpha \in [0, 1]$
- L là kích thước hàng đợi tính theo số gói tin;
- x là kích thước hiện thời của hàng đợi.

b. Định nghĩa hàm tuyến tính $g(y)$.

$$g(y) = 1 - \beta \cdot y; \tag{4.2}$$

Trong đó:

- $\beta \in [0; 1]$,
- y là mức độ sử dụng đường truyền và được tính như sau:

$$y = \frac{\text{byte_departures}_t}{B \times t} \tag{4.3}$$

- byte_departures_t : số bytes được truyền đi trong t giây,
- B : băng thông của đường truyền,
- t : Thời gian truyền;

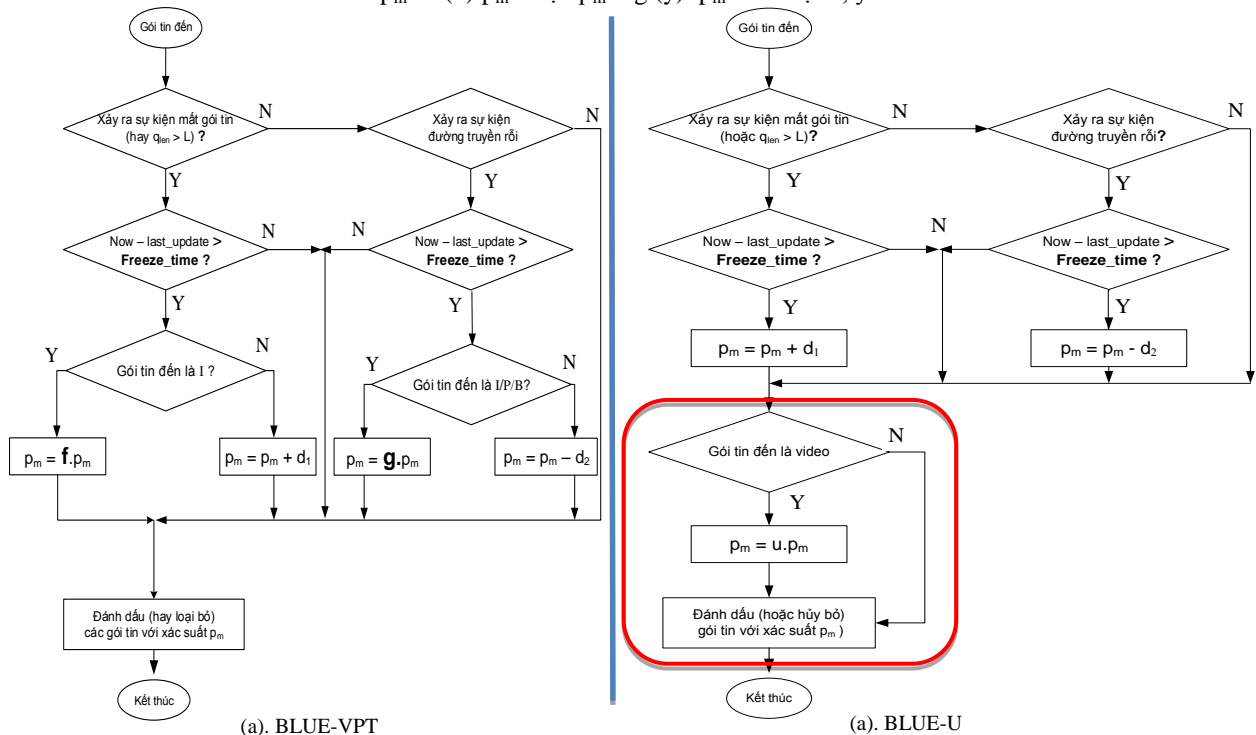
Hiển nhiên $f(x)$, $g(y)$ luôn nhận giá trị trong khoảng $[0; 1]$.

Xác định giá trị α của hàm $f(x)$: Khi định nghĩa hàm tuyến tính f để điều chỉnh xác suất đánh dấu hay loại bỏ các gói tin trong quá trình thử nghiệm mô phỏng nhiều lần, chúng tôi đã phát hiện ra khi lấy các giá trị α lớn hơn hoặc nhỏ hơn 0.02 thì các giá trị ảnh hưởng đến chất lượng truyền video thể hiện qua các độ đo PSNR(dB) và số gói tin video bị mất trong quá trình truyền video qua các thử nghiệm mô phỏng với cùng cấu hình mạng, và file vết video là akio.yuv thì kết quả thử nghiệm thu được với các giá trị khác nhau của lấy ở lân cận 0.02. Nói cách khác $\alpha = 0,02$ có thể xem như điểm tối hạn của một hàm với biến số α , và giá trị trả về là độ đo PSNR(dB) hay giá trị tổn thất gói tin video. Từ đó chúng tôi chọn các giá trị tham số α, β của hàm $f(x), g(y)$ được chọn trong mô phỏng có giá trị tương ứng là 0.02 và 0.98.

Nhận xét: do BLUE đáp ứng rất nhanh với sự kiện mất gói tin nên ta tích hợp hàm $u(x)$ để ưu tiên các gói tin thuộc khung hình I, mỗi khi tiến hành điều chỉnh xác suất p_m . Mặt khác do $d1 \gg d2$ nên BLUE đáp ứng với sự kiện đường truyền rỗi (thời điểm hàng đợi trống) chậm hơn, nên sẽ tích hợp hàm $g(y)$ để ưu tiên các gói tin thuộc khung hình P, B theo sự kiện đường truyền rỗi. Từ đó ta có giải thuật cải tiến BLUE-VPT hình 5.a.

Vì $f(x)$ nhận giá trị $\in [0;1]$ với mọi gói tin đến hàng đợi nên trong giải thuật cải tiến sử dụng hàm điều chỉnh $f(x)$, giá trị của xác suất p_m được cập nhật lại như sau:

$$p_m = f(x) \cdot p_m \text{ hoặc } p_m = g(y) \cdot p_m \text{ với mọi } x, y.$$



Hình 5.a. Lưu đồ giải thuật cải tiến BLUE-VPT; b. Lưu đồ giải thuật cải tiến BLUE-U

Khi gói tin đến thuộc vào một trong ba kiểu khung hình I, P, B thì giá trị xác suất đánh dấu (loại bỏ) gói tin p_m sẽ được cập nhật theo hàm u hoặc hàm v . Do việc xây dựng cả hai hàm u, v chỉ nhận giá trị trong $[0; 1]$ nên khi cập nhật p_m , dù theo hàm $A(x)$, ($p_m=f \cdot p_m$) hay hàm $g(y)$, ($p_m=g \cdot p_m$) thì giá trị p_m đều giảm xuống nên sẽ làm giảm xác suất loại các gói tin nếu chúng thuộc một trong 3 loại khung hình I, P, B. Mặt khác, giá trị f, g luôn < 1 nên giá trị tham số p_m trong giải thuật BLUE-VPT sẽ luôn nhỏ hơn p_m trong giải thuật BLUE và sẽ có thể đạt bằng giá trị p_m trong BLUE khi các gói tin đến không phải là video. Vì vậy có thể xem như sự tác động của giải thuật BLUE-VPT đối với các gói tin đi qua hàng đợi tại bộ định tuyến R1 sẽ luôn xấp xỉ như BLUE khi trong mạng không có sự tham gia của

các luồng video. Hay có thể nói là giải thuật cải tiến BLUE-VPT hội tụ về giải thuật BLUE ban đầu trong trường hợp thông thường. Mặt khác do tích hợp cơ chế ưu tiên phân loại các gói tin video theo mức độ quan trọng của chúng trong chuỗi GoP nên BLUE-VPT còn giảm được sự mất khung hình và tránh lãng phí băng thông. Điều này làm cải thiện chất lượng luồng video được truyền qua mạng như các kết quả thử nghiệm mô phỏng.

B. Đề xuất giải thuật cải tiến xử lý sau BLUE-U [12]

Dựa trên đặc điểm của thuật toán BLUE, chúng tôi đã xây dựng một hàm tuyến tính u để điều chỉnh xác suất đánh dấu (loại bỏ) các gói tin dựa trên các yếu tố kích thước hàng đợi tại router, mức độ sử dụng đường truyền và các đặc tính trong mã hóa luồng video Mpeg.

Chúng tôi đề xuất tích hợp hàm tuyến tính hai biến để điều chỉnh xác suất trong thuật toán BLUE khi tiến hành đánh dấu (loại bỏ) gói tin ở giai đoạn sau (hình 5.b) như sau:

Kiểm tra nếu gói tin đến là video cập nhật giá trị $p_m = u \cdot p_m$ ngược lại $p_m = p_m$.

Để phân loại ưu tiên các gói tin video hàm u được xây dựng sao cho u nhận giá trị $\in [0, 1]$;

Định nghĩa hàm tuyến tính $u(x,y)$:

$$u(x, y) = 1 - \alpha \cdot \frac{X}{L} - \beta \cdot y \quad (4.4)$$

Trong đó:

- L là kích thước hàng đợi cho trước tại bộ định tuyến (tính theo số gói tin)
- α, β nhận giá trị $\in [0, 1]$,
- x là kích thước hiện thời của hàng đợi.
- y là mức độ sử dụng đường truyền và được tính như trong (4.3).

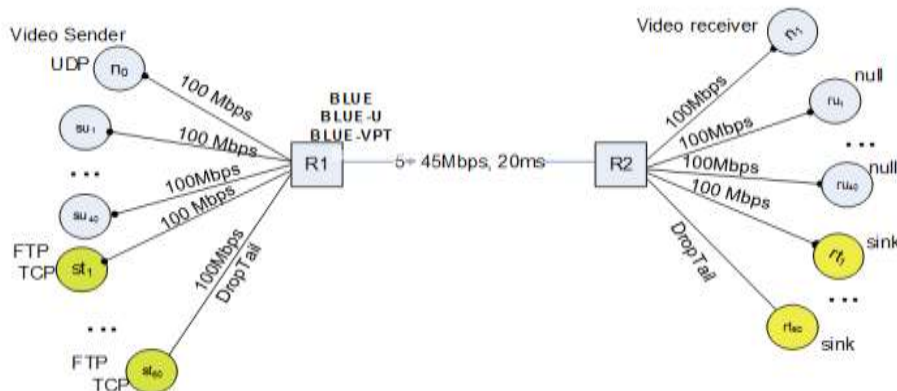
Vấn đề đặt ra khi chọn giá trị α cho trước $\alpha \in [0, 1]$ chúng ta phải tính toán được giá trị tương ứng của β trong miền $[0;1]$ sao cho $u(x,y)$ nhận giá trị $\in [0, 1]$ với các tham số x, y thỏa mãn điều kiện của thuật toán BLUE.

Đặt $t = \frac{x}{L} \in [0;1]$, ta tìm max, min của hàm số (4.4) trên tập hợp $D := \{(t, y) : t, y \in [0;1]\}$

Do $\max_D Z = 1, \min_D Z = 1 - \alpha - \beta$ nên để $Z \in [0;1]$ thì $[1 - \alpha - \beta; 1] \subset [0;1]$ suy ra $1 - \alpha - \beta \geq 0$. Vậy với $\beta \leq 1 - \alpha$ thì $u(x, y) = z \in [0;1]$. Vậy nếu chọn $\alpha = 0.002$ ta có thể chọn β nhận giá trị xấp xỉ trong $[0; 0,098]$.

Vì $u(x,y)$ nhận giá trị $\in [0;1]$ với mọi gói tin đến hàng đợi nên trong thuật toán cải tiến sử dụng hàm điều chỉnh $u(x,y)$, giá trị của xác suất $p_m = u \cdot p_m$, vì $u(x,y) < 1 \Rightarrow p_m < u \cdot p_m$ với mọi x, y, do vậy thuật toán cải tiến với hàm điều chỉnh tính toán xác suất loại gói tin sẽ luôn hội tụ đến giá trị BLUE ban đầu, đồng thời do tích hợp cơ chế ưu tiên các gói tin video nên chất lượng luồng video được truyền qua mạng sẽ được cải thiện đáng kể.

C. Xây dựng kịch bản mô phỏng: Để kiểm nghiệm hiệu quả của giải thuật cải tiến BLUE-U và BLUE-VPT, chúng tôi sử dụng công cụ NS.2 để mô phỏng và đánh giá chất lượng truyền video trên mạng IP. Trong mô phỏng này chúng tôi lần lượt sử dụng các giải thuật quản lý hàng đợi tích cực BLUE và giải thuật BLUE-U, BLUE-VPT cải tiến. Sau khi tiến hành mô phỏng nhiều lần, giá trị tham số α của hàm $u(x)$ được chọn trong mô phỏng có giá trị là 0.02. Cấu hình (topo) mạng mô phỏng (Hình 6), có 60 luồng gửi dữ liệu có tốc độ bit không đổi trên giao thức UDP từ nút su_1 đến ru_{60} và 40 luồng FTP sử dụng giao thức TCP từ st_1 đến rt_{40} . Video được truyền từ nút n_0 đến nút n_1 , thời gian thực hiện mô phỏng là 10s. Tập tin video sử dụng là Akio.yuv [13,14], độ phân giải 352x288 có 300 khung hình được phát ở tốc độ 30 khung hình một giây (30 fps) được chuyển sang dạng file vết (video trace) [16] để tiến hành mô phỏng. Giải thuật quản lý hàng đợi được sử dụng tại router R1 là BLUE, BLUE-U, BLUE-VPT, cơ chế hàng đợi tại các đường truyền khác là DropTail.



Hình 6. Cấu hình mạng sử dụng trong mô phỏng

- + 01 luồng video phát file video Akio.yuv, từ nút n_0 đến n_1
- + Có 60 luồng UDP: từ nút su_1 ÷ ru_{60}
- + 40 Luồng TCP: từ nút st_1 ÷ rt_{40}
- + Băng thông R1 - R2 thay đổi từ: 5 ÷ 45 Mbps.

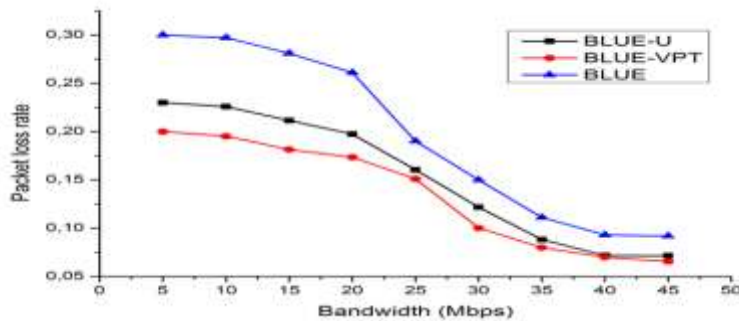
D. Đối sánh chất lượng truyền video trên BLUE-U và BLUE-VPT

+ Tỷ lệ mất gói tin

Bảng 3. Đối sánh tỷ lệ mất gói tin khi truyền video sử dụng các giải thuật BLUE, BLUE-VPT và BLUE-U

Bandwidth (Mbps)	Tỷ lệ mất gói tin		
	BLUE-U	BLUE-VPT	BLUE
5	0,240121	0,210121	0,310121
10	0,245313	0,215313	0,298313
15	0,221421	0,211421	0,283121
20	0,203484	0,193484	0,263121
25	0,171141	0,171111	0,191219
30	0,13121	0,12121	0,15031
35	0,091324	0,090324	0,112124
40	0,081734	0,080734	0,093112
45	0,081612	0,079612	0,092112

Trên bảng 3 ta thấy khi băng thông giữa R1-R2 thấp từ 5 Mbps, đến 20 Mbps, thì độ mất gói tin của BLUE-VPT cải thiện hơn BLUE-U rất rõ rệt, tỷ lệ mất gói tin của BLUE-VPT khi đó thấp hơn BLUE-U trung bình xấp xỉ 9,53%, khi băng thông trên R1-R2 tăng lên từ 25-45 Mbps thì tỷ lệ sai khác của BLUE-VPT trung bình chỉ còn thấp hơn xấp xỉ 2,6% và khi băng thông trên R1-R2 lớn hơn 40Mbps thì chênh lệch độ trễ gần như hoàn toàn xấp xỉ.



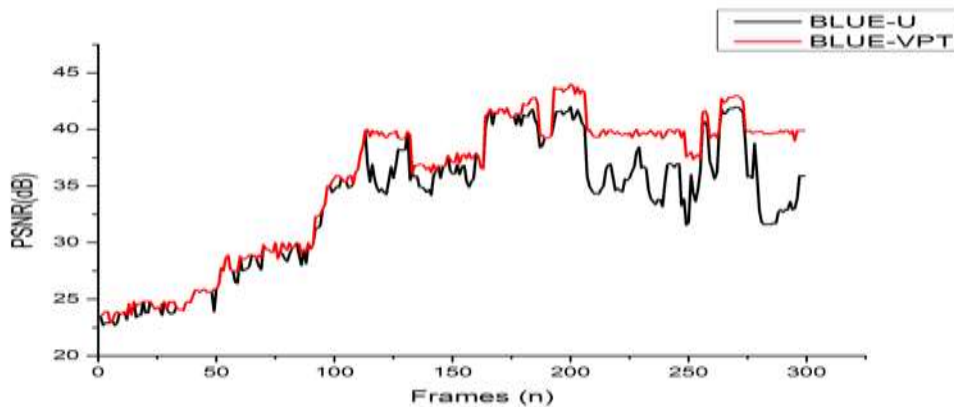
Hình 7. Đối sánh tỷ lệ mất gói tin video

Từ bảng 4, ta thể hiện đối sánh độ mất gói tin video của ba giải thuật BLUE, BLUE-U và BLUE-VPT trên đồ thị hình 7. Tỷ lệ mất gói tin video của các giải thuật BLUE-U, BLUE-VPT, EBLUE, VBLUE trong các mô phỏng đều ở mức < 5%. Theo ITU (Y.1291) 2004 là chấp nhận được. Khi băng thông trên đường truyền cổ chai R1-R2 thay đổi từ 5Mbps đến 20Mbps thì tỷ lệ mất gói tin video của VBLUE giảm rõ rệt hơn so với BLUE đạt trung bình xấp xỉ 15,26% và chênh lệch giảm xuống xấp xỉ trung bình 12,7% khi băng thông trên R1-R2 là 30-40Mbps và giảm xuống 5,6% khi băng thông nằm trong khoảng 40-45Mbps.

Bảng 4. Tỷ lệ mất gói tin video trên các giải thuật BLUE-U, BLUE-VPT, BLUE, EBLUE và VBLUE

Bandwidth (Mbps)	Tỷ lệ mất gói tin video		
	BLUE-U	BLUE-VPT	BLUE
5	0,230121	0,2001208	0,3001
10	0,225919	0,1953133	0,2973
15	0,211498	0,1814521	0,2811
20	0,197486	0,1734864	0,2611
25	0,160641	0,1511100	0,1902
30	0,121811	0,1002602	0,1500
35	0,088324	0,0800043	0,1111
40	0,071734	0,0700391	0,0930
45	0,071612	0,0655191	0,0920

Từ phân tích các tham số QoS ảnh hưởng đến chất lượng truyền video chúng tôi tiến hành đối sánh giải thuật BLUE-U và BLUE-VPT trên tham số đánh giá chất lượng video chủ quan PSNR(dB), kết quả đối sánh được biểu diễn trên đồ thị hình 8, cho thấy giá trị PSNR(dB) trung bình khi truyền video trên BLUE-VPT tăng xấp xỉ 5,35% so với BLUE-U. Và ánh xạ tương ứng với giá trị PSNR(dB) là tham số MOS của BLUE-VPT cũng được cải thiện so với BLUE-U.



Hình 8. Đối sánh giá trị PSNR khi truyền video giữa BLUE-U và BLUE-VPT

V. KẾT LUẬN

Trong bài báo này chúng tôi đã đề xuất hai giải pháp cải tiến giải thuật BLUE để nâng cao chất lượng dịch vụ mạng và chất lượng trải nghiệm người dùng đối với truyền video trên mạng.

Chúng tôi đưa ra giải pháp giải thuật cải tiến và đối sánh hai giải thuật trên các tham số chất lượng dịch vụ mạng và chất lượng trải nghiệm truyền video. Chúng tôi đã đối sánh các giải thuật cải tiến tiền xử lý đầy đủ BLUE-VPT và hậu xử lý đầy đủ BLUE-U. Cuối cùng tiến hành đối sánh giải thuật xử lý trước BLUE-VPT và giải thuật xử lý sau BLUE-U chúng tôi đã rút ra kết luận là giải thuật cải tiến xử lý đầy đủ trước BLUE-VPT đã tỏ ra hiệu quả hơn trong việc cải thiện chất lượng QoE so với BLUE-U, từ đó đi đến các kết luận sau:

Cả hai giải thuật cải tiến đều giảm tỷ lệ mất gói tin chung trên toàn mạng và đặc biệt các giải thuật cải tiến làm giảm tỷ lệ mất gói tin video một cách rõ rệt.

Khi tiến hành đánh giá theo thang đo khách quan PSNR(dB) các giải thuật cải tiến cũng đều có các giá trị PSNR(dB) lớn hơn so với giải thuật BLUE và BLUE-VPT đạt giá trị PSNR(dB) trung bình cao nhất. Từ đó ánh xạ mối liên hệ giữa thang đo chủ quan và tham số ý kiến trung bình MOS có thể thấy các giải thuật cải tiến BLUE-VPT có thể cải thiện chất lượng trải nghiệm QoE trong truyền video trên mạng IP.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Rodrigues, D., Silva, D., Cerqueira, E., & Monteiro, E., (2008). Quality of Service and Quality of Experience in Video Streaming. International Workshop on Traffic Management and Traffic Engineering for the Future Internet (FITraMen 08), Porto, Portugal.
- [2] Bahri Okuroğ̃lu and Sema Oktuğ̃, Active Queue Management Algorithms: BLUE vs. RED, <http://www.oocities.org/bahrio/thesis/446-3888209348.pdf.gz>
- [3] Boyce, J.M. and R. D. Gaglianello (1998) Packet Loss Effects on MPEG Video Sent Over the Public Internet. InChi: Proc. of the ACM Multimedia 98. 1998, pp. 181-190.
- [4] Feng Wu-chang, Shin Kang G., Kandlur Dilip D. and Saha Debanjan (2002) The Blue Active Queue Management Algorithms. IEEE/ACM Transactions on Networking., Vol. 10, No. 4, 2002, pp. 513-528.
- [5] H. Abdel-jaber, M. Woodward, F. Thabtah and M. Al-diabat (2007) Modelling BLUE Active Queue Management using Discrete-time Queue. Vol I WCE 2007, London, U.K., July. 2-4, 2007, pp. 568-573.
- [6] Hantro Products Oy, Oulu, Finland (2001) MPEG4 Codec Overview.1 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4030 March 2001-<http://www.hantro.com>.
- [7] Klaue, B. Rathke, and A. Wolisz (2003) EvalVid, A Framework for Video Transmission and Quality Evaluation. 13th International Conference on Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation, Urbana, Illinois, USA, September. 2003, pp 255-272.
- [8] P.Le Callet (2006) No reference and reduced reference video quality metric for end to end QoS monitoring. IEICE Trans Commun., Vol. E85-A/B/C/D, No. february 2006, pp. 289-2960.
- [9] Toru Yamada, Yoshihiro Miyamoto, and Masahiro Serizawa (2009) Video-quality estimation based on reduced-reference model employing activity-difference. IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences; ISSN:0916-8508; Vol.2009; NO.12, 2009, pp.3284-3290

- [10] Wu-chang Feng et al, (1999), BLUE: A New Class of Active Queue Management Algorithms Technical Report, University of Michigan. April 1999. CSE-TR-387-99.
- [11] Cao Diệp Thăng, Nguyễn Thúc Hải, Nguyễn Linh Giang (2013) “Giải thuật quản lý hàng đợi tích cực BLUE-VPT nâng cao chất lượng truyền video”, Chuyên san Công nghệ thông tin truyền thông, số 30, 12.2013, tr.52-60.
- [12] Cao Diệp Thăng, Nguyễn Thúc Hải, Nguyễn Linh Giang (2014) Một phương pháp tích hợp cơ chế ưu tiên gói tin video trong quản lý hàng đợi tích cực BLUE, Tạp chí khoa học và Công nghệ, số 98, 4.2014, tr 23-28
- [13] (2012), YUV video sequences (CIF), [Online]. Available: <http://trac-e.eas.asu.edu/yuv/>
- [14] A video sequences (CIF), [Online]. <http://www.tkn.tuberlin.de/research/evalvid/cif.html>
- [15] Klaue, B. Rathke, and A. Wolisz (2003) EvalVid, A Framework for Video Transmission and Quality Evaluation. 13th International Conference on Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation, Urbana, Illinois, USA, September. 2003, pp 255-272.
- [16] M. R. P. Seeling and B. Kulapala (2004) Network Performance Evaluation using frame size and quality traces of single-layer and two-layer video: A Tutorial. IEEE Communications Surveys and Tutorials., vol. 6, no. 2, 2004, pp. 58-78.

AN METHOD TO IMPROVE THE QUALITY OF EXPERIENCE OF VIDEO TRANSMISSION ON IP NETWORK

Cao Diiep Thang, Do Tuan Hanh

ABSTRACT— *This paper proposes an improved method of the Blue active queue management to transmit videos over IP network environment. We have used the probability adjusting method of marking (removing) packets in Blue positive queue management algorithms to reduce the probability of video packet loss in different video transmission applications on the network. NS-2 simulation tool used to test on mpeg video samples shows that the video transmission quality has been improved significantly.*