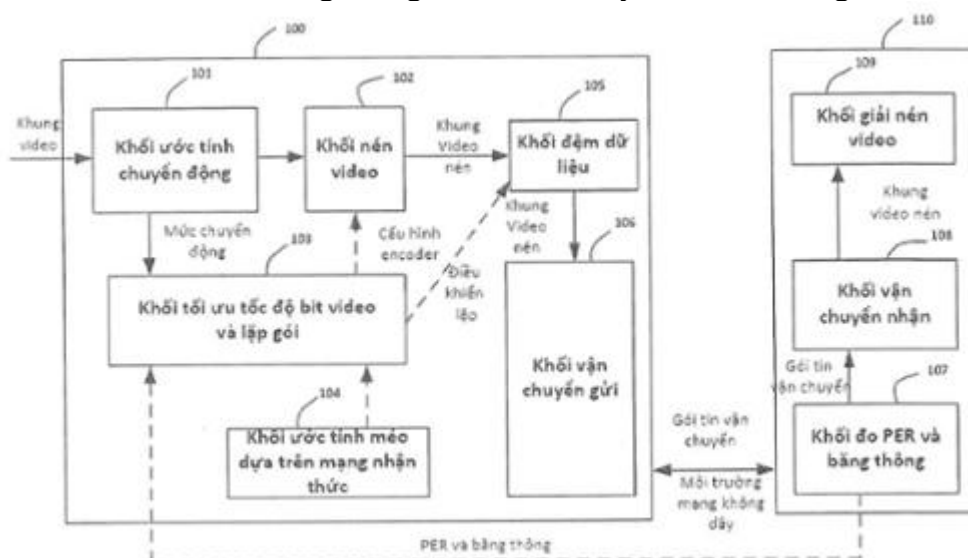


(21) 1-2021-07681 (22) 30/11/2021
(45) 25/12/2024 441 (43) 25/02/2022 407
(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)
Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà
Nội
(72) Đỗ Trường Xuân (VN); Nguyễn Thái Bình (VN); Đặng Hữu Tùng (VN); Nguyễn
Mạnh Linh (VN); Vũ Minh Tuấn (VN).
(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG TRUYỀN VIDEO TRỰC TIẾP THÍCH NGHI DỰA TRÊN VIỆC ƯỚC TÍNH MÉO SỬ DỤNG MANG NHÂN THỨC NHIỀU LỚP

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống truyền video trực tiếp thích nghi dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp cho phép truyền video thích nghi với điều kiện của mạng không dây dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp. Hệ thống bao gồm khối thu và khối vận chuyển gửi, trong đó khối thu bao gồm các khối nhỏ hơn như: khối ước tính chuyển động, khối nén video, khối đệm dữ liệu, khối tối ưu tốc độ bit của video và lập gói, khối ước tính méo dựa trên mạng MLP, khối vận chuyển gửi bao gồm các khối sau: khối đo PER và băng thông, khối vận chuyển nhận, khối giải nén video.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới hệ thống truyền video trực tiếp (live video streaming) thích nghi dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp (Multi-layer perceptron-MLP). Cụ thể, hệ thống được đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong môi trường mạng không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Do bản chất của mạng không dây là môi trường có băng thông không ổn định và tỉ lệ mất gói, việc truyền video qua mạng không dây thường ảnh hưởng đến trải nghiệm người dùng. Trải nghiệm người dùng ở đây bao gồm hai yếu tố: một là video bị méo do việc mất gói tin trong quá trình truyền qua mạng không dây (những ứng dụng truyền trực tiếp video không sử dụng các giao thức truyền lại do yêu cầu về độ trễ thấp); hai là video bị chậm do tốc độ bit của video (mức độ nén) được cấu hình bởi các bộ nén video (video encoder) lớn hơn tốc độ băng thông hiện tại của đường truyền. Do đó để có thể cải thiện chất lượng truyền trực tiếp video qua môi trường mạng không dây, có rất nhiều phương pháp tối ưu được đề xuất. Những giải pháp này nằm ở những tầng khác trong chồng giao thức mạng.

Giải pháp lớp ứng dụng bao gồm việc thay đổi tốc độ bit của video dựa trên việc đo đạc băng thông thu được. Các thuật giải thay đổi tốc độ bit của video dựa trên cấu hình sẵn trong ứng với băng thông thu được hoặc sử dụng các mô hình học máy để thay đổi tốc độ bit của video. Giải pháp lớp vật lý bao gồm việc sử dụng các mã sửa sai để giảm thiểu tỉ lệ lỗi gói tin khi truyền mạng không dây. Tuy nhiên những giải pháp này đều thường chỉ tối ưu ở một lớp mạng nhất định.

Các giải pháp đa lớp (cross-layer) được đề xuất nhằm tối ưu nhiều lớp mạng một lúc. Giải pháp đa lớp bao gồm việc thay đổi thích nghi các tham số lớp vận chuyển (ví dụ, số lần truyền lại gói tin khi bị lỗi) dựa theo nội dung video và điều kiện lỗi gói của kênh truyền. Mô hình tối ưu để lựa chọn các tham số (ví dụ như số lần truyền lại) đều dựa trên các công thức ước tính méo video. Các công thức ước tính méo video này thường không tính tới các yếu tố như: thiết lập bộ nén khác nhau và mức độ chuyển động hay chi tiết của video. Những yếu tố này đều có ảnh hưởng tới giá trị méo video khi được truyền qua môi trường mạng không dây. Ví dụ, đối với video có mức độ chuyển động lớn thường sẽ ít bị méo hơn video có mức chuyển động thấp trong cùng một điều kiện mất gói của mạng không dây. Do đó cần một giải pháp tối ưu hơn để thực hiện việc truyền video trực tiếp qua mạng không dây. Trong sáng

chế này, tác giả đề xuất một giao thức phát truyền, trong đó các khung video được truyền lặp lại nhằm chống lỗi và được điều chỉnh thích nghi theo điều kiện kênh truyền và mức độ quan trọng của từng khung video. Mức độ lặp lại và cấu hình tốc độ bit của video được xác định sử dụng một thuật toán tối ưu dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất một hệ thống cho phép truyền video thích nghi với điều kiện của mạng không dây dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp. Hệ thống bao gồm khối thu và khối vận chuyển gửi, trong đó khối thu bao gồm các khối nhỏ hơn như: khối ước tính chuyển động, khối nén video, khối đệm dữ liệu, khối tối ưu tốc độ bit của video và lặp gói, khối ước tính méo dựa trên mạng MLP, khối vận chuyển gửi bao gồm các khối sau: khối đo PER và băng thông, khối vận chuyển nhận, khối giải nén video.

Hệ thống sẽ tự động điều chỉnh các thông số như mức độ nén hay tốc độ bit của video, mức độ lặp gói tin tùy theo điều kiện băng thông, tỉ lệ mất gói, mức độ chuyển động và chi tiết của video nhằm mục đích tối ưu hóa chất lượng video khi truyền qua mạng không dây.

Sáng chế đề xuất một thuật toán tối ưu nhằm lựa chọn các thông số tốc độ bit của video và mức độ lặp khung video phù hợp với điều kiện kênh truyền. Sáng chế đề xuất một bộ ước lượng méo video tùy theo điều kiện kênh truyền, mức độ nén video, mức độ lặp gói, mức độ chuyển động và chi tiết của video. Sáng chế cũng đề xuất phương pháp huấn luyện mạng nhận thức này dùng dữ liệu mô phỏng. Sáng chế cũng đề xuất các loại bản tin điều khiển và dữ liệu nhằm mục đích thực hiện việc thay đổi thích nghi cũng như truyền video qua mạng tới bộ thu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: là hình vẽ minh họa kiến trúc khối hệ thống truyền video thích nghi;

Hình 2: là hình vẽ minh họa cấu trúc bản tin vận chuyển;

Hình 3: là hình vẽ minh họa cấu trúc bản tin điều khiển lặp;

Hình 4: là hình vẽ minh họa kiến trúc của khối ước tính méo dựa trên mạng MLP;

Hình 5: là hình vẽ minh họa thuật toán tối ưu tìm ra bộ thông số tốc độ bit của video và mức lặp gói tin trong khối tối ưu tốc độ bit của video và lặp gói.

Mô tả chi tiết sáng chế

Việc tối ưu truyền video qua mạng không dây có thể tiến hành ở rất nhiều lớp giao thức khác nhau. Trong sáng chế này, phạm vi tối ưu diễn ra ở lớp ứng dụng và lớp vận chuyển. Ở lớp ứng dụng, video được nén sử dụng các chuẩn nén video phổ biến như H264 hoặc H265 với một tốc độ bit phù hợp với kênh truyền. Sau đó ở lớp vận chuyển, video sau khi nén được cắt nhỏ và đóng gói trong những gói tin vận chuyển để đẩy xuống những tầng giao thức phía dưới để truyền đi (ví dụ như tầng lớp mạng để gán địa chỉ, tầng lớp MAC để truy cập kênh và lớp vật lý để thực hiện thêm mã sửa sai và điều chế trước khi gửi ra ngoài không khí). Do truyền dẫn trong môi trường không dây, gói tin truyền đi sẽ có thể bị sai hoặc mất và điều này có thể dẫn tới việc méo video ở phía bên thu. Có rất nhiều cơ chế được sử dụng để chống lỗi cho gói tin vận chuyển khi truyền trong môi trường không dây: truyền lặp, sử dụng mã sửa sai, và truyền lại. Do yêu cầu về độ trễ khi truyền phát trực tiếp, nên giao thức trực tiếp truyền video không sử dụng phương pháp truyền lại. Mã sửa sai được sử dụng ở các lớp giao thức phía dưới. Truyền lặp gói tin là một giải pháp nhằm giảm tỉ lệ lỗi gói tin phía bên thu trong điều kiện kênh truyền không ổn định. Ở lớp ứng dụng, video được nén thành các khung nén I, P, B. Trong đó I là khung video chỉ sử dụng phương pháp nén đoán nội ảnh (intra-prediction), khi nhận được khung video I, bên thu có thể giải nén mà không dùng khung tham chiếu khác. Khung P và B là khung video nén sử dụng cả hai phương pháp nén đoán nội và đoán liên ảnh (inter-prediction) để thực hiện nén, do đó khi phía bên thu cần thông tin của khung video tham chiếu (ví dụ I nếu là khung P hoặc I, P nếu là khung B) để thực hiện việc giải nén. Do đó, mỗi khung I, P, B đều có mức độ quan trọng khác nhau. Do đó để tối ưu chất lượng video, phía bên phát sẽ truyền lặp các khung video I, P, B với những mức độ lặp khác nhau tùy theo mức độ quan trọng của các khung I, P, B này. Trong đó I là khung quan trọng sẽ được truyền lặp nhiều nhất và B là được truyền lặp ít nhất. Tuy nhiên để đảm bảo truyền video được mượt mà, tốc độ bit của video cần được điều chỉnh để đảm bảo sao cho tổng tốc độ bit tạo ra sau quá trình truyền lặp và thêm phần mào đầu (header) của giao thức luôn nhỏ hơn băng thông hiện tại của kênh truyền. Do méo video phía bên thu gây ra bởi cả quá trình nén video và do lỗi gói tin khi truyền trên đường truyền không dây. Nên việc lựa chọn mức độ lặp gói tin và tốc độ bit của video cần được lựa chọn phù hợp để đảm bảo tổng méo video gây ra bởi kênh truyền và méo do quá trình nén video là tối thiểu. Sáng chế này đề xuất một hệ thống cho phép truyền video thích nghi với điều kiện

Hệ thống truyền video được miêu tả trong Hình 1. Khối thu 100 là khối gửi và khối nhận 110 là khối nhận. Khối thu 100 có chức năng là nén video và thực hiện đóng gói các dữ liệu video vào trong các gói tin vận chuyển để gửi đi. Khối thu 100 sẽ

nhận được các gói tin vận chuyển này và thực hiện việc loại bỏ những gói tin lặp và phần header và thu lại dữ liệu video. Dữ liệu video sau đó sẽ được giải nén sử dụng khối giải nén video.

Khối thu 100 bao gồm các khối nhỏ hơn như:

Khối ước tính chuyển động 101: đầu vào của khối này là các khung video thu được từ camera, đầu ra sẽ là giá trị ước lượng mức độ chuyển động và chi tiết của video

Khối nén video 102: đầu vào khối này là các khung video trước khi nén và đầu ra là các khung video đã được nén thành các khung I, P, B theo chuẩn nén H264 hoặc H265. Đây là khối có sẵn không trình bày trong sáng chế.

Khối đệm dữ liệu 105: lưu các khung video sau khi nén.

Khối tối ưu tốc độ bit của video và lặp gói 103: đầu vào của khối này bao gồm thông tin ước tính chuyển động từ khối 101, tỉ lệ mất gói (packet error rate - PER) và bảng thông đo đặc từ phía bên thu gửi về. Đầu ra của khối này là cấu hình bitrate mới cho video và mức độ lặp cho từng loại khung video. Khối tối ưu sẽ gửi thông tin điều khiển lặp cho từng loại khung video sử dụng cấu trúc bản tin như Hình 3.

Khối ước tính méo dựa trên mạng MLP 104: đầu vào là các mức lặp được thiết lập cho từng loại khung video, giá trị bitrate của video hiện tại, mức độ chuyển động của video, kích thước video, tỉ lệ mất gói và bảng thông kênh truyền. Đầu ra sẽ là ước lượng méo video ứng với bộ tham số trên.

Khối vận chuyển gửi 106: khối này sẽ thực hiện việc đọc dữ liệu từ bộ đệm dữ liệu 105: bao gồm cả thông tin điều khiển lặp gửi bởi bộ tối ưu video bitrate và lặp gói 103 và khung video nén từ khối nén video 102. Khối này sẽ thực hiện việc cắt và đóng gói khung video, nén thành các gói tin vận chuyển có cấu trúc như Hình 2, lặp gói tin theo thông tin từ khối tối ưu video bitrate và lặp gói 103 và gửi xuống tầng giao thức phía dưới để gửi về phía bên thu.

Khối nhận 110 bao gồm các khối sau:

Khối đo PER và bảng thông 107: khối này có nhiệm vụ đo bảng thông của kênh truyền và tỉ lệ gói tin sai nhận được phía bên thu.

Khối vận chuyển nhận 108: khối này có nhiệm vụ dò những gói tin lặp và bóc tách phần header để lấy phần dữ liệu video để gửi lên bộ giải nén video

Khối giải nén video 109: khối này sẽ thực hiện việc giải nén các khung video. Đây là khối có sẵn không được trình bày trong sáng chế.

Cụ thể:

Khối ước tính chuyển động có phương pháp hoạt động như sau:

Bước 1: tính toán mức độ sai khác trung bình giữa hai khung video liên tiếp.

Đầu vào của khối ước tính chuyển động sẽ là các khung video chưa nén thu được từ camera. Mức độ chuyển động và chi tiết của video có thể ước lượng sử dụng những công thức sau.

$$MAD_n = \frac{\sum_{i \in W} \sum_{j \in H} |B_n(i,j) - B_{n-1}(i,j)|}{W * H} \quad (1)$$

Trong đó MAD_n được tính là mức độ sai khác tuyệt đối trung bình giữa hai khung hình liên tiếp nhau. W là chiều rộng và H là chiều cao của khung video. $B_n(i,j)$ là giá trị điểm ảnh.

Bước 2: ước lượng sử dụng công thức trung bình có trọng số.

Mức độ chuyển động và chi tiết MD_n của khung video được tính sử dụng công thức:

$$MD_n = \alpha * MAD_n + (1 - \alpha) * MD_{n-1} \quad (2)$$

Trong đó MAD_n, MD_{n-1} là giá trị sai khác trung bình của hai khung video gần nhất và giá trị sai khác trung bình của các khung video trước đó.

Khối nén video: có nhiệm vụ thực hiện nén video theo các chuẩn nén thông dụng như H264 hoặc H265. Đầu ra sẽ là các khung dữ liệu I, P, B đã được nén với các tốc độ bit và cấu trúc ảnh khác nhau được cấu hình bởi khối tối ưu 103.

Khối đệm dữ liệu: được sử dụng để lưu trữ dữ liệu video sau khi đi qua khối nén video 102.

Khối ước tính méo dựa trên mạng nhận thức MLP:

Khối ước tính méo được xây dựng dựa trên mạng MLP (mạng nhận thức nhiều lớp) có kiến trúc như Hình 4. Đầu vào 301 cho mạng MLP bao gồm mức độ hoạt động và chi tiết của video, điều kiện kênh truyền (tỉ lệ lỗi gói PER và băng thông đo đạc), mức độ lặp cho từng loại khung I, P, B, và thiết lập khối nén (kích thước video, cấu trúc GoP- group of pictures). Ở giữa sẽ là các lớp và nốt mạng của MLP. Số lượng lớp mạng MLP được thiết lập là 3 và số nốt mạng cho từng lớp là 32. Đầu ra là mức độ méo video (dB) tương ứng với bộ thông số đầu vào.

Để tạo ra dữ liệu huấn luyện cho mạng MLP này, ta cần xây dựng một hệ thống phát truyền video qua một kênh mô phỏng. Các đoạn video sẽ được tính toán mức độ chuyển động và chi tiết, được nén với một bit rate cố định và được phát truyền qua một kênh mô phỏng với thông số băng thông và tỉ lệ rớt gói cấu hình sẵn với các giá trị khác nhau. Sau khi nhận đoạn video bên thu, mức độ méo video so với video gốc

sẽ được tính toán dựa vào công thức tính lỗi bình phương trung bình (mean square error) như sau:

$$MSE = \sum_{i \in W} \sum_{j \in H} (B_{Decoded}(i, j) - B_{Original}(i, j))^2 \quad (3)$$

$$PSNR = 10 * \log_{10} \left(\frac{MAX_f}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (4)$$

Trong đó W là chiều rộng và H là chiều cao của khung video. $B_{Decoded}(i, j)$, $B_{Original}(i, j)$ là giá trị điểm ảnh của khung video gốc và khung video được giải nén phía bên thu sau khi nhận được qua kênh truyền mô phỏng. MAX_f là giá trị lớn nhất của trong các điểm ảnh của khung video gốc. Mức độ méo $PSNR$ được tính cho từng cặp khung video gốc và video thu được. Sau đó được tính trung bình cho cả đoạn video. Ta có giá trị méo trung bình khi gửi video qua kênh mô phỏng. Dữ liệu này sẽ được dùng để huấn luyện mạng MLP. Kết quả ta có được một mạng MLP được huấn luyện để sử dụng để đoán méo video.

Khối tối ưu tốc độ bit của video và lập gói:

Hình 5 miêu tả thuật toán lựa chọn tốc độ bit của video và mức độ lập gói sử dụng trong khối 103.

Bước 1 (Khối 501): thiết lập một tập các mức độ lập cho các khung I, P, B. Ta có thể sử dụng bảng sau để thiết lập tỉ lệ lập.

Tỉ lệ mất gói PER	Tập giá trị lập ban đầu
PER < 15%	I= [1, 2, 3, 4]; P = [1, 2, 3]; B = [1]
15% < PER < 30%	I= [2, 3, 4]; P = [1, 2, 3, 4]; B = [1]
30 % < PER < 50%	I= [3, 4, 5]; P = [3, 4, 5]; B = [1, 2]
PER > 50%	I= [4, 5, 6, 7]; P = [3, 4, 5, 6]; B = [3, 4, 5]

Bước 2 (Khối 502, 503): Lựa chọn một bộ cấu hình lập cho I, P, B và tính toán tốc độ bit của video theo công thức sau:

$$VBR = \frac{BW_{chann} \left(1 - \frac{L_{header}}{L_{packet}}\right)}{MAX_{redundancy}} \quad (5)$$

Trong đó VBR là tốc độ bit của video ước tính cho khối nén để đảm bảo truyền video không bị giập. $BW_{channel}$ là băng thông đo được phía bên thu. L_{header} , L_{packet} chiều dài phần mào đầu và chiều dài cả gói tin. $MAX_{redundancy}$ là mức độ lập lớn nhất thiết lập cho các khung video.

Bước 3 (Khối 504): đưa giá trị mức độ lặp và tốc độ bit của video vừa tính toán, và giá trị mức độ chuyển động và chi tiết của video, giá trị lỗi gói PER và bảng thông đo đặc được qua khối ước tính méo dựa trên mạng MLP 104 để ước tính mức độ méo.

Bước 4 (Khối 505): lặp lại bước 2 và 3 ở trên để tính độ méo của tất cả các bộ cấu hình lặp thiết lập ban đầu. Sau đó lựa chọn bộ cấu hình và giá trị tốc độ bit của video có độ méo nhỏ nhất.

Sau khi tính toán được giá trị lặp cho từng khung video I, P, B và giá trị tốc độ bit của video tối ưu. Mỗi khung video được đọc tiếp theo sẽ được kiểm tra là khung video loại I, P, hay B, sau đó sẽ gửi một bản tin điều khiển theo cấu trúc hình 3 tới khối vận chuyển gửi 106 thông qua bộ đệm dữ liệu 105 để thông báo về mức độ lặp của khung video đó trước khi nén khung video gửi đến bộ đệm dữ liệu 105. Các trường bản tin của khung điều khiển lặp bao gồm:

- Trường 301: Byte đồng bộ để dò đầu bản tin điều khiển
- Trường 302: Loại bản tin điều khiển
- Trường 303: Loại khung video I, P, hay B
- Trường 304: Mức độ lặp của khung
- Trường 305: Byte xác định kết thúc khung điều khiển

Khối vận chuyển gửi:

Khối vận chuyển gửi 106 sẽ đọc từ bộ đệm dữ liệu 105, nếu dữ liệu là bản tin điều khiển thì sẽ cập nhật thông tin mức độ lặp cho dữ liệu khung video tiếp theo. Sau đó khối vận chuyển sẽ tiến hành đóng gói 184 byte dữ liệu video thành gói tin vận chuyển có cấu trúc như trong Hình 2. Gói tin vận chuyển có cấu trúc trường như sau:

- Trường 201: Byte đồng bộ để dò đầu bản tin điều khiển
- Trường 202: Bit này sẽ được set lên 1 nếu gói tin có CRC sai
- Trường 203: Bit này set lên 1 đánh dấu bắt đầu của khung video
- Trường 204: Mức độ ưu tiên của gói tin vận chuyển
- Trường 205: Số thứ tự của khung vận chuyển đánh số từ 0-15
- Trường 206: 184 byte dữ liệu video
- Trường 207: Trường check mã CRC cho bản tin xác định bản tin đúng hay sai

Sau đó gói tin sẽ được lặp theo thông tin từ bản tin điều khiển và gửi xuống bộ đệm của tầng giao thức tiếp theo để gửi đi.

Khối vận chuyển nhận:

Khối vận chuyển nhận sẽ thực hiện việc nhận các gói tin vận chuyển từ bên phát và tiến hành bóc tách phần header vận chuyển loại bỏ gói tin sai và gói tin lặp và đẩy dữ liệu video lên trên cho khối giải nén video 109.

Khối đo PER và băng thông:

Phương pháp đo tỉ lệ lỗi gói PER và băng thông bao gồm hai bước:

Bước 1: loại bỏ giá trị sai lệch lớn.

Giá trị lỗi gói tức thời $PER_{instant}$ được đo đặc mỗi 1000 gói tin vận chuyển nhận được và băng thông tức thời $BW_{instant}$ được đo đặc bằng số byte nhận được trong chu kì một giây. Giá trị $PER_{instant}$ và $BW_{instant}$ được đo một cách liên tục và được xử lý loại bỏ các giá trị đo sai bằng cách lưu lịch sử 20 lần đo gần nhất và tính toán giá trị trung bình (mean) và giá trị độ lệch chuẩn của 20 lần đo gần nhất này. Nếu giá trị đo tức thời nằm trong khoảng $[mean - 2 * std, mean + 2 * std]$ trong đó $mean$ là giá trị trung bình của 20 lần đo gần nhất và std là độ lệch chuẩn, thì giá trị đo đó được coi là chuẩn xác.

Bước 2: ước lượng tỉ lệ lỗi gói PER và băng thông sử dụng công thức tính trung bình có trọng số.

Giá trị PER và băng thông được ước lượng sử dụng công thức sau:

$$PER_{measure} = PER_{instant} * \beta + PER_{previous} * (1 - \beta) \quad (6)$$

$$BW_{measure} = BW_{instant} * \beta + BW_{previous} * (1 - \beta) \quad (7)$$

Trong đó $PER_{measure}$ $BW_{measure}$ là giá trị lỗi gói và băng thông cần tính, $PER_{previous}$ $BW_{previous}$ là các giá trị lỗi gói và băng thông tính toán trước đó. β là trọng số cho giá trị đo tức thời và giá trị trước đó.

Khối giải nén video:

Khối giải nén video sẽ lấy vào dữ liệu video nén đã được thu nhận từ khối vận chuyển nhận 108 và thực hiện chức năng giải nén video theo chuẩn H264 hoặc H265 tùy thuộc vào chuẩn nén được sử dụng phía bên phát.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống truyền video trực tiếp thích nghi dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp bao gồm:

khối ước tính chuyển động video: khối này lấy đầu vào là các khung video từ camera sau đó tính toán mức độ chuyển động và chi tiết của đoạn video sử dụng các công thức (1) (2) dưới đây:

$$MAD_n = \frac{\sum_{i \in W} \sum_{j \in H} |B_n(i, j) - B_{n-1}(i, j)|}{W * H} \quad (1)$$

$$MD_n = \alpha * MAD_n + (1 - \alpha) * MAD_{n-1} \quad (2)$$

trong đó MAD_n được tính là mức độ sai khác tuyệt đối trung bình giữa hai khung hình liên tiếp nhau. W là chiều rộng và H là chiều cao của khung video; $B_n(i, j)$ là giá trị điểm ảnh ảnh; MAD_n, MAD_{n-1} là giá trị sai khác trung bình của hai khung video gần nhất và giá trị sai khác trung bình của các khung video trước đó;

khối ước tính méo dựa trên MLP: khối này là một mạng MLP được huấn luyện dựa trên bộ dữ liệu thu thập thông qua quá trình mô phỏng truyền video; khối này có đầu vào là gồm mức độ hoạt động và chi tiết của video, điều kiện kênh truyền (tỉ lệ lỗi gói PER và băng thông đo đặc), mức độ lặp cho từng loại khung I, P, B, và thiết lập khối nén (kích thước video, cấu trúc GoP- group of pictures); đầu ra là mức độ méo tương ứng với bộ tham số;

khối tối ưu tốc độ bit của video và lặp gói: bộ này thực hiện một thuật toán tối ưu sử dụng khối ước tính méo nhằm xác định bộ thông số tốc độ bit của video và mức độ lặp cho từng loại khung I, P, B một cách tối ưu nhất đảm bảo chất lượng video và trải nghiệm người dùng khi truyền qua kênh truyền với những điều kiện PER và băng thông khác nhau;

khối vận chuyển gửi: khối này thực hiện việc đóng gói và thực hiện lặp khung vận chuyển theo điều khiển từ khối tối ưu;

khối vận chuyển nhận: khối này thực hiện việc bóc tách gói tin và dò lặp gói tin vận chuyển và chuyển phần dữ liệu video lên cho bộ giải nén;

khối đo PER và băng thông: khối này thực hiện việc đo PER và băng thông phía thu.

2. Hệ thống truyền video trực tiếp thích nghi dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp theo điểm 1, trong đó tại khối đo PER và băng thông, bao gồm hai bước:

bước 1: loại bỏ giá trị sai lệch lớn;

giá trị lỗi gói tức thời $PER_{instant}$ được đo đặc mỗi 1000 gói tin vận chuyển nhận được và băng thông tức thời $BW_{instant}$ được đo đặc bằng số byte nhận được trong chu kỳ một giây; giá trị $PER_{instant}$ và $BW_{instant}$ được đo một cách liên tục và được xử lý loại bỏ các giá trị đo sai bằng cách lưu lịch sử hai mươi lần đo gần nhất và tính toán giá trị trung bình (mean) và giá trị độ lệch chuẩn của hai mươi lần đo gần nhất này; nếu giá trị đo tức thời nằm trong khoảng $[mean - 2 * std, mean + 2 * std]$ trong đó $mean$ là giá trị trung bình của hai mươi lần đo gần nhất và std là độ lệch chuẩn, thì giá trị đo đó được coi là chuẩn xác;

bước 2: ước lượng tỉ lệ lỗi gói PER và băng thông sử dụng công thức tính trung bình có trọng số;

giá trị PER và băng thông được ước lượng sử dụng công thức sau:

$$PER_{measure} = PER_{instant} * \beta + PER_{previous} * (1 - \beta)$$

$$BW_{measure} = BW_{instant} * \beta + BW_{previous} * (1 - \beta)$$

trong đó $PER_{measure}$ $BW_{measure}$ là giá trị lỗi gói và băng thông cần tính, $PER_{previous}$ $BW_{previous}$ là các giá trị lỗi gói và băng thông tính toán trước đó; β là trọng số cho giá trị đo tức thời và giá trị trước đó.

3. Hệ thống truyền video trực tiếp thích nghi dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp theo điểm 1, trong đó tại khối ước tính chuyển động có phương pháp hoạt động như sau:

bước 1: tính toán mức độ sai khác trung bình giữa hai khung video liên tiếp;

đầu vào của khối ước tính chuyển động sẽ là các khung video chưa nén thu được từ camera; mức độ chuyển động và chi tiết của video có thể ước lượng sử dụng những công thức sau:

$$MAD_n = \frac{\sum_{i \in W} \sum_{j \in H} |B_n(i, j) - B_{n-1}(i, j)|}{W * H}$$

trong đó MAD_n được tính là mức độ sai khác tuyệt đối trung bình giữa hai khung hình liên tiếp nhau, W là chiều rộng và H là chiều cao của khung video, $B_n(i, j)$ là giá trị điểm ảnh ảnh;

bước 2: ước lượng sử dụng công thức trung bình có trọng số;

mức độ chuyển động và chi tiết MD_n của khung video được tính sử dụng công thức:

$$MD_n = \alpha * MAD_n + (1 - \alpha) * MAD_{n-1}$$

trong đó MAD_n, MAD_{n-1} là giá trị sai khác trung bình của hai khung video gần nhất và giá trị sai khác trung bình của các khung video trước đó.

4. Hệ thống truyền video trực tiếp thích nghi dựa trên việc ước tính méo sử dụng mạng nhận thức nhiều lớp theo điểm 1, trong đó tại khối tối ưu tốc độ bit của video và lập gói, được thực hiện như sau:

bước 1: thiết lập một tập các mức độ lập cho các khung I, P, B; ta có thể sử dụng bảng sau để thiết lập tỉ lệ lập:

tỉ lệ mất gói PER	tập giá trị lập ban đầu
PER < 15%	I = [1, 2, 3, 4]; P = [1, 2, 3]; B = [1]
15% < PER < 30%	I = [2, 3, 4]; P = [1, 2, 3, 4]; B = [1]
30 % < PER < 50%	I = [3, 4, 5]; P = [3, 4, 5]; B = [1, 2]
PER > 50%	I = [4, 5, 6, 7]; P = [3, 4, 5, 6]; B = [3, 4, 5]

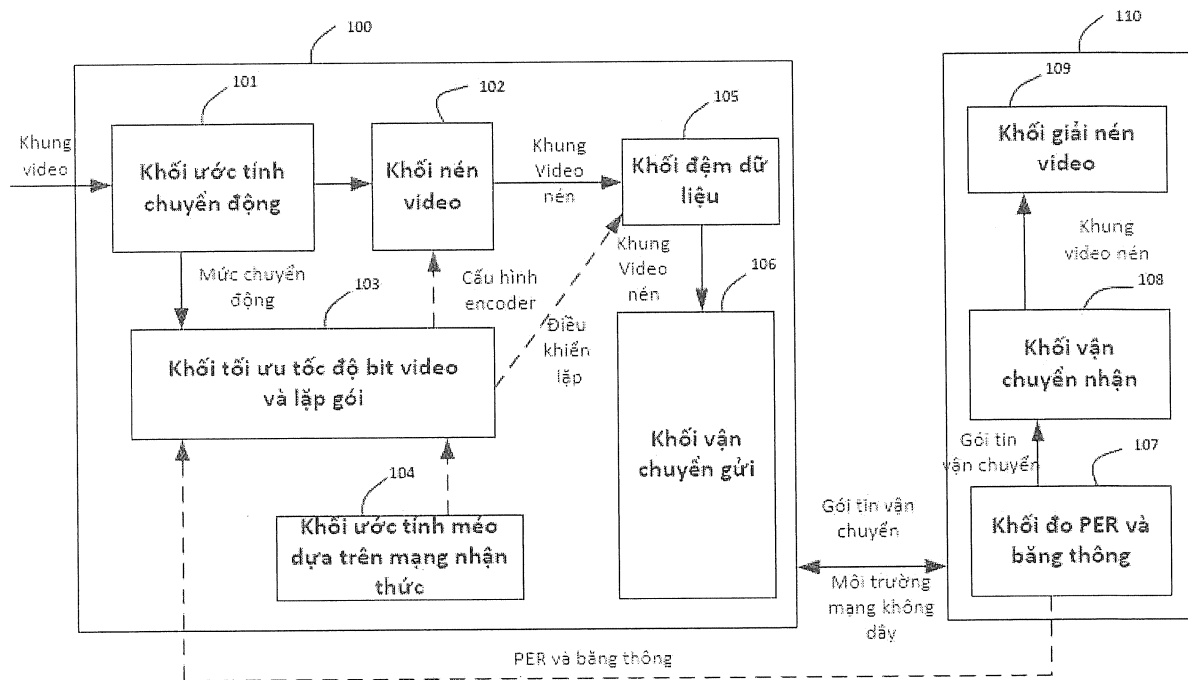
bước 2: lựa chọn một bộ cấu hình lập cho I, P, B và tính toán tốc độ bit của video theo công thức sau:

$$VBR = \frac{BW_{channel} (1 - \frac{L_{header}}{L_{packet}})}{MAX_{redundancy}}$$

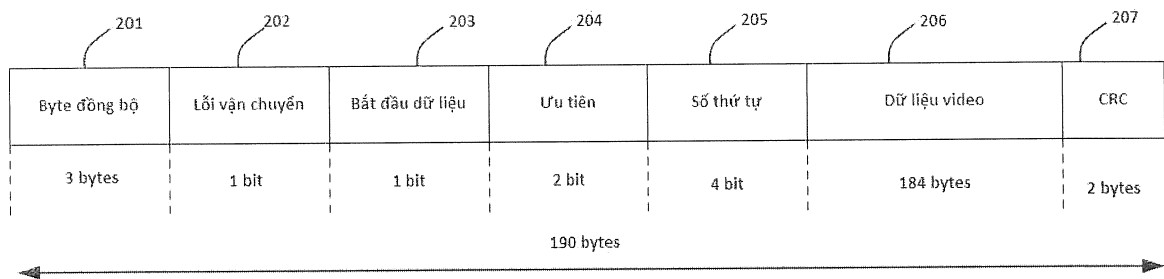
trong đó VBR là tốc độ bit của video ước tính cho khối nén để đảm bảo truyền video không bị giật. BW_{chann} là băng thông đo được phía bên thu, L_{hea} , L_{packet} chiều dài phần mào đầu và chiều dài cả gói tin, $MAX_{redundancy}$ là mức độ lập lớn nhất thiết lập cho các khung video;

bước 3: đưa giá trị mức độ lập và tốc độ bit của video vừa tính toán, và giá trị mức độ chuyển động và chi tiết của video, giá trị lỗi gói PER và băng thông đo đạc được qua khối ước tính méo dựa trên mạng MLP để ước tính mức độ méo;

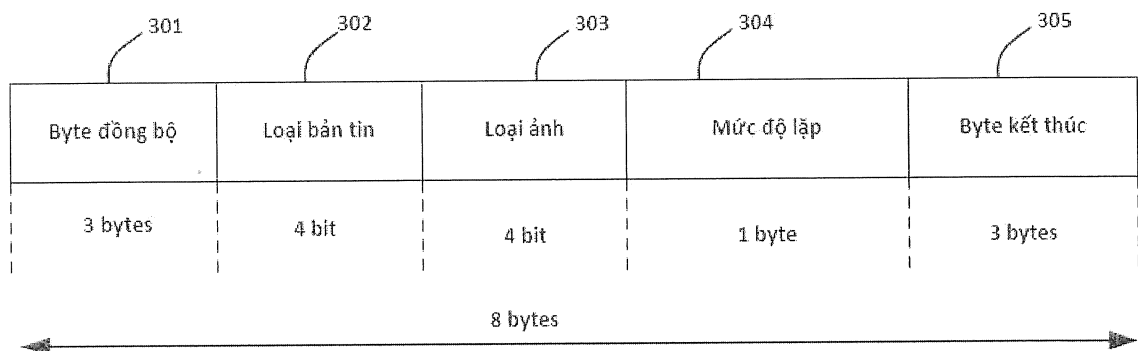
bước 4: lặp lại bước 2 và 3 ở trên để tính độ méo của tất cả các bộ cấu hình lập thiết lập ban đầu; sau đó lựa chọn bộ cấu hình và giá trị tốc độ bit của video có độ méo nhỏ nhất.



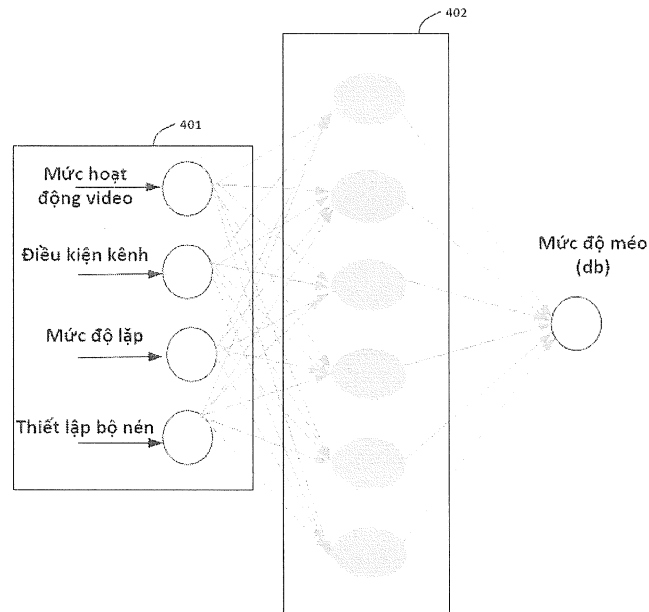
Hình 1



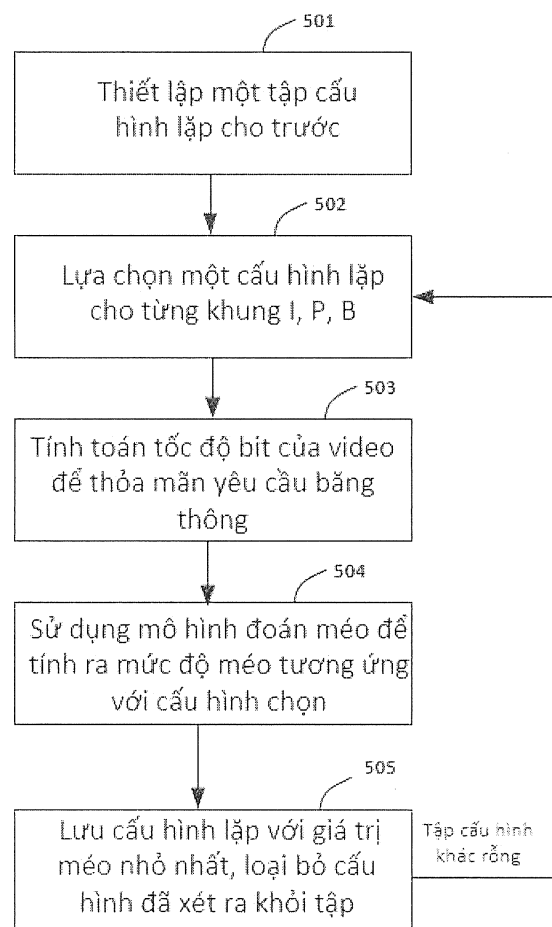
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5