



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)^{2022.01} H04N 21/647; H04N 21/6379; H04N 21/6437 (13) B



1-0053889

(21) 1-2022-07389 (22) 18/05/2021
(86) PCT/US2021/032962 18/05/2021 (87) WO 2021/236639 A1 25/11/2021
(30) 63/026,498 18/05/2020 US; 17/322,468 17/05/2021 US
(45) 25/11/2025 452 (43) 27/03/2023 420A
(73) Qualcomm Incorporated (US)
Attn: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California
92121-1714, United States of America
(72) STOCKHAMMER, Thomas (DE); LEUNG, Nikolai Konrad (US); BOUAZIZI,
Imed (US); WANG, Min (US).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ DỮ LIỆU PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG
TIỆN LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐỌC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2022-07389

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện làm ví dụ bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch và được tạo cấu hình để: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video của dữ liệu video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video. Ngoài ra, sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện và phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính.

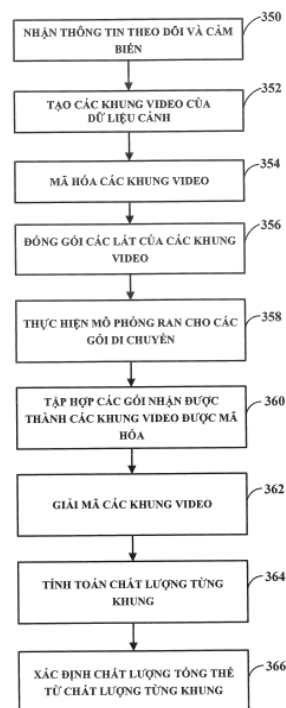


FIG. 12

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc lưu trữ và truyền tải dữ liệu phương tiện được mã hóa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khả năng video kỹ thuật số có thể được tích hợp vào nhiều loại thiết bị, bao gồm TV kỹ thuật số, hệ thống phát quảng bá trực tiếp kỹ thuật số, hệ thống phát quảng bá không dây, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (personal digital assistants - PDA), máy tính xách tay hoặc máy tính để bàn, máy ảnh kỹ thuật số, thiết bị ghi âm kỹ thuật số, thiết bị phát phương tiện kỹ thuật số, thiết bị chơi trò chơi video, bảng điều khiển trò chơi video, điện thoại di động hoặc điện thoại vô tuyến vệ tinh, thiết bị hội nghị truyền hình từ xa, và những thiết bị tương tự. Thiết bị video kỹ thuật số thực hiện các kỹ thuật nén video, chẳng hạn như các kỹ thuật được mô tả trong các tiêu chuẩn được xác định bởi MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263 hoặc ITU-T H.264/MPEG-4, Phần 10, Mã hóa video nâng cao (Advanced Video Coding - AVC), ITU-T H.265 (còn được gọi là Mã hóa video hiệu quả cao (High Efficiency Video Coding - HEVC)) và các phần mở rộng của các tiêu chuẩn này, để truyền và nhận thông tin video kỹ thuật số hiệu quả hơn.

Sau khi dữ liệu video và dữ liệu phương tiện khác đã được mã hóa, dữ liệu phương tiện có thể được đóng gói để truyền hoặc lưu trữ. Dữ liệu phương tiện có thể được tập hợp thành một tệp video tuân theo bất kỳ tiêu chuẩn nào trong số nhiều tiêu chuẩn khác nhau, chẳng hạn như định dạng tệp phương tiện cơ sở của Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế (International Organization for Standardization - ISO) và các phần mở rộng của chúng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sáng chế mô tả các kỹ thuật liên quan đến đánh giá cấu hình của các thành phần khác nhau tham gia vào việc thực hiện kết xuất phân tách cho các phương tiện tương tác, chẳng hạn như trò chơi video đám mây trực tuyến. Các kỹ thuật này có thể được thực hiện bởi thiết bị tính toán hoặc hệ thống các thiết bị tính

toán. Các kỹ thuật này bao gồm khung đánh giá để đánh giá hiệu quả của các thiết bị này và cấu hình của các thiết bị này. Ví dụ, các phần khác nhau của hệ thống có thể được đánh giá theo những cách khác nhau để xác định các cài đặt cấu hình khác nhau. Cụ thể, các kỹ thuật này bao gồm các đánh giá ở cấp độ video, cấp độ lát và cấp độ gói. Các đánh giá ở cấp độ gói tin có thể được sử dụng để xác định xem lát tương ứng có được nhận đúng cách không. Các đánh giá ở cấp độ lát có thể được sử dụng để xác định chất lượng của các lát và khung tương ứng bao gồm các lát. Các đánh giá ở cấp độ video có thể được sử dụng để xác định xem các tập hợp tham số cấu hình tổng thể cho tất cả các thành phần của hệ thống có đầy đủ không.

Trong một ví dụ, phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện bao gồm nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (extended reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (radio access network - RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy nhập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Trong một ví dụ khác, thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch và được tạo cấu hình để: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video của dữ liệu video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác

định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Trong một ví dụ khác, phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính đã lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho bộ xử lý: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Chi tiết của một hoặc nhiều ví dụ được trình bày trong các hình vẽ kèm theo và phần mô tả bên dưới. Các dấu hiệu, đối tượng và ưu điểm khác sẽ rõ ràng qua phần mô tả và hình vẽ, cũng như qua các điểm yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ về hệ thống máy tính có thể thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ khái niệm minh họa phân tích ví dụ để mô phỏng và đo hiệu suất của quá bộ kết xuất phân tách được thực hiện bởi hệ thống máy tính Fig.1 theo các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.3–5 là các biểu đồ ví dụ cho các mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) khác nhau như đã thảo luận liên quan tới Fig.2.

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về mô hình hệ thống theo dõi V (truy vết v) theo các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.7 là một sơ đồ khối minh họa một ví dụ về hệ thống thực hiện các mô phỏng RAN theo các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.8 là một sơ đồ khối minh họa một ví dụ về hệ thống để đo lường hiệu suất của cấu hình phân phối nội dung XR và mô hình hóa theo các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.9 là sơ đồ khối minh họa một đường dẫn ví dụ để tạo dữ liệu truy vết v theo thời gian thực theo các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.10 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và hiển thị mẫu theo các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.11 là một biểu đồ minh họa một ví dụ về so sánh giữa PSRN và PSNR trung bình tính bằng đêxiben (dB) cho các tham số bộ mã hóa khác nhau.

Fig.12 là một lưu đồ minh họa một ví dụ về phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện theo các kỹ thuật theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống máy tính 100 có thể thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế. Trong ví dụ này, hệ thống máy tính 100 bao gồm thiết bị máy chủ thực tế mở rộng (Extended Reality - XR) 110, mạng 130, thiết bị máy khách XR 140 và thiết bị hiển thị 152. Thiết bị máy chủ XR 110 bao gồm đơn vị tạo cảnh XR 112, đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114, đơn vị mã hóa phương tiện 2D 116, đơn vị phân phối nội dung đa phương tiện XR 118 và đơn vị phân phối hệ thống 5G (5G System - 5GS) 120. Mạng 130 có thể tương ứng với mạng bất kỳ của các thiết bị máy tính mà giao tiếp theo một hoặc nhiều giao thức mạng, chẳng hạn như Internet. Cụ thể, mạng 130 có thể bao gồm mạng truy cập vô tuyến (Radio Access Network - RAN) 5G bao gồm thiết bị truy cập mà thiết bị máy khách XR 140 kết nối vào đó để truy cập mạng 130 và thiết bị máy chủ XR 110. Trong các ví dụ khác, các loại mạng khác, chẳng hạn như các loại RAN khác, có thể được sử dụng. Thiết bị máy khách XR 140 bao gồm đơn vị phân phối 5GS 150, cảm biến theo dõi/XR 146, đơn vị kết xuất khung hình XR 142, bộ giải mã phương tiện 2D 144 và đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 148. Thiết bị máy khách XR 140 cũng giao diện với thiết bị hiển thị 152 để trình diễn dữ liệu phương tiện XR cho người dùng (không được thể hiện trên hình vẽ).

Trong một số ví dụ, đơn vị tạo cảnh XR 112 có thể tương ứng với một ứng dụng giải trí phương tiện tương tác, chẳng hạn như trò chơi video, có thể được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch của thiết bị máy chủ XR 110. đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114 có thể định dạng dữ liệu

cảnh được tạo bởi đơn vị tạo cảnh XR 112 dưới dạng dữ liệu phương tiện hai chiều (2D) được kết xuất trước (ví dụ, dữ liệu video) cho công nhìn của người dùng thiết bị máy khách XR 140. Đơn vị mã hóa phương tiện 2D 116 có thể mã hóa dữ liệu cảnh được định dạng từ đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114, ví dụ, sử dụng tiêu chuẩn mã hóa video, chẳng hạn như ITU-T H.264 / mã hóa video nâng cao (Advanced Video Coding - AVC), ITU-T H.265/Mã hóa video hiệu quả cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), Mã hóa video đa năng ITU-T H.266 (Versatile Video Coding - VVC) hoặc tương tự. Đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 118 là bộ gửi phân phối nội dung, trong ví dụ này. Trong ví dụ này, đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 148 là bộ thu phân phối nội dung và bộ giải mã phương tiện 2D 144 có thể thực hiện xử lý lỗi.

Nói chung, thiết bị máy khách XR 140 có thể xác định công nhìn của người dùng, ví dụ, hướng mà người dùng đang nhìn và vị trí vật lý của người dùng, có thể tương ứng với hướng của thiết bị máy khách XR 140 và vị trí địa lý của thiết bị máy khách XR 140. Cảm biến theo dõi/XR 146 có thể xác định dữ liệu định hướng và vị trí như vậy, ví dụ, sử dụng máy ảnh, gia tốc kế, từ kế, con quay hồi chuyển hoặc tương tự. Cảm biến theo dõi/XR 146 cung cấp dữ liệu vị trí và định hướng cho đơn vị kết xuất khung hình XR 142 và đơn vị phân phối 5GS 150. Thiết bị máy khách XR 140 cung cấp thông tin theo dõi và cảm biến 132 đến thiết bị máy chủ XR 110 qua mạng 130. Thiết bị máy chủ XR 110, do đó, nhận thông tin theo dõi và cảm biến 132 và cung cấp thông tin này cho đơn vị tạo cảnh XR 112 và đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114. Theo cách này, đơn vị tạo cảnh XR 112 có thể tạo dữ liệu cảnh cho khung và vị trí của người dùng, và sau đó kết xuất trước dữ liệu phương tiện 2D cho khung của người dùng bằng cách sử dụng đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114. Do đó, thiết bị máy chủ XR 110 có thể phân phối dữ liệu phương tiện 2D kết xuất trước, được mã hóa 134 tới thiết bị máy khách XR 140 qua mạng 130, ví dụ, sử dụng cấu hình vô tuyến 5G.

Đơn vị tạo cảnh XR 112 có thể nhận dữ liệu biểu diễn một loại ứng dụng đa phương tiện (ví dụ, một loại trò chơi video), trạng thái của ứng dụng, nhiều hành động của người dùng hoặc tương tự. đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung XR 114 có thể định dạng tín hiệu video đã được quét màn hình (rasterized). Đơn vị mã hóa

phương tiện 2D 116 có thể được tạo cấu hình với một bộ mã hóa/bộ giải mã (codec) cụ thể, tốc độ bit để mã hóa phương tiện, thuật toán điều khiển tốc độ và các tham số tương ứng, dữ liệu để hình thành các lát ảnh của dữ liệu video, tham số mã hóa độ trễ thấp, tham số khả năng phục hồi lỗi, tham số dự báo nội hình ảnh hoặc tương tự. Đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 118 có thể được tạo cấu hình với các tham số giao thức truyền tải theo thời gian thực (RTP), tham số kiểm soát tốc độ, thông tin về khả năng phục hồi lỗi, v.v.. Đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 148 có thể được tạo cấu hình với các tham số phản hồi, các thuật toán và tham số che giấu lỗi, các thuật toán và tham số sửa sau, v.v.

Kết xuất phân tách dựa trên phân tích đề cập đến trường hợp thiết bị máy chủ XR 110 chạy công cụ XR (ví dụ, đơn vị tạo cảnh XR 112) để tạo cảnh XR dựa trên thông tin đến từ thiết bị XR, ví dụ, thiết bị máy khách XR 140 và thông tin theo dõi và thông tin 132. Thiết bị máy chủ XR 110 có thể phân tích khung hình XR và thực hiện kết xuất trước XR bằng cách sử dụng đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR114

Trong ví dụ trên Fig.1, khung được kết xuất chủ yếu trong thiết bị máy chủ XR 110, nhưng thiết bị máy khách XR 140 có thể thực hiện chỉnh sửa tư thế mới nhất, ví dụ, sử dụng kỹ thuật làm chậm thời gian không đồng bộ hoặc chỉnh sửa tư thế XR khác để giải quyết các thay đổi về tư thế. Khối lượng công việc đồ họa XR có thể được chia thành khối lượng công việc kết xuất trên thiết bị máy chủ lớn (*powerful*) XR 110 (trong đám mây hoặc trong thiết bị công nghệ 2G chuyển tiếp-*edge*) và sửa tư thế (chẳng hạn như làm chậm thời gian không đồng bộ (*asynchronous timewarp* - ATW)) trên thiết bị máy khách XR 140. Độ trễ chuyển động sang photon thấp được duy trì thông qua làm chậm thời gian không đồng bộ (*Asynchronous Time Warping* - ATW) trên thiết bị hoặc các phương pháp chỉnh sửa tư thế khác được thực hiện bởi thiết bị máy khách XR 140.

Trong một số ví dụ, độ trễ từ việc kết xuất dữ liệu video bởi thiết bị máy chủ XR 110 và từ việc thiết bị máy khách XR 140 nhận dữ liệu video được kết xuất trước như vậy có thể nằm trong khoảng 50 mili giây (mili giây). Độ trễ để thiết bị máy khách XR 140 cung cấp thông tin địa điểm và vị trí (ví dụ, tư thế) có thể thấp hơn, ví

dụ, 20 mili giây, nhưng thiết bị máy chủ XR 110 có thể thực hiện sự làm chậm thời gian không đồng bộ để bù đắp cho tư thế mới nhất trong thiết bị máy khách XR 140.

Luồng cuộc gọi sau đây là một ví dụ làm nổi bật các bước thực hiện các kỹ thuật này:

- 1) Thiết bị máy khách XR 140 kết nối với mạng 130 và tham gia ứng dụng XR (ví dụ, được thực thi bởi đơn vị tạo cảnh XR 112).
 - a) Thiết bị máy khách XR 140 gửi thông tin và khả năng của thiết bị tính (bộ giải mã được hỗ trợ, khung).
- 2) Dựa trên thông tin này, thiết bị máy chủ XR 110 thiết lập bộ mã hóa và định dạng.
- 3) Vòng lặp:
 - a) Thiết bị máy khách XR 140 thu thập tư thế XR (hoặc tư thế XR dự báo) bằng cách sử dụng cảm biến theo dõi/XR 146.
 - b) Thiết bị máy khách XR 140 gửi thông tin tư thế XR, dưới dạng thông tin theo dõi và cảm biến 132, tới thiết bị máy chủ XR 110.
 - c) Thiết bị máy chủ XR 110 sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến 132 để kết xuất trước một khung hình XR thông qua đơn vị tạo cảnh XR 112 và đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114.
 - d) Đơn vị mã hóa phương tiện 2D 116 mã hóa khung hình XR.
 - e) Đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 118 và đơn vị phân phối 5GS 120 gửi phương tiện nén đến thiết bị máy khách XR 140, cùng với dữ liệu thể hiện tư thế XR mà khung được kết xuất cho tư thế này.
 - f) Thiết bị máy khách XR 140 giải nén dữ liệu video bằng bộ giải mã phương tiện 2D 144.
 - g) Thiết bị máy khách XR 140 sử dụng dữ liệu tư thế XR được cung cấp chứa khung video và tư thế XR thực tế từ cảm biến theo dõi/XR 146 để cải thiện dự báo và sửa tư thế cục bộ, ví dụ, sử dụng ATW được thực hiện bởi đơn vị kết xuất khung hình XR 142.

Theo TR 26.928, điều 4.2.2, các thành phần xử lý và trễ liên quan được tóm tắt như sau:

- Độ trễ tương tác người dùng được định nghĩa là khoảng thời gian giữa thời điểm mà hành động của người dùng được bắt đầu và thời gian mà hành động đó được công cụ tạo nội dung xử lý đến. Trong bối cảnh chơi trò chơi, đây là khoảng thời gian giữa thời điểm người dùng tương tác với trò chơi và thời điểm mà công cụ trò chơi xử lý sự đáp lại của người chơi đó.
- Độ tuổi của nội dung được định nghĩa là khoảng thời gian giữa thời điểm nội dung được tạo và thời điểm nội dung đó được trình diễn cho người dùng. Trong bối cảnh chơi trò chơi, đây là khoảng thời gian từ lúc tạo khung video bởi công cụ trò chơi đến thời điểm mà vào thời điểm đó khung được trình diễn lần cuối cùng cho người chơi.

Do đó, độ trễ tương tác trọn vòng là tổng của độ tuổi nội dung và độ trễ tương tác người dùng. Nếu một phần của quá bộ kết xuất được thực hiện trên máy chủ XR và dịch vụ tạo ra bộ đệm khung là kết quả kết xuất trạng thái nội dung, thì để kết xuất phân tách dựa trên phân tích trong các ứng dụng trò chơi đám mây, các quy trình sau đây ghép phần vào sự chậm trễ như vậy:

- Độ trễ tương tác người dùng (Tu thế và các tương tác khác)
 - nắm bắt tương tác người dùng trong máy khách trò chơi,
 - phân phối tương tác người dùng cho công cụ trò chơi, tức là cho máy chủ (còn gọi là độ trễ mạng),
 - xử lý tương tác người dùng bởi công cụ/máy chủ trò chơi,
- Tuổi của Nội dung
 - tạo một hoặc một số bộ đệm video (ví dụ, một bộ đệm cho mỗi mắt) bởi công cụ/máy chủ trò chơi,
 - mã hóa bộ đệm video vào khung luồng video,
 - phân phối khung video cho máy khách trò chơi (còn gọi là mạng trễ),
 - giải mã khung video bởi máy khách trò chơi,
 - trình diễn khung video cho người dùng (còn gọi là độ trễ tốc độ khung).

Vì thiết bị máy khách XR 140 áp dụng ATW, nên các yêu cầu về độ trễ chuyển động sang photon (tối đa là 20 mili giây) được đáp ứng bằng quá trình xử lý nội bộ của thiết bị máy khách XR 140. Điều xác định các yêu cầu mạng đối với kết

xuất phân tách là thời gian tạo ra kết xuất thành photon và độ trễ tương tác trọn vòng. Theo TR 26.928, điều 4.5, độ trễ đường xuống cho phép thường là 50 đến 60ms.

Các cảnh 3D được quét mảnh (rasterized) có sẵn trong bộ đệm khung (xem điều khoản 4.4 của TR 26.928) được cung cấp bởi đơn vị tạo cảnh XR 112 và cần được mã hóa, phân phối và giải mã. Theo TR 26.928, điều 4.2.1, các định dạng liên quan cho bộ đệm khung là 2k x 2k mỗi mắt, thậm chí có khả năng cao hơn. Tốc độ khung được dự kiến ít nhất là 60 khung trên giây, có thể cao hơn lên đến 90 khung trên giây. Các định dạng của bộ đệm khung là các tín hiệu video có kết cấu thông thường mà sau đó được kết xuất trực tiếp. Vì quá trình xử lý là tập trung vào đồ họa, nên các định dạng vượt ngoài tín hiệu 4: 2: 0 thường được sử dụng và tín hiệu YUV có thể được xem xét.

Trong các cân nhắc thực tế, các chức năng mã hóa NVIDIA có thể được sử dụng. Các tham số của bộ mã hóa như vậy được lập tài liệu tại developer.nvidia.com/nvidia-video-codec-sdk.

Các kỹ thuật của sáng chế này có thể được sử dụng để giải quyết những thách thức nhất định và đạt được một số nhiệm vụ nhất định. Ví dụ, các kỹ thuật này có thể được sử dụng để đánh giá các tùy chọn thiết kế hệ thống cơ bản và hiệu suất của chúng, tạo các mô hình lưu lượng để đánh giá các tùy chọn mạng truy cập vô tuyến (radio access network - RAN), cung cấp các hướng dẫn về cài đặt tham số đúng cách khi mã hóa, phân phối nội dung và cấu hình RAN, nhận dạng các dung lượng cho các loại ứng dụng như vậy và xác định các tối ưu hóa tiềm năng. Các kỹ thuật này có thể mô phỏng các yếu tố khác nhau này với một sự cài đặt hợp lý.

Trong ví dụ đầu tiên, sử dụng kỹ thuật kết xuất phân tách, một mô phỏng đầy đủ cho hệ thống 100 có thể được thực hiện. Trong ví dụ này, các cài đặt và mô phỏng vô tuyến mới (New Radio- NR) 5G có thể được thực hiện để truyền thông qua mạng 130, chẳng hạn như thông tin theo dõi và cảm biến 132 và dữ liệu phương tiện 2D được kết xuất trước 134. Cảm biến theo dõi/XR 146 có thể theo dõi và cảm biến các chuyển động người dùng ví dụ. Sau đó, chất lượng của dữ liệu video được trình diễn tại thiết bị hiển thị 152 có thể được đo trong các mô phỏng khác nhau này.

Để thực hiện ví dụ đầu tiên này, có thể thực hiện các mô phỏng bằng nhiều kiểu mô hình thực hiện các tác vụ riêng biệt. Mô hình video nguồn có thể bao gồm

các hành động được thực hiện bởi đơn vị tạo cảnh XR 112, đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114, đơn vị kết xuất khung hình XR 142, đơn vị phân phối 5GS 120 và thiết bị hiển thị 152. Mô hình phân phối nội dung có thể bao gồm các hành động được thực hiện bởi đơn vị mã hóa phương tiện 2D 116, đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 118, đơn vị phân phối 5GS 120, đơn vị phân phối 5GS 150 và bộ giải mã phương tiện 2D 144. Mô hình đường lên có thể bao gồm các hành động được thực hiện bởi cảm biến theo dõi/XR 146 và đơn vị phân phối 5GS 150. Thông tin theo dõi và cảm biến 132 có thể được tạo ra như một phần của đường lên mô hình lưu lượng và các mô phỏng RAN có thể được thực hiện để tạo dữ liệu phương tiện 2D được kết xuất trước 134 làm ví dụ.

Các thành phần khác nhau của thiết bị máy chủ XR 110, thiết bị máy khách XR 140 và thiết bị hiển thị 152 có thể được triển khai bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (digital signal processors - DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng logic khả lập trình dạng trường (field programmable logic array -FPGA), hoặc mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Các chức năng được quy cho các thành phần khác nhau có thể được thực hiện trong phần cứng, phần mềm hoặc phần sụn. Khi được triển khai trong phần mềm hoặc phần sụn, cần hiểu rằng các lệnh cho phần mềm hoặc phần sụn có thể được lưu trữ trên phương tiện có thể đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi phần cứng cần thiết.

Dựa trên thiết kế hệ thống trong S4-200771, một số thách thức đối với mô phỏng tiềm năng và đối với việc tạo ra các mô hình lưu lượng tồn tại khi một số khía cạnh có thể được giải quyết, ví dụ, bằng cách sử dụng các kỹ thuật nhất định theo sáng chế. Những thách thức như vậy bao gồm:

- Đánh giá các tùy chọn thiết kế hệ thống cơ bản và hiệu suất của chúng.
- Tạo mô hình lưu lượng để đánh giá các tùy chọn RAN.
- Không vi phạm bất kỳ điều kiện cấp phép nội dung nào.
- Cung cấp các hướng dẫn về cài đặt tham số đúng cách khi mã hóa, phân phối nội dung và cả cấu hình RAN.
- Nhận dạng năng lực cho các loại ứng dụng đó.

- Xác định các tối ưu hóa tiềm năng.
- Mô phỏng điều này trong một thiết lập hợp lý theo kiểu có thể lặp lại.

Mô phỏng và lập mô hình trên mỗi hệ thống 100 có thể được chia thành các thành phần riêng lẻ:

- Nguồn video mô hình
- Mã hóa và phân phối nội dung
- Phân phối quyền truy cập vô tuyến
- Bộ thu và bộ giải mã phân phối nội dung
- Quy trình hiển thị
- Lưu lượng đường lên

Fig.2 là một sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về sự phân chia các thành phần của thiết bị máy chủ XR 110 để mô phỏng và đo hiệu suất của quá bộ kết xuất phân tách được thực hiện bởi hệ thống máy tính 100 trên Fig.1 theo kỹ thuật của sáng chế. Phân chia ví dụ trên Fig.2 tương ứng với ví dụ đầu tiên được thảo luận ở trên. Trong ví dụ này, hệ thống 160 bao gồm công cụ trò chơi 162, thiết bị mã hóa mô hình 164, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 166, đơn vị mô phỏng 5GS 168 và mô hình giải mã và phân phối nội dung 170. Do đó, công cụ trò chơi 162 có thể tương ứng với đơn vị tạo cảnh XR 112 và đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114 trên Fig.1, thiết bị mã hóa mô hình 164 có thể tương ứng với đơn vị mã hóa phương tiện 2D 116 trên Fig.1, mô hình mã hóa và phân phối nội dung 166 có thể tương ứng với đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 118 và đơn vị phân phối 5GS 120 trên Fig.1, đơn vị mô phỏng 5GS 168 có thể tương ứng với mạng 130 trên Fig.1 và mô hình giải mã và phân phối nội dung 170 có thể tương ứng với đơn vị phân phối 5GS 150, đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 148, bộ giải mã phương tiện 2D 144 và đơn vị kết xuất khung hình XR 142 trên Fig.1.

Công cụ trò chơi 162 nhận dữ liệu 178, bao gồm dữ liệu về mô hình tư thế và dấu vết, dữ liệu cấu hình trò chơi/công cụ, để mô phỏng một trò chơi thực tế mở rộng (Extended Reality - XR) bằng cách sử dụng dữ liệu mô hình tư thế và dấu vết đã nhận. Công cụ trò chơi 162 tạo các khung video 180 từ dữ liệu đã nhận này và cung cấp khung video 180 cho thiết bị mã hóa mô hình 164. Thiết bị mã hóa mô hình 164 mã hóa khung video 180 để tạo khung video được mã hóa và dữ liệu truy vết hình chữ v

và cung cấp các khung video và dữ liệu truy vết v được mã hóa 182 cho mô hình phân phối và mã hóa nội dung 166.

Mô hình phân phối và mã hóa nội dung sử dụng các khung video và dữ liệu truy vết v được mã hóa 182 để tạo dữ liệu truy vết lát (dấu vết chữ S) 184 và các gói thể hiện các lát được mã hóa, đóng gói của khung video được mã hóa bằng cách sử dụng các tham số cấu hình ví dụ 188. Mô hình mã hóa và phân phối nội dung 166 cung cấp dữ liệu truy vết s 184 và các gói đến đơn vị mô phỏng 5GS 168. Đơn vị mô phỏng 5GS 168 thực hiện mô phỏng RAN bằng cách sử dụng dữ liệu truy vết s nhận được 184 và các gói và các tham số cấu hình 190 để tạo ra dữ liệu truy vết s' 186. dữ liệu truy vết s 184 thể hiện các lát dữ liệu video trước khi truyền vô tuyến, trong khi dữ liệu truy vết s' 186 thể hiện các lát dữ liệu video sau khi truyền vô tuyến (mà có thể, ví dụ, bị hỏng do truyền vô tuyến). Đơn vị mô phỏng 5GS 168 cung cấp dữ liệu truy vết s' 186 và các gói được phân phối chứa các lát dữ liệu video được mã hóa cho mô hình giải mã và phân phối nội dung 170. mô hình giải mã và phân phối nội dung 170 thực hiện một quy trình giải mã ví dụ trên dữ liệu của các gói tin.

Nhờ sử dụng dữ liệu được mã hóa và giải mã từ mô hình phân phối và mã hóa nội dung 166 và mô hình giải mã và phân phối nội dung 170, các giá trị thể hiện chất lượng trên mỗi khung 172 có thể được tạo ra, để kiểm tra hiệu suất của mô phỏng RAN được thực hiện bởi đơn vị mô phỏng 5GS 168 và các tham số cấu hình 190. Nhờ sử dụng việc kết hợp/gộp các giá trị chất lượng riêng lẻ trên mỗi khung 172, giá trị chất lượng tổng thể 174 có thể được tạo ra.

Các mục tiêu có thể được đặt cho các giá trị chất lượng trên mỗi khung 172 và chất lượng tổng thể 174 để điều chỉnh các tham số cấu hình khác nhau. Trong một ví dụ, mục tiêu có thể là không có sự thay đổi chất lượng video khi được đo bằng chất lượng trên mỗi khung 172 và chất lượng tổng thể 174. Một hoặc một số ít số đo ứng dụng có thể được suy ra từ các mô phỏng RAN được thực hiện bởi đơn vị mô phỏng 5GS 168. Đối với mỗi kịch bản, một vài truy vết v (ví dụ, một đến ba) có thể được thực hiện nhưng trong khoảng thời gian vài giờ. Các tham số lượng tử hóa có thể không bị thay đổi trong các tham số cấu hình 188. Một số giá trị khác nhau cho các tham số cấu hình 188 có thể bị điều chỉnh, điều này có thể gây ra thay đổi tốc độ bit như các hiệu ứng phụ và thay đổi đặc tính lưu lượng. Tuy nhiên, không cần thực

hiện thay đổi chất lượng. Có thể có một số lượng tương đối ít cấu hình được thử nghiệm, ví dụ, từ ba đến mười.

Công cụ trò chơi 162, thiết bị mã hóa mô hình 164, mô hình mã hóa và phân phối nội dung 166, đơn vị mô phỏng SGS 168 và mô hình giải mã và phân phối nội dung 170 có thể được triển khai bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mảng logic khả lập trình dạng trường (FPGA), hoặc mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Các chức năng được quy cho các thành phần khác nhau có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm hoặc phần sụn. Khi được triển khai trong phần mềm hoặc phần sụn, cần hiểu rằng các lệnh cho phần mềm hoặc phần sụn có thể được lưu trữ trên Phương tiện có thể đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi phần cứng cần thiết.

Dựa trên các khái niệm đã thảo luận trên đây, một số tham số có liên quan đến toàn bộ thiết kế hệ thống:

- Trò chơi:
 - Kiểu trò chơi
 - Trạng thái của trò chơi,
 - hành động đa người dùng, v.v.
- Tương tác người dùng:
 - Tư thế 6DOF dựa trên chuyển động của đầu và thân,
 - Các tương tác trò chơi bởi các bộ điều khiển
- Các định dạng của tín hiệu video đã quét màn hình. Các tham số thông thường là:
 - 1,5K x 1,5K trên mỗi mắt tại 60, 90, 120fps
 - 2K x 2K at 60, 90, 120fps
 - YUV 4:2:0 or 4:4:4
- Cấu hình bộ mã hóa
 - Codec: H.264/AVC hoặc H.265/HEVC
 - Tốc độ bit: Cài đặt tốc độ bit thành một giá trị cụ thể (ví dụ, 50 Mbit/giây)

- Điều khiển tốc độ: CBR, VBR được giới hạn, dựa trên phản hồi, CRF, QP
- Các cài đặt lát: 1 trên mỗi khung, 1 trên mỗi hàng MB, X trên mỗi khung
- Cài đặt Intra và khả năng phục hồi lỗi: IDR thông thường, kiểu GDR, Intra thích ứng, Intra dựa trên phản hồi, dự báo dựa trên phản hồi và dự báo dựa trên ACK, dựa trên phản hồi và dựa trên NACK
- Cài đặt độ trễ: Chỉ các hình ảnh P, đơn vị nhìn về phía trước
- Các cài đặt độ phức tạp cho bộ mã hóa
- Phân phối nội dung
 - Ánh xạ từ lát tới IP: Phân mảnh
 - Mã thời gian dựa trên RTP và đánh số gói
 - ACK/NACK phản hồi dựa trên RTP/RTCP
 - Phản hồi dựa trên RTP/RTCP về tốc độ bit
- Cấu hình hệ thống/RAN 5G:
 - Các cài đặt QoS (5QI): GBR, Độ trễ, tỷ lệ mất
 - Truyền HARQ, lập lịch, v.v.
- Cấu hình bộ thu phân phối nội dung:
 - Phát hiện mất: các số chuỗi
 - Xử lý độ trễ/độ trễ
 - Khả năng phục hồi lỗi
 - ATW
- Các khía cạnh chất lượng
 - Chất lượng video (được mã hóa)
 - Dữ liệu bị mất
 - Mức độ hòa nhập

Chất lượng video có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố khác nhau. Một yếu tố là các nhiễu loạn lặp mã dựa trên việc mã hóa. Các nhiễu loạn như vậy có thể được xác định, ví dụ, bởi tỷ số tín hiệu đỉnh trên tạp âm (peak signal to noise ratio - PSNR). Một yếu tố khác là các nhiễu loạn do các gói bị mất và lan truyền lỗi tạo thành.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, chất lượng có thể được lập mô hình cho mỗi mô phỏng như là sự kết hợp của:

- PSNR trung bình được gửi từ mã hóa và
- Tỷ lệ phần trăm diện tích video bị hỏng
 - nơi mà khối macro bị hỏng được xác định là
 - Nếu nó là một phần của lát mà bị mất trong quá trình truyền này
 - Nếu nó được nhận chính xác, nhưng nó dự báo từ một khối macro sai
 - khối macro (hoặc đơn vị cây mã hóa) là chính xác
 - Nếu nó được nhận chính xác và nó dự báo cho khối macro sai
 - Dự báo từ khối macro không bị hỏng có nghĩa là
 - Dự báo không gian là chính xác
 - Dự báo thời gian là chính xác
 - Khôi phục các MB được thực hiện bằng Intra Refresh hoặc bằng cách dự báo lại từ các MB chính xác.

Nói chung, các tham chiếu đến khối macro trên đây và trong khắp sáng chế chỉ các khối macro của ITU-T H.264/AVC. Tuy nhiên, cần hiểu rằng khái niệm khối macro có thể được thay thế bằng đơn vị mã hóa (CU) hoặc đơn vị cây mã hóa (CTU) của ITU-T H.265/HEVC hoặc ITU-T H.266/VVC, mà không mất đi tính tổng quát.

Trong ví dụ trên Fig.2, mô hình nguồn có thể được cung cấp dựa trên đầu vào mô tả trò chơi đã thử nghiệm, mô hình tư thế và mô hình thống kê của tín hiệu video mà có thể được sử dụng để áp dụng các thủ tục mã hóa và phân phối nội dung. Dựa trên những dấu vết này, 3GPP SA4 có thể xác định mô hình phân phối và mã hóa nội dung có tính đến thiết kế hệ thống dựa trên TR26.928 và như được lập tài liệu trong S4-200771. Mô hình hệ thống có thể bao gồm mã hóa, phân phối, giải mã và cả xác định chất lượng. Hệ thống cũng có thể cung cấp một giao diện cho các mô phỏng RAN. Sau đó, các nhóm RAN có thể sử dụng mô hình này để mô phỏng các đặc điểm lưu lượng khác nhau và đánh giá các tùy chọn hiệu suất khác nhau.

Hệ thống 160 và các hệ thống khác được mô tả ở đây có thể sử dụng các phần tử sau:

1) Các truy vết v: Dấu vết video mà cung cấp thông tin đầy đủ từ việc mã hóa mô hình để hiểu độ phức tạp và tốc độ dữ liệu cho mô hình mã hóa, cũng tính đến các tùy chọn phân phối như điều khiển tốc độ bit, làm mới nội hình ảnh, khả năng phục hồi lỗi dựa trên phản hồi, v.v. Thông tin chi tiết là TBD, nhưng các tác giả sáng chế hiện đang điều tra các tham số được cung cấp bởi việc mã hóa mô hình từ chuỗi mã hóa x265.

2) Dấu vết chữ S: một chuỗi các lát dưới dạng đầu ra của bộ mã hóa mô hình.

Mỗi lát đã chỉ định:

- a. Khung được kết hợp (Dấu thời gian)
- b. Kích cỡ lát
- c. Chất lượng lát (có thể thêm một ít thông tin từ truy vết v, ví dụ độ phức tạp)
- d. Số khối macro (các khu vực được bao phủ)
- e. Định thời lát, ví dụ, thời hạn hoặc ít nhất một dấu thời gian xuất xứ.

3) Dấu vết chữ S':

- a. Tất cả thông tin từ dấu vết chữ S
- b. Chỉ báo mất lát
- c. Thông tin về độ trễ lát

Fig.3 là một đồ thị ví dụ cho các mô phỏng RAN khác nhau như đã thảo luận liên quan tới Fig.2. Trong ví dụ này, đồ thị thể hiện phần trăm video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ. Đồ thị trên Fig.3 là một đồ thị ví dụ mà có thể là kết quả của ví dụ trên, trong đó các tham số lượng tử hóa không bị thay đổi, để ngăn chặn sự thay đổi chất lượng video. Để cho phép từng số lượng người dùng được hỗ trợ, các tham số cấu hình 190 khác nhau có thể được sửa đổi. Khi số lượng người dùng được hỗ trợ tăng lên, thì lượng dữ liệu video bị hỏng dự kiến cũng sẽ tăng lên. Tuy nhiên, có thể nhận dạng một tập hợp dữ liệu cấu hình mà cho phép một số lượng tương đối lớn người dùng được hỗ trợ và một tỷ lệ tương đối nhỏ video bị hỏng, chẳng hạn như “cấu hình 3” như được thể hiện trên Fig.3.

Tham chiếu trở lại Fig.2, trong một ví dụ khác, chất lượng video có thể được phép thay đổi, như được đo bằng chất lượng trên mỗi khung 172 và chất lượng tổng thể 174. Trong ví dụ này, một hoặc một số lượng ít các số đo ứng dụng có thể được

suy ra từ các mô phỏng RAN được thực hiện bởi đơn vị mô phỏng 5GS 168. Đối với mỗi tình huống, một vài truy vết v (ví dụ, một đến ba) có thể được thực hiện nhưng trong khoảng thời gian vài giờ. Có thể điều chỉnh một số giá trị khác nhau cho các tham số cấu hình 188, bao gồm cả các tham số lượng tử hóa, điều này có thể gây ra các thay đổi tốc độ bit như các tác dụng phụ và thay đổi đặc tính lưu lượng. Tuy nhiên, không làm thay đổi chất lượng. Có thể có một số lượng tương đối ít cấu hình được thử nghiệm, ví dụ, từ ba đến mười.

Fig.4 và Fig.5 là các đồ thị ví dụ cho các mô phỏng RAN khác nhau như đã thảo luận liên quan tới Fig.2. Các đồ thị ví dụ này tương ứng với ví dụ nêu trên, trong đó các tham số lượng tử hóa được phép thay đổi. Trong các ví dụ này, các đồ thị thể hiện dữ liệu lượng tử/chất lượng video được phân phối theo tỷ lệ phần trăm video bị hỏng cho một số lượng người dùng cố định trong các kịch bản khác nhau. Như được thể hiện trên Fig.5, có thể chọn một số người dùng và tham số cấu hình có thể được chọn mà đạt được chất lượng video cao, tốc độ bit thấp và tỷ lệ dữ liệu bị mất thấp, ví dụ, video bị hỏng 0,1%.

Để thực hiện các kịch bản thử nghiệm khác nhau nêu trên đây, dữ liệu nguồn đại diện có thể được tạo để thực hiện truy vết v. Dấu vết chữ s cũng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng mã hóa, phân phối và chất lượng nội dung, bao gồm, ví dụ, trên các thiết kế hệ thống khác nhau, tham số phân phối, ánh xạ tới các định nghĩa vô tuyến, mô hình và chất lượng. Mô phỏng phân phối RAN có thể dựa trên các dấu vết chữ S được đề cập ở trên.

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa một mô hình hệ thống truy vết v 200 làm ví dụ theo các kỹ thuật của sáng chế. Mô hình hệ thống truy vết v 200 là mô hình để đánh giá độ phức tạp mã hóa video nguồn. Trong ví dụ này, mô hình hệ thống truy vết v 200 bao gồm công cụ trò chơi 202, đơn vị mã hóa mô hình dự báo 204, đơn vị mã hóa mô hình nội bộ 206 và đơn vị kết hợp dấu vết 208. Mô hình hệ thống truy vết v 200 có thể thông thường tương ứng với một phần của hệ thống 160 trên Fig.2. Ví dụ, công cụ trò chơi 202 có thể thông thường tương ứng với công cụ trò chơi 162 trên Fig.2, và đơn vị mã hóa mô hình dự báo 204, đơn vị mã hóa mô hình nội bộ 206 và đơn vị kết hợp dấu vết 208 có thể tương ứng với thiết bị mã hóa mô hình 164. Công

cụ trò chơi 202 nhận dữ liệu đầu vào 178 bao gồm dữ liệu truy vết tư thế và mô hình, dữ liệu trò chơi và dữ liệu cấu hình trò chơi.

Công cụ trò chơi 202 tạo ra các khung video 210 và cung cấp khung video 210 cho mỗi đơn vị trong số đơn vị mã hóa mô hình dự báo 204 và đơn vị mã hóa mô hình nội bộ 206. Ví dụ, khung video 210 có thể là dữ liệu đã tách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR) ở tốc độ 60 khung trên giây, với một khung trên mỗi mắt để đạt được hiệu ứng XR. Trong ví dụ này, mô hình hệ thống truy vết v 200 bao gồm hai đường: một dành cho dự báo nội hình ảnh và một dành cho dự báo liên hình ảnh. Trong kỹ thuật mã hóa video, dự báo nội hình ảnh được thực hiện bằng cách dự báo các khối dữ liệu video với các khối lân cận, được giải mã trước đó của cùng một khung và dự báo liên hình ảnh được thực hiện bằng cách dự báo các khối dữ liệu video bằng cách sử dụng các khối tham chiếu của các khung đã được giải mã trước đó.

Đơn vị mã hóa mô hình dự báo 204 có thể tạo dữ liệu truy vết VP 212, trong khi đơn vị mã hóa mô hình nội bộ 206 có thể tạo ra dữ liệu truy vết VI 214. Đơn vị kết hợp dấu vết 208 nhận dữ liệu truy vết VP 212 và dữ liệu truy vết VI 214 và tạo ra dữ liệu truy vết 216. dữ liệu truy vết v 216 có thể được định dạng theo định dạng tệp mật khẩu của FFMPEG sau một lượt lập mã. Các định dạng như vậy được mô tả trong, ví dụ, ffmpeg.org/wiki/Encode/H.264 và slhck.info/video/2017/03/01/rate-control.html. Đơn vị kết hợp dấu vết 208 cũng có thể sử dụng các tham số cấu hình “-pass [: stream_specifier] n (đầu ra, mỗi luồng)” và “-passlogfile.” Giả mã cho một thuật toán ví dụ để tạo dữ liệu truy vết v 216 ở định dạng này được thể hiện dưới đây:

```
void ff_write_pass1_stats (MpegEncContext *s) {
    snprintf(s->avctx->stats_out, 256,
        "in:%d out:%d type:%d q:%d itex:%d ptex:%d mv:%d misc:%d"
        "fcode:%d bcode:%d mc-var:%"PRIu64" var:%"PRIu64" icount:%d
        skipcount:%d hbits:%d;\n",
        s->current_picture_ptr->f->display_picture_number,
        s->current_picture_ptr->f->coded_picture_number,
        s->pict_type,
        s->current_picture.f->quality,
```



```

s->i_tex_bits,
s->p_tex_bits,
s->mv_bits,
s->misc_bits,
s->f_code,
s->b_code,
s->current_picture.mc_mb_var_sum,
s->current_picture.mb_var_sum,
s->i_count, s->skip_count,
s->header_bits);
}

```

Như một phương án thay thế cho ITU-T H.264/AVC, dữ liệu video có thể được lập mã bằng ITU-T H.265/HEVC hoặc các chuẩn mã hóa video khác. Đối với ví dụ về H.265, các tệp log ví dụ được mô tả tại x265.readthedocs.io/en/default/cli.html#input-output-file-options. Các tệp log (log files) như vậy có thể bao gồm các tham số như sau:

- Thứ tự mã hóa: Thứ tự khung mà theo thứ tự đó bộ mã hóa mã hóa.
- Loại: Loại lát của khung.
- POC: Đếm thứ tự hình ảnh - Thứ tự hiển thị của các khung.
- QP: Tham số lượng tử hóa được quyết định cho khung.
- Các Bit: Số lượng bit được sử dụng bởi khung.
- Cảnh cắt: 1 nếu khung là một cảnh cắt, 0 nếu khung không phải là một cảnh cắt.
- Hệ số tỷ lệ: Áp dụng chỉ khi CRF được kích hoạt. Hệ số tỷ lệ phụ thuộc vào CRF được quy định bởi người dùng. Điều này được sử dụng để xác định QP nhằm hướng đến chất lượng nhất định.
- Điền vào bộ đệm: Các bit có sẵn cho khung tiếp theo. Bao gồm các bit được chuyển từ khung hiện tại.
- BufferFillFinal: Các bit đệm có sẵn sau khi loại bỏ khung ra khỏi CPB.
- Độ trễ về số lượng khung giữa thời điểm đưa khung vào và thời điểm khung được đưa ra.

- PSNR: Tỷ lệ tín hiệu đỉnh trên tạp âm cho các mặt phẳng Y, U và V.
- SSIM: Chỉ số chất lượng biểu thị sự tương tự về cấu trúc giữa các khung.
- Danh sách tham chiếu: Các POC của hình ảnh tham chiếu trong danh sách 0 và 1 cho khung.
- Một số thông kê về dòng bit được mã hóa và hiệu suất của bộ mã hóa có sẵn khi --csv-log-level lớn hơn hoặc bằng 2:

Vẫn trong các ví dụ khác, có thể sử dụng các codec video khác, chẳng hạn như ITU-T H.266/Mã hóa video đa năng (Versatile Video Coding - VVC). Các tập dữ liệu tương tự có thể được tạo ra để phân tích bằng cách sử dụng VVC hoặc các codec video như vậy khác.

Đơn vị kết hợp dấu vết 208 có thể tạo ra dữ liệu truy vết v 216 theo các nguyên tắc tạo truy vết v nhất định. Các nguyên tắc tạo truy vết v nhất định được mô tả tại slhck.info/video/2017/02/24/crf-guide.html. Đơn vị kết hợp dấu vết 208 có thể sử dụng H.264/AVC với x264 trong FFMPEG and H.265/HEVC với x265 trong FFMPEG. Đơn vị kết hợp dấu vết 208 có thể sử dụng chế độ chất lượng không đổi gần như không mất, với các tùy chọn bao gồm:

- QP không đổi
- Hệ số tỷ lệ không đổi
- Các đề xuất theo slhck.info/video/2017/02/24/crf-guide.html cho cài đặt QP/CRF:
 - Đối với x264, các giá trị thông thường nằm trong khoảng từ 18 đến 28. Giá trị mặc định là 23. 18 phải trong suốt về mặt trực quan.
 - Đối với x265, các giá trị thông thường nằm trong khoảng từ 24 đến 34. Giá trị mặc định là 28. 24 phải trong suốt về mặt trực quan.
 - Thay đổi ± 6 sẽ tạo ra khoảng một nửa/gấp đôi kích thước tệp, mặc dù kết quả có thể thay đổi.
 - Nhiều CRF có thể được chạy song song từ một đầu ra.
- Có thể xác định liệu các cuộc thảo luận trong slhck.info/video/2017/02/24/crf-guide.html có áp dụng cho XR và trò chơi video hay không.

Công cụ trò chơi 202, đơn vị mã hóa mô hình dự báo 204, đơn vị mã hóa mô hình nội bộ 206 và đơn vị kết hợp dấu vết 208 có thể được triển khai bằng cách sử dụng

dùng một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (digital signal processors - DSPs), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng logic khả lập trình dạng trường (field programmable logic array - FPGA), hoặc mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Các chức năng được quy cho các thành phần khác nhau có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm hoặc phần sụn. Khi được triển khai trong phần mềm hoặc phần sụn, cần hiểu rằng các lệnh cho phần mềm hoặc phần sụn có thể được lưu trữ trên Phương tiện có thể đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi phần cứng cần thiết.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống 220 để thực hiện mô phỏng RAN theo các kỹ thuật của sáng chế. Hệ thống 220 bao gồm mô hình mã hóa và phân phối nội dung 222, đơn vị ánh xạ từ lát đến gói tin giao thức Internet/điều khiển liên kết vô tuyến (Internet protocol packet/radio link control - IP/RLC) 224, đơn vị mô phỏng RAN 226 và đơn vị ánh xạ IP/RLC đến lát 228. Hệ thống 220 có thể thông thường tương ứng với một phần của hệ thống 160 trên Fig.2. Ví dụ, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 222 có thể tương ứng với mô hình phân phối và mã hóa nội dung 166 trên Fig.2, và đơn vị ánh xạ từ lát đến IP/RLC 224, đơn vị mô phỏng RAN 226 và đơn vị ánh xạ IP/RLC 228 có thể tương ứng với đơn vị mô phỏng 5GS 168 trên Fig.2.

Trong ví dụ này, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 222 nhận dữ liệu truy vết v 216, bao gồm dữ liệu thể hiện việc mã hóa các khung dữ liệu video, từ đơn vị kết hợp dấu vết 208 (Fig.6). Mô hình phân phối và mã hóa nội dung 222 cũng nhận dữ liệu cấu hình tổng quan chung 230. Sử dụng dữ liệu cấu hình tổng quan chung 230 (có thể tương ứng với tham số cấu hình 188 trên Fig.2), mô hình phân phối và mã hóa nội dung 222 có thể mã hóa các khung dữ liệu video để tạo ra các lát dữ liệu video được mã hóa và để tạo ra dữ liệu truy vết s 232 thể hiện các lát được mã hóa. Mô hình phân phối và mã hóa nội dung 222 có thể tạo ra các lát trong một thời gian nhất định, trong đó mỗi lát tương ứng với một chuỗi khối macro (ITU-T H.264/AVC) hoặc các đơn vị mã hóa/đơn vị cây mã hóa lớn nhất (ITU-T H.265/HEVC).

Đơn vị ánh xạ lát tới IP/RCL 224 có thể sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (RTP) để tạo ra các gói IP và các đoạn RLC từ các lát dữ liệu truy vết s 232. Đơn vị ánh xạ lát tới IP/RLC 224 có thể được tạo cấu hình với gói IP và thông tin kích thước tải trọng để hình thành các gói và phân đoạn. Nói chung, nếu một gói tin bị mất, thì toàn bộ lát mà gói tin tương ứng với nó cũng bị mất. Đơn vị ánh xạ lát tới IP/RLC 224 tạo ra dữ liệu truy vết p 234, lát nào của đơn vị ánh xạ IP/RLC 224 cung cấp cho đơn vị mô phỏng RAN 226. Đơn vị mô phỏng RAN 226 có thể được tạo cấu hình với các yêu cầu về độ trễ và yêu cầu về tổn thất đối với mỗi lát/gói và xác định, thông qua mô phỏng RAN, liệu mỗi lát được nhận hay bị mất khi kết thúc mô phỏng, cũng như giá trị độ trễ hoặc giá trị dấu thời gian nhận được cho mỗi lát.

Đơn vị mô phỏng RAN 226 có thể cung cấp dữ liệu truy vết P' 236 bao gồm dữ liệu thể hiện xem các lát được nhận hay bị mất và các độ trễ/các lần nhận đối với các lát đã nhận cho đơn vị ánh xạ IP/RLC tới lát 228. Đơn vị ánh xạ IP/RLC tới lát 228 cung cấp dữ liệu truy vết s' 238 cho mô hình phân phối và mã hóa nội dung 222. Mô hình phân phối và mã hóa nội dung 222 có thể xác định giá trị chất lượng tổng thể 240 bằng cách so sánh dữ liệu video được giải mã trước khi mô phỏng RAN với dữ liệu video được giải mã sau khi mô phỏng RAN.

Đơn vị mô phỏng RAN 226 có thể được tạo cấu hình theo yêu cầu độ trễ tối đa cho mỗi đường xuống lát. Ví dụ, có thể có thời hạn MAC đến MAC 10ms và yêu cầu không có tổn thất từ bên ngoài. Đối với đường lên, có thể có thông tin theo dõi, cảm biến và tư thế, thông tin đường lên phân phối nội dung và lưu lượng cập nhật tư thế (ví dụ, với một chu kỳ 1,25 mili giây hoặc 2 mili giây). Hệ thống có thể xác định tần số tư thế ảnh hưởng như thế nào đến chất lượng, điều này có thể phụ thuộc vào loại dịch vụ XR. Để chơi trò chơi, tần suất tư thế có thể có tác động lớn. Tư thế và hành động trò chơi cũng có thể được đồng bộ hóa.

Các tùy chọn mô phỏng RAN có thể bao gồm các tùy chọn vòng mở và vòng kín. Đối với vòng mở, đối với truy vết v tổng thể, hệ thống có thể tạo dữ liệu truy vết s, dữ liệu truy vết p, mô phỏng RAN một chiều, dữ liệu truy vết p' và dữ liệu truy vết s', sau đó thực hiện đánh giá chất lượng, ở dạng, ví dụ, giá trị chất lượng tổng thể 240. Đối với vòng kín, đối với mỗi mục nhập truy vết v, hệ thống có thể tạo dữ liệu truy vết s, dữ liệu truy vết p, mô phỏng RAN một chiều, dữ liệu truy vết p' và dữ liệu

truy vết s', sau đó phản hồi dữ liệu tạo thành vào một dấu vết s tiếp theo và tạo ra các đánh giá chất lượng dưới dạng giá trị chất lượng tổng thể 240.

Mô hình phân phối và mã hóa nội dung 222, đơn vị ánh xạ lát tới IP/RLC 224, đơn vị mô phỏng RAN 226 và đơn vị ánh xạ từ IP/RCL tới lát 228 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mảng logic khả lập trình dạng trường (FPGA), hoặc mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Các chức năng được quy cho các thành phần khác nhau này có thể được thực hiện trong phần cứng, phần mềm hoặc phần sụn. Khi được triển khai trong phần mềm hoặc phần sụn, cần hiểu rằng các lệnh cho phần mềm hoặc phần sụn có thể được lưu trữ trên Phương tiện có thể đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi phần cứng cần thiết.

Fig.8 là một sơ đồ khối minh họa một ví dụ về hệ thống 250 để đo hiệu suất của cấu hình phân phối nội dung XR và lập mô hình theo các kỹ thuật của sáng chế. Hệ thống 250 bao gồm mô hình nội dung video 252, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254, đơn vị mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) 256, mô hình phân phối và giải mã nội dung 258, và mô hình phân phối và giải mã nội dung 260. Các phần tử này của hệ thống 250 có thể tương ứng với các thành phần tương ứng của hệ thống 160 trên Fig.2. Ví dụ, videomô hình nội dung 252 có thể tương ứng với công cụ trò chơi 162 và thiết bị mã hóa mô hình 164 trên Fig.2, mô hình mã hóa và phân phối nội dung 254 có thể tương ứng với mô hình phân phối và mã hóa nội dung 166 trên Fig.2, đơn vị mô phỏng RAN 256 có thể tương ứng với đơn vị mô phỏng 5GS 168, và mô hình phân phối và giải mã nội dung 258 có thể tương ứng với mô hình giải mã và phân phối nội dung 170 trên Fig.2.

Trong ví dụ này, dữ liệu phương tiện đã giải mã được so sánh trước và sau khi đi qua đơn vị mô phỏng RAN 256. Dữ liệu video từ mô hình phân phối và giải mã nội dung 258, mà đã đi qua đơn vị mô phỏng RAN 256, được đánh giá để xác định các giá trị cho chất lượng trên mỗi khung 262. Dữ liệu phương tiện được giải mã từ mô hình phân phối và giải mã nội dung 260 và các giá trị cho chất lượng trên mỗi khung 262 được sử dụng để xác định dữ liệu chất lượng tổng thể 264.

Đặc biệt, mô hình nội dung video 252 cung cấp dữ liệu truy vết v 268 và dữ liệu video được mã hóa cần truyền đến mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254. Mô hình phân phối nội dung 254 nhận dữ liệu cấu hình toàn cục 266 và sử dụng dữ liệu cấu hình toàn cục 266 để mã hóa và phân phối dữ liệu video tương ứng với dữ liệu truy vết v 268. Dữ liệu cấu hình toàn cục 266 có thể bao gồm, ví dụ, thông tin điều khiển tốc độ bit (ví dụ, để chọn một hoặc nhiều trong số chất lượng không đổi, tốc độ bit không đổi, tốc độ bit thay đổi dựa trên phản hồi hoặc hệ số tốc độ không đổi), cài đặt lát (số lượng lát, kích thước lát tối đa), khả năng phục hồi lỗi (dựa trên khung, dựa trên lát, làm mới nội hình ảnh thường xuyên, làm mới nội hình ảnh dựa trên phản hồi hoặc dự báo dựa trên phản hồi) và dữ liệu phản hồi (tắt, thống kê hoặc hoạt động). Cài đặt kích thước lát tối đa có thể phụ thuộc vào các số liệu thống kê khác nhau, bao gồm cả số lượng lát, mà có thể thay đổi.

Mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254 xuất dữ liệu truy vết s 270 tới đơn vị mô phỏng RAN 256 và dữ liệu truy vết s 270 tới mô hình phân phối và giải mã nội dung 260. Thiết bị mô phỏng RAN 256 thực hiện mô phỏng RAN trên dữ liệu truy vết s 270 và xuất dữ liệu truy vết s' 272 tới mô hình phân phối và giải mã nội dung 258. Mô hình phân phối và giải mã nội dung 260 xuất ra dữ liệu truy vết q274 và mô hình phân phối và giải mã nội dung 258 xuất ra các giá trị cho chất lượng trên mỗi khung 262, tạo ra dữ liệu truy vết q276. Dữ liệu chất lượng tổng thể 264 có thể là một hoặc nhiều thước đo chất lượng cho toàn bộ chuỗi video (ví dụ, tổng hợp các chất lượng cho từng khung video riêng lẻ).

Các cân nhắc mã hóa nội dung khác nhau có thể ảnh hưởng đến việc mã hóa dữ liệu video tương ứng với dữ liệu truy vết v 268 để tạo ra dữ liệu truy vết s 270. Trong một ví dụ, mục tiêu là có chất lượng nhất quán, sử dụng mã hóa ITU-T H.265/HEVC, tạo thành một lát cố định, một lát được mã hóa bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh ở chế độ cơ hội và không có phản hồi. Trong ví dụ này, việc điều khiển tốc độ bit có thể là việc sử dụng hệ số tốc độ không đổi là 28, số lát là 10, giá trị làm mới nội hình ảnh định kỳ là 10, làm mới theo chu kỳ và vô hiệu hình ảnh tham chiếu và phản hồi bị tắt. Để tạo ra kích thước lát, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254 có thể tạo 10 lát cho mỗi khung video, sử dụng hệ số tốc độ không đổi là 28 (trong đó ± 6 dẫn đến khoảng một nửa/gấp đôi kích thước khung, giảm/tăng

12% cho mỗi +/-), một lát nội hình ảnh được giả định, dựa trên dấu vết VI (tức là 10% kích thước khung I được điều chỉnh) và 9 lát liên hình ảnh được tạo dựa trên dấu vết VP (trong đó hai khía cạnh có thể được xem xét: kích thước của khung (10%) và biến thiên thống kê).

Đơn vị mô phỏng RAN 256 có thể duy trì dữ liệu trạng thái cho mỗi khối macro (ITU-T H.264/AVC) hoặc đơn vị cây mã hóa (ITU-T H.265/HEVC), chẳng hạn như bị hỏng (bị mất hoặc được dự báo từ khu vực bị hỏng, cho dù là thời gian hoặc không gian), hoặc chính xác. Thiết bị mô phỏng RAN 256 có thể cung cấp phản hồi cho mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254, bao gồm dữ liệu thể hiện số lượng các khối dữ liệu video bị mất hoặc bị hỏng. Do đó, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254 có thể tích hợp phản hồi cho quá trình mã hóa tiếp theo. Ví dụ, cho dù là thống kê hay hoạt động, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254 có thể đều phản ứng với việc mất lát. Đáp lại, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254 có thể điều chỉnh tốc độ bit (ví dụ, nhận tốc độ bit mã hóa và điều chỉnh các tham số lượng tử hóa lên hoặc xuống, trong đó +/- 1 có thể mang lại tác động 12%). Mô hình mã hóa và phân phối nội dung 254 có thể thêm một lát dự báo nội hình ảnh nếu một lát bị mất (dữ liệu được dự báo nội hình ảnh nhiều hơn đáng kể có thể được thêm vào trong trường hợp việc mất được báo cáo). Lát được dự báo nội hình ảnh có thể bao phủ một khu vực rộng lớn, tùy thuộc vào hoạt động của vector chuyển động. Trong một số trường hợp, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254 có thể dự báo từ duy nhất các vùng được xác nhận, điều này có thể gây ra sự gia tăng thống kê về kích thước khung cho các lát bị mất, vì lát mới nhất có thể không được sử dụng để dự báo.

dữ liệu truy vết s 270 có thể được định dạng để bao gồm dữ liệu cho dấu thời gian thể hiện một khung liên quan, kích cỡ lát, chất lượng lát (có thể bao gồm nhiều thông tin hơn so với dấu vết v, ví dụ, độ phức tạp), một số khối macro (đối với ITU-T H.264/AVC) hoặc đơn vị cây mã hóa (đối với ITU-T H.265/HEVC) và/hoặc định thời lát (ví dụ, thời hạn nhận lát). dữ liệu truy vết lát s' 270 'và 272 có thể được định dạng để bao gồm tất cả thông tin từ định dạng cho dữ liệu truy vết s 270 nêu trên đây và ngoài ra, dữ liệu thể hiện sự mất lát và/hoặc độ trễ lát.

Có thể có thời hạn không đổi cho mỗi lát, thời hạn này có thể được đặt thành một số cao hơn. Ví dụ, đối với dữ liệu video 60 khung trên giây so le bởi từng mất,

tức là dữ liệu video 120 khung trên giây, có thể có độ trễ mong muốn được đặt bằng 7 ms. Thời hạn thả có thể được đặt theo cách khác và có thể hữu ích, nhưng không nên làm phức tạp mô phỏng RAN.

Các cân nhắc giải mã nội dung để tạo ra dữ liệu truy vết Q 274 từ dữ liệu truy vết s' 270 'có thể được sử dụng để lấy kết quả từ các mô phỏng RAN được thực hiện bởi đơn vị mô phỏng RAN 256 và ánh xạ các kết quả mô phỏng này thành các giá trị ước tính cho chất lượng trên mỗi khung 262. Khi xác định các giá trị cho chất lượng trên mỗi khung 262, các cân nhắc về lát có thể bao gồm, ví dụ, chất lượng của các lát được mã hóa nhận được, số lượng các lát bị mất, các lát nào bị giảm chất lượng đến mức được coi là bị mất và các lát bị trễ mà có thể được coi như là bị mất. Các cân nhắc khác nữa có thể bao gồm cả sự lan truyền lỗi (ví dụ, dự báo một lát từ một lát chất lượng xuống cấp hoặc lát bị mất), độ phức tạp của khung/lát có thể xác định sự lan truyền lỗi (dữ liệu không chính xác lan nhanh như thế nào qua các khung), chất lượng mới được đặt lại nội hình ảnh và phần trăm của dữ liệu đúng/sai cho mỗi khung và cho các cấu hình khác nhau.

Số liệu để xác định dữ liệu truy vết q 274 có thể là tỷ lệ phần trăm của dữ liệu không chính xác, điều này có thể ảnh hưởng đến tình trạng mất/lan truyền lỗi. Định dạng dữ liệu truy vết Q 274 có thể bao gồm dữ liệu thể hiện chất lượng mã hóa, chất lượng thu được sau khi phân phối (tỷ lệ phần trăm của dữ liệu xuống cấp chất lượng) và/hoặc tốc độ dữ liệu của các khung.

Hệ thống 250 có thể duy trì trạng thái “bị hỏng” hoặc “chính xác” cho mỗi khối macro (ITU-T H.264/AVC) hoặc đơn vị cây mã hóa (CTU) (ITU-T H.265/HEVC). Nếu khối macro/CTU bị hỏng, thì hệ thống 250 có thể xác định xem khối macro/CTU có phải là một phần của lát bị mất trong quá trình truyền này không hoặc liệu khối macro/CTU có được nhận đúng qua việc được dự báo từ vùng được giải mã không chính xác/bị mất của một lát/khung khác hay không. Nếu khối macro/CTU là chính xác, thì hệ thống 250 xác định rằng khối macro/CTU đã được nhận chính xác và nó được dự báo từ vùng không bị hỏng của một lát/khung khác. Dự báo từ vùng không bị hỏng của một lát/khung khác có nghĩa là dự báo không gian là chính xác, dự báo thời gian là chính xác hoặc khối macro/CTU được khôi phục

chính xác bằng cách sử dụng làm mới nội hình ảnh và dự báo từ các vùng chính xác của các lát/khung khác sau khi làm mới nội hình ảnh .

Hệ thống 250 có thể xác định giá trị chất lượng tổng thể 264 bằng cách lấy trung bình chất lượng mã hóa (ví dụ, trung bình trên các tham số lượng tử hóa và có thể chuyển đổi thành tỷ lệ tín hiệu đỉnh trên nhiễu (PSNR)), dữ liệu video không chính xác trung bình (ví dụ, số khung video và/hoặc lát không chính xác trung bình), và/hoặc nếu cần, nhân/kết hợp/gộp. 3GPP SA4 xác định mô hình mã hóa dựa trên hệ số tốc độ không đổi (CRF) với hệ số chất lượng riêng (ví dụ, sử dụng hệ số mặc định FFMPEG là 28). Có thể áp dụng các cấu hình khác nhau cho khả năng phục hồi lỗi. Tiêu chí cho mô phỏng có thể là tỷ lệ phần trăm của vùng video không chính xác sao cho nhiều nhất một khối macro/CTU cho mỗi X (ví dụ, 60) giây là sai. Ví dụ, nếu 4096x4096 được sử dụng ở 60 khung trên giây, thì điều này tạo ra diện tích bị hỏng trung bình là $10e-6$.

Các mô hình nêu trên đây có thể áp dụng cho việc kết xuất phân tách dựa trên điểm ảnh và/hoặc chơi game trên đám mây. Các ứng dụng trò chuyện, ứng dụng phát trực tuyến video (ví dụ, Twitch.tv) và các ứng dụng khác cũng có thể được sử dụng.

Mô hình nội dung video 252, mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254, đơn vị mô phỏng RAN 256, mô hình phân phối và giải mã nội dung 258, mô hình phân phối và giải mã nội dung 260 có thể được triển khai bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mảng logic khả lập trình dạng trường (FPGA), hoặc mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Các chức năng được quy cho các thành phần khác nhau có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm hoặc phần sụn. Khi được triển khai trong phần mềm hoặc phần sụn, cần hiểu rằng các lệnh cho phần mềm hoặc phần sụn có thể được lưu trữ trên phương tiện có thể đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi phần cứng cần thiết.

Hệ thống 250 thể hiện một ví dụ về việc lập mô hình nội dung dựa trên thảo luận trong S4-200771. Mô hình này bao gồm đầu vào mô hình v, cấu hình toàn cục

của bộ mã hóa, phản hồi thống kê hoặc động từ bộ thu phân phối nội dung, mô hình giải mã và mô hình chất lượng.

Mã hóa nội dung theo mô hình phân phối và mã hóa nội dung 254 có thể được lập mô hình như sau:

- Đối với khung i từ truy vết v (dựa trên thời gian mẫu)
 - Đọc khung i từ truy vết v (dấu thời gian)
 - Đọc thông tin động mới nhất từ thông tin trạng thái động
 - Thực hiện mã hóa mô hình (dựa trên các tham số đầu vào)
 - Đối với lát $s = 1, 2, \dots, S$
 - Thả lát s với các tham số kết hợp
 - Lát mới có sẵn sẽ tạo ra các gói IP
 - Đối với gói IP $p = 1, 2, \dots, P$
 - Thả gói IP với các tham số kết hợp và với dấu thời gian vào dấu vết chữ S 1, nhưng cũng có các tham số như số lát

Tham số cấu hình của dữ liệu cấu hình toàn cục 266 có thể bao gồm:

- Đầu vào: Cấu hình toàn cục
 - Điều khiển tốc độ bit: Chất lượng không đổi, Tốc độ bit không đổi, Tốc độ bit thay đổi dựa trên phản hồi, Hệ số tốc độ không đổi 28
 - Cài đặt lát (số lát 10, kích thước lát tối đa)
 - Khả năng phục hồi lỗi, Dựa trên khung, Dựa trên lát, làm mới nội hình ảnh định kỳ 10, làm mới nội hình ảnh dựa trên phản hồi, dự báo dựa trên phản hồi (NVIDIA: Làm mới nội hình ảnh định kỳ, mất hiệu lực hình ảnh tham chiếu)
- Đầu vào: Thông tin động trên mỗi lát
 - tắt
 - thống kê về tốc độ bit hoặc mất cùng với một độ trễ nào đó
 - hoạt động cho tốc độ bit hoặc mất cùng với một độ trễ nào đó

Các khía cạnh mã hóa mô hình có thể bao gồm:

- Các tác động của cài đặt QP và cài đặt tỷ lệ nội hình ảnh và cài đặt lát
- Phản hồi

- Điều chỉnh tốc độ bit: Bộ mã hóa nhận tốc độ bit mã hóa và điều chỉnh QP ($x_{em} \pm 1 \rightarrow 12\%$)
- Thêm Indra trong trường hợp một lát bị mất: thêm nội hình ảnh nhiều hơn đáng kể trong trường hợp tình trạng mất được báo cáo Intra bao phủ diện tích lớn (tùy thuộc vào hoạt động của vectơ chuyển động)
- Chỉ dự báo từ ACK: tăng thống kê về kích thước khung đối với các lát bị mất, vì không thể sử dụng lát mới nhất

- Cài đặt lát

Mô phỏng giải mã bởi mô hình phân phối và giải mã nội dung 258 có thể dựa trên độ trễ và/hoặc mất các lát. Các lát trễ và bị mất có thể được coi là không khả dụng và gây ra lỗi (ví dụ, trong việc giải mã các khung/lát tiếp theo mà có liên quan tới các lát bị mất hoặc trễ để dự báo liên hình ảnh).

Đơn vị mô phỏng RAN 256 có thể mô phỏng một mô phỏng RAN dựa trên 5Qis hiện có.

Đánh giá chất lượng có thể được dựa trên hai khía cạnh, bao gồm chất lượng mã hóa và sự suy giảm chất lượng do các lát bị mất. Mô phỏng sau có thể được sử dụng để nhận dạng các khối macro bị hỏng (hoặc đơn vị cây mã hóa hoặc đơn vị mã hóa, trong ITU-T H.265/HEVC):

- Giữ trạng thái cho mỗi khối macro (hoặc CU/CTU)
 - Bị hỏng
 - Chính xác
- Khối macro bị hỏng
 - Nếu nó là một phần của một lát bị mất trong quá trình truyền này
 - Nếu nó được nhận chính xác, nhưng nó dự báo từ một khối macro sai
- Khối macro là chính xác
 - Nếu nó được nhận chính xác và nó dự báo cho một khối macro không bị hỏng
- Dự báo từ khối macro không bị hỏng có nghĩa là
 - Dự báo không gian là chính xác
 - Dự báo thời gian là chính xác

- Việc khôi phục các MB được thực hiện bằng làm mới nội hình ảnh và dự báo lại từ các MB chính xác.

Tùy thuộc vào cấu hình và cài đặt chất lượng video được phân phối, các kết quả khác nhau có thể được thu nhận. Ví dụ, một ngưỡng chất lượng có thể là có nhiều nhất 0,1% diện tích video bị hỏng. Ngoài ra, chất lượng của nội dung gốc có thể là một ngưỡng.

Fig.9 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ về đường ống 280 để tạo dữ liệu truy vết v theo thời gian thực theo các kỹ thuật theo sáng chế. Đường ống 280 bao gồm công cụ trò chơi 282, bộ mã hóa 284, bộ giải mã 286, bộ lưu trữ dữ liệu thô 288, bộ mã hóa dự báo 290, bộ mã hóa nội hình ảnh 292 và đơn vị truy vết v thành 3GPP 294. Các thành phần của đường ống 280 có thể tương ứng với các thành phần tương ứng của hệ thống 160 trên Fig.2. Ví dụ, công cụ trò chơi 282 có thể tương ứng với công cụ trò chơi 162 trên Fig.2, bộ mã hóa 284 có thể tương ứng với thiết bị mã hóa mô hình 164 trên Fig.2 và bộ giải mã 286, dữ liệu thô 288, bộ mã hóa dự báo 290, bộ mã hóa nội hình ảnh 292 và đơn vị truy vết v thành 3GPP 294 có thể tương ứng với mô hình phân phối và mã hóa nội dung 166 trên Fig.2.

Công cụ trò chơi 282 nhận dữ liệu đầu vào 296 bao gồm mô hình tư thế và dữ liệu truy vết, dữ liệu trò chơi và dữ liệu cấu hình trò chơi. Công cụ trò chơi 282 tạo ra khung video 298 từ dữ liệu đầu vào 296. Bộ mã hóa 284 (có thể là bộ mã hóa NVIDIA NVENC) mã hóa khung video 298 bằng cách sử dụng dữ liệu cấu hình 302 để tạo dòng bit video 300. Bộ mã hóa 284 có thể hoạt động ở 600 GByte mỗi giờ và có thể chạy trong vài giờ. Bộ giải mã 286 có thể là bộ giải mã FFMPEG và giải mã dòng bit video 300 để tạo dữ liệu video đã giải mã được lưu trữ dưới dạng dữ liệu thô 288 vào trong phương tiện có thể đọc được bằng máy tính, chẳng hạn như đĩa cứng, ổ đĩa flash hoặc tương tự. Bộ mã hóa dự báo 290 và bộ mã hóa nội hình ảnh 292 nhận dữ liệu cấu hình 304 và mã hóa dữ liệu thô 288 để tạo ra dữ liệu truy vết VP và dấu vết VI tương ứng. Đơn vị dữ liệu truy vết v thành 3GPP 294 tạo ra dữ liệu truy vết v từ dữ liệu truy vết VP và truy vết VI.

Như được thể hiện trên Fig.9, bộ mã hóa 284 có thể tạo ra dòng bit 300, như nêu trên đây, và đơn vị truy vết v theo 3GPP 294 có thể tạo ra dữ liệu truy vết v. Quá trình tạo truy vết v có thể được bắt đầu bằng cách sử dụng đầu ra chất lượng cao

của công cụ trò chơi 282 và được mã hóa bởi bộ mã hóa 284 sử dụng ITU-T H.264 (AVC) cho một trò chơi mô hình và một truy vết có thể lặp lại. Bộ giải mã 286 có thể giải mã thông tin này thành 2K x 2K tại các khung nguồn 120 khung trên giây. Trình tự này có thể được gửi qua bộ mã hóa mô hình bao gồm bộ mã hóa dự báo 290 và bộ mã hóa nội hình ảnh 292, để nhận dạng các tác động của các cài đặt tham số khác nhau. Ban đầu có thể sử dụng các tham số x.265 sau:

- --input viki.yuv (4:2:0)
- --profile, -P main10
- --input-res 2048x2048
- --fps 120fps, 60fps, 30 fps
- --psnr
- --ssim
- --frames 500 (initial testing)
- --bframes 0
- --crf 22, 25, 28, 31, 34
- --csv logfile.csv
- --csv-log-level 2
- --log-level 4
- --numa-pools "8"
- --keyint, -I 1 and -1
- --slices 1, 128 (2048), 8 (for 2048)
- --output rvrviki.h265
- --rc-lookahead 0/1

Dựa trên 180 lần chạy mã hóa này, việc lập ra mô hình mã hóa tốt được kỳ vọng sao cho chỉ cần một tập hợp con các lần chạy cho các chuỗi trò chơi dài hơn.

Các tham số để tạo ra dữ liệu truy vết V trong ví dụ này có thể bao gồm khoảng thời gian của truy vết P (ví dụ, vài giờ), các trò chơi khác nhau đang được thực thi bởi công cụ trò chơi 282, các truy vết tư thế, các cài đặt cho bộ mã hóa 284 (với mục tiêu là, ví dụ, dữ liệu video có thể giải mã FFMPEG đơn giản, chất lượng cao) và dữ liệu cấu hình FFMPEG. Bốn cấu hình bộ giải mã FFMPEG có thể được kiểm tra, và trong một số ví dụ, được tạo đường ống song song:

- HEVC tại CRF 28, I-PPP
- HEVC tại CRF 28, I-IIIIII
- AVC với CRF 23, I-PPP
- AVC với CRF 23, I-III

x265.readthedocs.io/en/default/cli.html# mô tả các tham số cấu hình có thể có.

Các tham số này có thể được sử dụng để tạo cấu hình `rivrplugin.ini` với độ phân giải 2048x2048, 5 khung trên giây, và dòng bit được tạo bằng cách sử dụng bộ mã hóa ITU-T H.264/AVC ở phía máy chủ, mà có thể chạy ở tốc độ 60 hoặc 120 khung trên giây. Dữ liệu này có thể được mã hóa lại bằng `crf-24` và các giá trị PSNR và SSIM được cập nhật. Các đối số dòng lệnh ban đầu có thể bao gồm như sau:

- ABR (tốc độ bit trung bình): `x265.exe --input viki.yuv --input-res 1440x1440 --fps 120 --psnr --ssim --frames 500 --bframes 0 --bitrate 600000 --csv logfile.csv --csv-log-level 2 --log-level 4 --numa-pools "8" --keyint 1 --output rrviki.h265`
- CRF (tốc độ bit thay đổi chất lượng không đổi): `x265.exe --input viki.yuv --input-res 1440x1440 --fps 120 --psnr --ssim --frames 500 --bframes 0 --crf 24 --csv logfilecrf.csv --csv-log-level 2 --log-level 4 --numa-pools "8" --keyint 1 --output rrviki.h265`

Công cụ trò chơi 282, bộ mã hóa 284, bộ giải mã 286, bộ mã hóa dự báo 290, bộ mã hóa nội hình ảnh 292 và đơn vị truy vết v theo 3GPP 294 có thể được triển khai bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mảng logic khả lập trình dạng trường (FPGA), hoặc mạch logic rời hoặc tích hợp tương đương khác. Các chức năng được quy cho các thành phần khác nhau có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm hoặc phần sụn. Khi được triển khai trong phần mềm hoặc phần sụn, cần hiểu rằng các lệnh cho phần mềm hoặc phần sụn có thể được lưu trữ trên Phương tiện có thể đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi phần cứng cần thiết.

Fig.10 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống kết xuất và mã hóa 310 theo các kỹ thuật theo sáng chế. Trong ví dụ này, hệ thống 310 bao gồm bộ kết xuất 312 và bộ mã hóa 314. Bộ kết xuất 312 nhận các thay đổi nội dung 318 và thông tin tư

thể 316 để tạo ra dữ liệu video được kết xuất, ví dụ, ở tốc độ khung 60 hoặc 120 khung trên giây. Thông tin từ thể 316 có thể được cung cấp ở tần số rất cao với độ trễ 2,5ms. Mỗi 1/60 Hz, bộ kết xuất 312 có thể tạo từ thể mới nhất từ thông tin từ thể 316, kết xuất dữ liệu video từ các thay đổi nội dung 318 và gửi hình ảnh được kết xuất đến bộ mã hóa 314 để mã hóa. Bộ mã hóa 314 có thể xếp hàng cuộc gọi mã hóa và sau đó kết xuất ảnh.

Bộ mã hóa 314 có thể mã hóa dữ liệu video bằng ITU-T H.265/HEVC, ví dụ, “x265.exe”. Bộ mã hóa 314 có thể hoạt động với các tùy chọn dòng lệnh sau:

- --input viki.yuv (4:2:0)
- --profile, -P main10
- --input-res 1440x1440 (2048x2048)
- --fps 120fps, 60fps, 30
- --psnr
- --ssim
- --frames 500 (initial testing)
- --bframes 0
- --crf 22, 25, 28, 31, 34
- --csv logfile.csv
- --csv-log-level 2
- --log-level 4
- --numa-pools "8"
- --keyint, -I 1 and -1
- --slices 1, 90 (for 1440), 128 (2048), 6 (for 1440), 8 (for 2048)
- --output rvrviki.h265
- --analysis-save-reuse-level 10
- --rc-lookahead 0/1

Bộ mã hóa 314 không cần sử dụng “-- frame-dup disabled,” “-- constrained-intra,” và “-- no-deblock.”

Bộ kết xuất 312 và bộ mã hóa 314 có thể được triển khai bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch, chẳng hạn như một hoặc nhiều

bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mảng logic khả lập trình dạng trường (FPGA), hoặc mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Các chức năng được quy cho các thành phần khác nhau có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm hoặc phần sụn. Khi được triển khai trong phần mềm hoặc phần sụn, cần hiểu rằng các lệnh cho phần mềm hoặc phần sụn có thể được lưu trữ trên phương tiện có thể đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi phần cứng cần thiết.

Fig.11 là đồ thị minh họa một ví dụ về so sánh giữa PSRN và PSNR trung bình tính bằng decibels (decibel-dB) cho các tham số bộ mã hóa khác nhau. Trong ví dụ này, có sự gia tăng khoảng 25% từ 0 lên 1, sự gia tăng khoảng 50% từ 0 lên 2, sự gia tăng khoảng 75% từ 0 lên 3 và sự gia tăng khoảng 100% từ 0 lên 4. Mức tăng như vậy có thể phụ thuộc vào kiểu hình ảnh. Ví dụ, nếu một chuỗi video tạo ra nhiều khung được dự báo nội hình ảnh không quan tâm tới cấu hình, thì mức tăng có thể ít hơn và nội dung rất tĩnh có thể làm tăng ít hơn. Điều này có thể được sử dụng để lập mô hình hoạt động tham chiếu không hợp lệ.

Sự lan truyền lỗi cũng có thể được lập mô hình. Như một nguyên tắc cơ bản, lỗi trong một lát có thể phá hủy lát trong hình ảnh hiện thời (ví dụ, X % bị hỏng). Khi khung tiếp theo tham chiếu đến khung này, thì lỗi có thể lan truyền theo thời gian cũng như theo không gian, cho đến khi một khung nội hình ảnh được nhận hoặc một lát nội hình ảnh cho vùng, vùng có thể bị hỏng và lỗi có thể lan truyền theo không gian sang khung tiếp theo. Điều này có thể phụ thuộc vào số lượng vector chuyển động, ví dụ, trong khung tiếp theo, nếu nhiều hơn X % bị hỏng, trừ phi nội hình ảnh được áp dụng. Trong khung tiếp theo, quy mô của vùng bị hỏng có thể tăng. Dự báo nội hình ảnh có thể loại bỏ sự lan truyền lỗi, nhưng với nhiều khung tham chiếu, vùng bị hỏng có thể được khôi phục lại.

Fig.12 là một lưu đồ minh họa ví dụ về một phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện theo các kỹ thuật của sáng chế. Phương pháp trên Fig.12 được giải thích liên quan đến hệ thống 100 trên Fig.1, và cụ thể là, thiết bị máy chủ XR 110, nhằm các mục đích ví dụ minh họa. Tuy nhiên, cần hiểu rằng các thiết bị khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp này hoặc một phương pháp tương tự.

Ban đầu, thiết bị máy chủ XR 110 có thể nhận thông tin theo dõi và cảm biến 132 từ thiết bị máy khách XR 140 (350). Ví dụ, thiết bị máy khách XR 140 có thể xác định hướng mà người dùng đang nhìn bằng cách sử dụng cảm biến theo dõi/XR 146. Thiết bị máy khách XR 140 có thể gửi thông tin theo dõi và cảm biến 132 thể hiện hướng mà người dùng đang nhìn. Thiết bị máy chủ XR 110 có thể nhận thông tin theo dõi và cảm biến 132 và cung cấp thông tin này cho đơn vị tạo cảnh XR 112. Đơn vị tạo cảnh XR 112 và đơn vị quét màn hình kết xuất trước khung hình XR 114 sau đó có thể tạo khung video của dữ liệu cảnh (352). Trong một số ví dụ, công cụ trò chơi video có thể tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến 132, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video.

Sau đó, đơn vị mã hóa phương tiện 2D 116 có thể mã hóa các khung video được tạo ra của dữ liệu cảnh (354). Trong một số ví dụ, như được thể hiện trên và được mô tả liên quan đến Fig.6, mã hóa như vậy có thể bao gồm cả mã hóa dự báo nội hình ảnh tất cả các khung trong một lần chạy và mã hóa dự báo liên hình ảnh hoặc nội hình ảnh các khung trong một lần chạy khác. Mã hóa dự báo nội hình ảnh có thể tạo ra dữ liệu truy vết vi, trong khi mã hóa dự báo liên hình ảnh có thể tạo ra dữ liệu truy vết vp. Thiết bị máy chủ XR 110 có thể kết hợp dữ liệu truy vết vi và truy vết vp để tạo ra dữ liệu truy vết v, điều này có thể thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video. Trong một số ví dụ, đơn vị mã hóa phương tiện 2D 116 có thể mã hóa tất cả các khung của một truy vết v cụ thể bằng cách sử dụng cấu hình lượng tử hóa chung, không thay đổi.

Sau đó, đơn vị phân phối nội dung phương tiện XR 118 có thể đóng gói các lát của các khung video được mã hóa (356). Nói chung, đơn vị mã hóa phương tiện 2D 116 có thể được tạo cấu hình với kích thước đơn vị truyền tối đa (maximum transmission unit - MTU) riêng của các gói của mạng truy cập vô tuyến (radio access network - RAN) và tạo ra các lát có các lượng dữ liệu nhỏ hơn hoặc bằng kích thước MTU. Vì vậy, mỗi lát có thể có khả năng truyền trong một gói tin, trong một số ví dụ.

Sau đó, thiết bị máy chủ XR 110 có thể thực hiện mô phỏng RAN của RAN để truyền các gói (358), ví dụ, sử dụng cấu hình của mạng 130. Các ví dụ về thực hiện mô phỏng RAN theo cách này được mô tả ở trên liên quan đến Fig.2-4 và 7-9.

Ví dụ, khi thực hiện mô phỏng RAN, thiết bị máy chủ XR 110 có thể xác định rằng lát bị mất khi gói tin cho lát đó bị mất hoặc bị hỏng. Thiết bị máy chủ XR 110 cũng có thể tính toán độ trễ di chuyển của các gói tin. Thiết bị máy chủ XR 110 cũng có thể tạo ra dữ liệu truy vết S và truy vết P như nêu trên đây, một phần của mô phỏng RAN.

Sau đó, thiết bị máy chủ XR 110 có thể tập hợp các gói nhận được mô phỏng thành các khung video được mã hóa (360) và giải mã các khung video (362). Sau đó, thiết bị máy chủ XR 110 có thể tính toán chất lượng khung riêng lẻ (364). Chất lượng khung riêng lẻ có thể thể hiện các khác biệt giữa các khung video trước hoặc sau khi mã hóa và khung video được giải mã, ví dụ, như đã mô tả liên quan tới Fig.2 và Fig.8.

Sau đó, thiết bị máy chủ XR 110 có thể xác định chất lượng tổng thể cho hệ thống từ các chất lượng khung riêng lẻ (366). Ví dụ, thiết bị máy chủ XR 110 có thể xác định chất lượng tổng thể là chất lượng mã hóa trung bình và/hoặc số lượng trung bình của các khung video không chính xác (ví dụ, khung mà dữ liệu bị mất hoặc bị hỏng). Thiết bị máy chủ XR 110 có thể thực hiện phương pháp này cho nhiều loại cấu hình khác nhau, ví dụ, để xác định số lượng người dùng mà có thể được hỗ trợ cho một cấu hình nhất định. Ví dụ, thiết bị máy chủ XR 110 có thể tính toán tỷ lệ phần trăm của khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình. Ngoài ra hoặc theo cách khác, thiết bị máy chủ XR 110 có thể tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

Theo cách này, phương pháp trên Fig.12 là một ví dụ về phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện bao gồm nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy nhập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện từng chất lượng khung cho mỗi khung video trong số các khung video từ một hoặc

nhiều khung video được tạo và các khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện từng chất lượng khung cho mỗi trong số các khung video.

Các điều khoản sau đây thể hiện một số ví dụ nhất định về các kỹ thuật của sáng chế:

Điều khoản 1: Phương pháp gửi dữ liệu phương tiện, phương pháp này bao gồm các bước: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến; kết xuất khung hình XR để tạo dữ liệu video từ dữ liệu cảnh; mã hóa dữ liệu video; và gửi dữ liệu video được mã hóa đến thiết bị máy khách XR thông qua mạng 5G.

Điều khoản 2: Phương pháp truy hồi dữ liệu phương tiện, phương pháp này bao gồm các bước: gửi thông tin theo dõi và cảm biến đến thiết bị máy chủ thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); nhận, từ thiết bị máy chủ XR, dữ liệu video được mã hóa tương ứng với thông tin theo dõi và cảm biến; giải mã dữ liệu video được mã hóa; và kết xuất khung hình XR bằng cách sử dụng dữ liệu video đã giải mã.

Điều khoản 3: Phương pháp bao gồm sự kết hợp của các phương pháp theo điều 1 và 2.

Điều khoản 4: Phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện, phương pháp này bao gồm các bước: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; mã hóa dữ liệu video để tạo ra dữ liệu truy vết v; thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để cung cấp dữ liệu video được mã hóa qua mạng 5G; giải mã dữ liệu video được mã hóa được phân phối để tạo ra dữ liệu video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng cho từng khung video từ một hoặc nhiều khung video đã tạo và dữ liệu video được giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng của mỗi khung video.

Điều khoản 5: Phương pháp theo điều 4, trong đó việc tạo dữ liệu cảnh bao gồm việc thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video.

Điều khoản 6: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 và 5, trong đó mã hóa dữ liệu video bao gồm mã hóa dữ liệu video không làm thay đổi cấu hình lượng tử hóa.

Điều khoản 7: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 đến 6, trong đó việc xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm việc tạo biểu đồ thể hiện tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình.

Điều khoản 8: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 và 5, trong đó việc xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm việc tạo biểu đồ thể hiện tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

Điều khoản 9: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 đến 8, trong đó mã hóa dữ liệu video để tạo ra dữ liệu truy vết v bao gồm: mã hóa ít nhất một số phần của dữ liệu video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp; mã hóa ít nhất một số phần của dữ liệu video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

Điều khoản 10: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 đến 9, trong đó dữ liệu truy vết v được định dạng theo định dạng passlogfile của FFMPEG.

Điều khoản 11: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 đến 10, trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong số giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit liên kết cấu, giá trị bit vectơ chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị các bit phân đầu.

Điều khoản 12: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 đến 11, trong đó thực hiện mô phỏng RAN bao gồm: nhận một hoặc nhiều lát dữ liệu video được mã hóa tương ứng với dữ liệu truy vết v; đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p (p-trace) bằng cách sử dụng giao thức truyền tải theo thời gian thực (RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải

trọng; mô phỏng việc di chuyển của các gói tin; xác định rằng một trong các lát bị mất khi gói tin cho một trong số các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, xem lát đó được nhận hay bị mất trong quá trình mô phỏng sự di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

Điều khoản 13: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 đến 12, trong đó thực hiện mô phỏng RAN bao gồm: nhận một hoặc nhiều lát dữ liệu video được mã hóa tương ứng với dữ liệu truy vết v; và tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

Điều khoản 14: Phương pháp theo điều khoản 13, trong đó kỹ thuật điều khiển tốc độ bit bao gồm một trong các chất lượng không đổi, tốc độ bit không đổi, tốc độ bit thay đổi dựa trên phản hồi hoặc hệ số tốc độ không đổi.

Điều khoản 15: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 13 và 14, trong đó cài đặt lát bao gồm một hoặc nhiều trong số các lát hoặc kích thước lát tối đa.

Điều khoản 16: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản từ 13 đến 15, trong đó kỹ thuật phục hồi lỗi bao gồm một trong các khả năng phục hồi dựa trên khung, khả năng phục hồi dựa trên lát, làm mới nội hình ảnh thường xuyên, làm mới nội hình ảnh dựa trên phản hồi hoặc dự báo dựa trên phản hồi.

Điều khoản 17: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản từ 13 đến 16, trong đó kỹ thuật phản hồi bao gồm một trong số các phản hồi không có, phản hồi thống kê hoặc phản hồi hoạt động.

Điều khoản 18: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 đến 17, trong đó tính toán các giá trị thể hiện chất lượng của mỗi khung video bao gồm: xác định, cho mỗi lát mã hóa nhận được, chất lượng của lát; và xác định, đối với các lát không nhận được, liệu các lát không nhận được đó bị mất hay là bị suy giảm chất lượng.

Điều khoản 19: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 4 đến 18, trong đó việc xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm xác định giá trị

chất lượng tổng thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều trong số chất lượng mã hóa trung bình hoặc dữ liệu video trung bình không chính xác.

Điều khoản 20: Thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều phương tiện để thực hiện phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản từ 1 đến 19.

Điều khoản 21: Thiết bị theo điều khoản 20, trong đó thiết bị này bao gồm ít nhất một trong số: mạch tích hợp; bộ vi xử lý; và thiết bị liên lạc không dây.

Điều khoản 22: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính đã lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 1 đến 19.

Điều khoản 23: Thiết bị gửi dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm: phương tiện để nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); phương tiện để tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến; phương tiện để kết xuất một khung hình XR để tạo dữ liệu video từ dữ liệu cảnh; phương tiện để mã hóa dữ liệu video; và phương tiện để gửi dữ liệu video được mã hóa đến thiết bị máy khách XR thông qua mạng 5G.

Điều khoản 24: Thiết bị truy hồi dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm: phương tiện để gửi thông tin theo dõi và cảm biến đến thiết bị máy chủ thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); phương tiện để nhận, từ thiết bị máy chủ XR, dữ liệu video được mã hóa tương ứng với thông tin theo dõi và cảm biến; phương tiện để giải mã dữ liệu video được mã hóa; và phương tiện để kết xuất khung hình XR bằng cách sử dụng dữ liệu video đã được giải mã.

Điều khoản 25: Thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm: phương tiện để nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); phương tiện để tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; phương tiện để mã hóa dữ liệu video để tạo ra dữ liệu truy vết v; phương tiện để thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối dữ liệu video được mã hóa qua mạng 5G; phương tiện để giải mã dữ liệu video được mã hóa được phân phối để tạo ra dữ liệu video được giải mã; phương tiện để tính toán các giá trị thể hiện chất lượng của mỗi khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và dữ liệu

video được giải mã; và phương tiện để xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng của mỗi khung video.

Điều khoản 26: Phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện, phương pháp này bao gồm các bước: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy nhập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Điều khoản 27: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó việc tạo dữ liệu cảnh bao gồm việc thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video.

Điều khoản 28: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó mã hóa các khung video bao gồm mã hóa các khung video không làm thay đổi cấu hình lượng tử hóa.

Điều khoản 29: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó việc xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình.

Điều khoản 30: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó việc xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

Điều khoản 31: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó mã hóa các khung video còn bao gồm tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video, bao gồm: mã hóa ít nhất một số phần của khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp; mã hóa ít nhất một số phần của khung video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra

dữ liệu truy vết vi; và kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

Điều khoản 32: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó mã hóa các khung video còn bao gồm tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video, và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong số giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit liên kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phần đầu.

Điều khoản 33: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó thực hiện mô phỏng RAN bao gồm: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p (p-trace) bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng; thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin; xác định rằng một trong các lát bị mất khi gói tin cho một trong các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, liệu lát đó được nhận hay bị mất trong quá trình mô phỏng sự di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

Điều khoản 34: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó thực hiện mô phỏng RAN bao gồm: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

Điều khoản 35: Phương pháp theo điều khoản 34, trong đó việc tạo ra dữ liệu truy vết s bao gồm gán, cho mỗi trong số các lát, dữ liệu thể hiện một khung kết hợp với lát, kích cỡ lát, chất lượng của lát, một vùng của khung được bao trùm bởi lát, và thông tin định thời lát.

Điều khoản 36: Phương pháp theo điều khoản 34, trong đó kỹ thuật điều khiển tốc độ bit bao gồm một trong các chất lượng không đổi, tốc độ bit không đổi, tốc độ bit thay đổi dựa trên phản hồi hoặc hệ số tốc độ không đổi.

Điều khoản 37: Phương pháp theo điều khoản 34, trong đó cài đặt lát bao gồm một hoặc nhiều trong số các lát hoặc kích thước lát tối đa.

Điều khoản 38: Phương pháp theo điều khoản 34, trong đó kỹ thuật phục hồi lỗi bao gồm một trong các khả năng phục hồi dựa trên khung, khả năng phục hồi dựa trên lát, làm mới nội hình ảnh thường xuyên, làm mới nội hình ảnh dựa trên phản hồi hoặc dự báo dựa trên phản hồi.

Điều khoản 39: Phương pháp theo điều khoản 34, trong đó kỹ thuật phản hồi bao gồm một trong các phản hồi thống kê hoặc phản hồi hoạt động.

Điều khoản 40: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của từng khung video bao gồm: xác định, cho mỗi lát được mã hóa nhận được của khung video, chất lượng lát; và xác định, đối với các lát không nhận được của khung video, liệu các lát không nhận được đó bị mất hay bị giảm sút chất lượng.

Điều khoản 41: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm xác định giá trị chất lượng tổng thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều trong số chất lượng mã hóa trung bình hoặc khung video không chính xác trung bình.

Điều khoản 42: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó mạng truy cập vô tuyến là mạng 5G.

Điều khoản 43: Phương pháp theo điều khoản 26, trong đó mô phỏng RAN bao gồm mô phỏng RAN thứ nhất trong số nhiều mô phỏng RAN, chất lượng video tổng thể bao gồm chất lượng video tổng thể thứ nhất và thực hiện mô phỏng RAN thứ nhất bao gồm thực hiện mô phỏng RAN thứ nhất bằng cách sử dụng các tham số cấu hình thứ nhất, phương pháp này còn bao gồm: xác định các tham số cấu hình tương ứng cho mỗi mô phỏng RAN; thực hiện từng mô phỏng RAN bằng cách sử dụng các tham số cấu hình tương ứng; xác định giá trị chất lượng video tổng thể cho từng mô phỏng RAN; và tạo cấu hình mạng để phân phối dữ liệu XR bằng cách sử dụng các tham số cấu hình tương ứng với các giá trị chất lượng video tổng thể tốt nhất cho các mô phỏng RAN.

Điều khoản 44: Thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm: bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch và được tạo cấu hình để: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh

bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video của dữ liệu video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Điều khoản 45: Thiết bị theo điều khoản 44, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video để tạo dữ liệu cảnh.

Điều khoản 46: Thiết bị theo điều khoản 44, trong đó để xác định giá trị chất lượng tổng thể, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tính tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình.

Điều khoản 47: Thiết bị theo điều khoản 44, trong đó để xác định giá trị chất lượng tổng thể, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

Điều khoản 48: Thiết bị theo điều khoản 44, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó để tạo dữ liệu truy vết v, một hoặc nhiều bộ xử lý hơn được tạo cấu hình để: mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp; mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

Điều khoản 49: Thiết bị theo điều khoản 44, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức

tập của việc mã hóa các khung video và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong các giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit giữa các kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phần đầu.

Điều khoản 50: Thiết bị theo điều khoản 44, trong đó để thực hiện mô phỏng RAN, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p (p-trace) bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng; thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin; xác định rằng một trong các lát bị mất khi gói cho một trong các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, liệu lát đó được nhận hay bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

Điều khoản 51: Thiết bị theo điều khoản 44, trong đó để thực hiện mô phỏng RAN, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

Điều khoản 52: Thiết bị theo điều khoản 51, trong đó để tạo dữ liệu truy vết s, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để gán, cho mỗi lát trong số các lát, dữ liệu thể hiện khung kết hợp với lát, kích thước lát, chất lượng của lát, một vùng của khung được bao phủ bởi lát và thông tin định thời lát.

Điều khoản 53: Thiết bị theo điều khoản 44, trong đó để tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ cho mỗi khung video, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định chất lượng của lát cho từng lát mã hóa được nhận của khung video; và xác định, đối với các lát không nhận được của khung video, liệu các lát không nhận được đó bị mất hay giảm sút chất lượng.

Điều khoản 54: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho bộ xử lý: nhận thông tin theo dõi và

cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Điều khoản 55: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 54, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu cảnh bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video.

Điều khoản 56: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 54, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp các cấu hình.

Điều khoản 57: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 54, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng như một hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số người dùng được hỗ trợ.

Điều khoản 58: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 54, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý mã hóa các khung video còn bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý: mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp; mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo

nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

Điều khoản 59: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 54, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý mã hóa các khung video còn bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong các giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit giữa các kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phần đầu.

Điều khoản 60: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 54, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý thực hiện mô phỏng RAN bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p (p-trace) bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng; thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin; xác định rằng một trong các lát bị mất khi gói cho một lát trong số các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, liệu lát đó được nhận hay bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

Điều khoản 61: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 54, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý thực hiện mô phỏng RAN bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

Điều khoản 62: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 61, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết s bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý gán, cho mỗi lát trong số các lát, dữ liệu thể hiện một khung kết hợp với lát, kích cỡ lát, chất lượng của lát, diện tích của khung được bao phủ bởi lát và thông tin định thời lát.

Điều khoản 63: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 54, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của từng khung video bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý: xác định, đối với mỗi lát mã hóa được nhận của khung video, chất lượng của lát; và xác định, đối với các lát không nhận được của khung video, liệu các lát không nhận được đó bị mất hay giảm sút chất lượng.

Điều khoản 64: Thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm: phương tiện để nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); phương tiện để tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; phương tiện để mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; phương tiện để thực hiện mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy nhập vô tuyến; phương tiện để giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; phương tiện để tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video được giải mã; và phương tiện để xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Điều khoản 65: Phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện, phương pháp này bao gồm các bước: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy nhập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Điều khoản 66: Phương pháp theo điều khoản 65, trong đó bước tạo dữ liệu cảnh bao gồm thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video.

Điều khoản 67: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 66, trong đó mã hóa khung video bao gồm mã hóa khung video không làm thay đổi cấu hình lượng tử hóa.

Điều khoản 68: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 67, trong đó việc xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình.

Điều khoản 69: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 68, trong đó việc xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

Điều khoản 70: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 69, trong đó bước mã hóa các khung video còn bao gồm việc tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video, phương pháp này bao gồm các bước: mã hóa ít nhất một số phần của các khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp; mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

Điều khoản 71: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 70, trong đó bước mã hóa các khung video còn bao gồm việc tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong các giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit giữa các kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phân đầu.

Điều khoản 72: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 71, trong đó thực hiện mô phỏng RAN bao gồm: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng; thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin; xác định rằng một trong các lát bị mất khi một gói tin cho một trong các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; xuất ra dữ liệu, cho mỗi lát, xem lát đó được nhận hay bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

Điều khoản 73: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 72, trong đó thực hiện mô phỏng RAN bao gồm: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

Điều khoản 74: Phương pháp theo điều khoản 73, trong đó việc tạo ra dữ liệu truy vết s bao gồm gán, cho mỗi lát, dữ liệu thể hiện một khung kết hợp với lát, kích cỡ lát, chất lượng của lát, một vùng của khung được bao phủ bởi lát và thông tin định thời lát.

Điều khoản 75: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 73 và 74, trong đó kỹ thuật điều khiển tốc độ bit bao gồm một trong các chất lượng không đổi, tốc độ bit không đổi, tốc độ bit thay đổi dựa trên phản hồi hoặc hệ số tốc độ không đổi.

Điều khoản 76: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 73 đến 75, trong đó cài đặt lát bao gồm một hoặc nhiều trong số một số lát hoặc kích thước lát tối đa.

Điều khoản 77: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 73 đến 76, trong đó kỹ thuật phục hồi lỗi bao gồm một trong các khả năng phục hồi dựa trên khung, khả năng phục hồi dựa trên lát, làm mới nội hình ảnh thường xuyên, làm mới nội hình ảnh dựa trên phản hồi hoặc dự báo dựa trên phản hồi.

Điều khoản 78: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 73 đến 77, trong đó kỹ thuật phản hồi bao gồm một trong các phản hồi thống kê hoặc phản hồi hoạt động.

Điều khoản 79: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 78, trong đó tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của từng khung video bao gồm: xác định, cho mỗi lát mã hóa được nhận của khung video, chất lượng của lát; và xác định, đối với các lát không nhận được của khung video, liệu các lát không nhận được đó bị mất hay giảm sút chất lượng.

Điều khoản 80: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 79, trong đó bước xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm việc xác định giá trị chất lượng tổng thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều trong số chất lượng mã hóa trung bình hoặc khung video không chính xác trung bình.

Điều khoản 81: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản từ 65 đến 80, trong đó mạng truy cập vô tuyến là mạng 5G.

Điều khoản 82: Phương pháp theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 65 đến 81, trong đó mô phỏng RAN bao gồm mô phỏng RAN thứ nhất trong số nhiều mô phỏng RAN, chất lượng video tổng thể bao gồm chất lượng video tổng thể thứ nhất và thực hiện mô phỏng RAN thứ nhất bao gồm thực hiện mô phỏng RAN thứ nhất bằng cách sử dụng tham số cấu hình thứ nhất, phương pháp này còn bao gồm bước: xác định các tham số cấu hình tương ứng cho mỗi trong số nhiều mô phỏng RAN; thực hiện mỗi mô phỏng RAN bằng cách sử dụng các tham số cấu hình tương ứng; xác định các giá trị chất lượng video tổng thể cho từng mô phỏng RAN; và tạo cấu hình mạng để phân phối dữ liệu XR bằng cách sử dụng các tham số cấu hình tương ứng với các giá trị chất lượng video tổng thể tốt nhất cho mô phỏng RAN.

Điều khoản 83: Thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm: bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch và được tạo cấu hình để: nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video của dữ liệu video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân

phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Điều khoản 84: Thiết bị theo điều khoản 83, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video để tạo dữ liệu cảnh.

Điều khoản 85: Thiết bị theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 83 và 84, trong đó để xác định giá trị chất lượng tổng thể, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình.

Điều khoản 86: Thiết bị theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 83 đến 85, trong đó để xác định giá trị chất lượng tổng thể, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng một hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

Điều khoản 87: Thiết bị theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 83 đến 86, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa khung video và trong đó để tạo dữ liệu truy vết v, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp; mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

Điều khoản 88: Thiết bị theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 83 đến 87, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong số giá trị số hình ảnh hiển

thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit liên kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phần đầu.

Điều khoản 89: Thiết bị theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 83 đến 88, trong đó để thực hiện mô phỏng RAN, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (real-time transport protocol - RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng; thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin; xác định rằng một trong các lát bị mất khi gói cho một lát trong số các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, liệu lát đó được nhận hay bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

Điều khoản 90: Thiết bị theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 83 đến 89, trong đó để thực hiện mô phỏng RAN, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

Điều khoản 91: Thiết bị theo điều khoản 90, trong đó để tạo dữ liệu truy vết s, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để gán, cho mỗi phần, dữ liệu thể hiện khung kết hợp với lát, kích thước lát, chất lượng của lát, một vùng của khung được bao phủ bởi lát và thông tin định thời lát.

Điều khoản 92: Thiết bị theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 83 đến 91, trong đó để tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của từng khung video, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định, cho mỗi lát mã hóa nhận được của khung video, chất lượng của lát; và xác định, đối với các lát không nhận được của khung video, liệu các lát không nhận được đó bị mất hay giảm sút chất lượng.

Điều khoản 93: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho bộ xử lý: nhận thông tin theo dõi và

cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến; giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Điều khoản 94: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 93, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu cảnh bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video.

Điều khoản 95: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 93 và 94, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình.

Điều khoản 96: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 93 đến 95, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

Điều khoản 97: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản từ 93 đến 96, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý mã hóa các khung video còn bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của mã hóa các khung video và trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý: mã hóa ít nhất một số phần của các khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp; mã hóa ít nhất một số phần trong

khung video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

Điều khoản 98: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 93 đến 97, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý mã hóa các khung video còn bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa khung video và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong số giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit liên kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phân đầu.

Điều khoản 99: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản từ 93 đến 98, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý thực hiện mô phỏng RAN bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng; thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin; xác định rằng một trong các lát bị mất khi gói cho một lát trong số các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, liệu lát đó được nhận hay bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

Điều khoản 100: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản 93 đến 99, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý thực hiện mô phỏng RAN bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý: nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

Điều khoản 101: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản 100, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý gán, cho mỗi lát, dữ liệu thể hiện một khung kết hợp với lát,

kích cỡ lát, chất lượng của lát, diện tích của khung được bao phủ bởi lát và thông tin định thời lát.

Điều khoản 102: Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điều khoản bất kỳ trong số các điều khoản từ 93 đến 101, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của từng khung video bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý: xác định, đối với mỗi lát được mã hóa thu được của khung video, chất lượng lát; và xác định, đối với các lát không nhận được của khung video, liệu các lát không nhận được đó bị mất hay giảm sút chất lượng.

Điều khoản 103: Thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm: phương tiện để nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR); phương tiện để tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video; phương tiện để mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa; phương tiện để thực hiện mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy nhập vô tuyến; phương tiện để giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã; phương tiện để tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video được giải mã; và phương tiện để xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

Trong một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng được mô tả có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm, phần sụn hoặc bất kỳ sự kết hợp nào của chúng. Nếu được triển khai trong phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ trên hoặc được truyền dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện có thể đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi đơn vị xử lý dựa trên phần cứng. Phương tiện có thể đọc được bằng máy tính có thể bao gồm phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính, tương ứng với phương tiện hữu hình như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm bất kỳ phương tiện nào tạo điều kiện thuận lợi cho việc truyền chương trình máy tính từ nơi này sang nơi khác, ví dụ, theo một giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện có thể đọc được bằng máy tính

có thể thông thường tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ hữu hình có thể đọc được bằng máy tính, không phải là phương tiện nhất thời hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện sẵn có bất kỳ mà có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để truy hồi các lệnh, mã và/hoặc cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong lộ này. Một sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện có thể đọc được bằng máy tính.

Ví dụ, và không giới hạn ở ví dụ, phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính này có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc bộ lưu trữ đĩa quang khác, bộ lưu trữ đĩa từ hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ flash hoặc bất kỳ phương tiện khác nào mà có thể được sử dụng để lưu trữ mã chương trình mong muốn dưới dạng lệnh hoặc cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bởi máy tính. Ngoài ra, mọi dạng kết nối được gọi theo cách thích hợp là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu lệnh được truyền từ một trang web, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác bằng cáp đồng trục, cáp quang sợi, cáp xoắn, đường dây thuê bao kỹ thuật số (DSL) hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi sóng, thì cáp đồng trục, cáp quang sợi, xoắn đôi, DSL, hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba được bao gồm trong định nghĩa về phương tiện. Tuy nhiên, cần hiểu rằng phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính và phương tiện lưu trữ dữ liệu không bao gồm các kết nối, sóng mang, tín hiệu hoặc phương tiện chuyển tiếp khác mà thay vào đó được dùng để chỉ phương tiện lưu trữ hữu hình, bất biến. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa compac (CD), đĩa laser, đĩa quang, đĩa số đa năng (DVD - Digital Versatile Disc), đĩa mềm và đĩa bluray, trong đó đĩa từ thường tái tạo dữ liệu bằng phương pháp từ tính, còn đĩa quang thường tái tạo dữ liệu bằng phương pháp quang học sử dụng laser. Các kết hợp của các loại trên cũng được bao gồm trong phạm vi của phương tiện đọc được bằng máy tính.

Các lệnh có thể được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mảng logic khả lập trình dạng trường (FPGA) hoặc mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Do đó, thuật ngữ “bộ xử lý”, như được sử

dụng trong sáng chế, có thể dùng để chỉ cấu trúc bất kỳ trong số cấu trúc nêu trên hoặc cấu trúc khác bất kỳ phù hợp để thực hiện các kỹ thuật nêu trong sáng chế. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức năng nêu trong sáng chế có thể được tạo ra trong môđun phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được kết hợp thành bộ mã hoá-giải mã kết hợp. Ngoài ra, các kỹ thuật có thể được thực hiện đầy đủ trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được triển khai trong nhiều loại máy móc hoặc thiết bị, bao gồm máy cầm tay không dây, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, môđun hoặc đơn vị khác nhau được mô tả trong sáng chế để nhấn mạnh các khía cạnh chức năng của các thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật được bộc lộ, chứ không nhất thiết phải được thực thi bằng các đơn vị phần cứng khác nhau. Thay vào đó, như được mô tả trên đây, các đơn vị khác nhau có thể được kết hợp trong đơn vị phần cứng bộ mã hóa-giải mã hoặc được tạo ra bởi tập hợp đơn vị phần cứng liên hoạt động, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như được mô tả trên đây, cùng với phần mềm và/hoặc phần sụn thích hợp

Các ví dụ khác nhau của sáng chế đã được mô tả. Các ví dụ này và các ví dụ khác đều nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý dữ liệu phương tiện, phương pháp này bao gồm các bước:
 - nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR);
 - tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video;
 - mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa;
 - thực hiện mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (radio access network - RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy nhập vô tuyến;
 - giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã;
 - tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và
 - xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tạo dữ liệu cảnh bao gồm việc thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video.
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước mã hóa khung video bao gồm mã hóa khung video không làm thay đổi cấu hình lượng tử hóa.
4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình.
5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng một hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước mã hóa các khung video còn bao gồm tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video, phương pháp này bao gồm các bước::

mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp;

mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và

kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước mã hóa các khung video còn bao gồm tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong các giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit liên kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phần đầu.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thực hiện mô phỏng RAN bao gồm:

nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa;

đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (real-time transport protocol - RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng;

thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin;

xác định rằng một trong các lát bị mất khi một gói tin cho một trong các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và

xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, xem lát đó được nhận hay bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thực hiện mô phỏng RAN bao gồm:

nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và

tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước tạo ra dữ liệu truy vết bao gồm gán, cho mỗi trong số các lát, dữ liệu thể hiện khung kết hợp với lát, kích cỡ lát, chất lượng của lát, một vùng của khung được bao phủ bởi lát và thông tin định thời lát.

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó kỹ thuật điều khiển tốc độ bit bao gồm một trong số chất lượng không đổi, tốc độ bit không đổi, tốc độ bit thay đổi dựa trên phản hồi hoặc hệ số tốc độ không đổi.

12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó cài đặt lát bao gồm một hoặc nhiều trong các một số lát hoặc kích thước lát tối đa.

13. Phương pháp theo điểm 9, trong đó kỹ thuật phục hồi lỗi bao gồm một trong các khả năng phục hồi dựa trên khung, khả năng phục hồi dựa trên lát, làm mới nội hình ảnh thường xuyên, làm mới nội hình ảnh dựa trên phản hồi hoặc dự báo dựa trên phản hồi.

14. Phương pháp theo điểm 9, trong đó kỹ thuật phản hồi bao gồm một trong các phản hồi thống kê hoặc phản hồi hoạt động.

15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của từng khung video bao gồm:

xác định, đối với mỗi lát được mã hóa thu được của khung video, chất lượng lát; và

xác định, đối với các lát không thu được của khung video, liệu các lát không nhận được đó bị mất hay giảm sút chất lượng.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm xác định giá trị chất lượng tổng thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều trong số chất lượng mã hóa trung bình hoặc số lượng khung video không chính xác trung bình.

17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mạng truy cập vô tuyến là mạng 5G.

18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mô phỏng RAN bao gồm mô phỏng RAN thứ nhất trong số nhiều mô phỏng RAN, chất lượng video tổng thể bao gồm chất lượng video tổng thể thứ nhất và thực hiện mô phỏng RAN thứ nhất bao gồm thực hiện mô phỏng RAN thứ nhất bằng cách sử dụng các tham số cấu hình thứ nhất, phương pháp này còn bao gồm các bước:

xác định các tham số cấu hình tương ứng cho mỗi trong số các mô phỏng RAN;

thực hiện mỗi trong số các mô phỏng RAN bằng cách sử dụng các tham số cấu hình tương ứng;

xác định giá trị chất lượng video tổng thể cho mỗi trong số các mô phỏng RAN; và

tạo cấu hình mạng để phân phối dữ liệu XR bằng cách sử dụng các tham số cấu hình tương ứng với các giá trị chất lượng video tổng thể tốt nhất cho các mô phỏng RAN.

19. Thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm::

bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong mạch và được tạo cấu hình để:

nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR);

tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video của dữ liệu video;

mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa;

thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến;

giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã;

tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và

xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

20. Thiết bị theo điểm 19, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video để tạo dữ liệu cảnh.

21. Thiết bị theo điểm 19, trong đó để xác định giá trị chất lượng tổng thể, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tính tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp cấu hình.

22. Thiết bị theo điểm 19, trong đó để xác định giá trị chất lượng tổng thể, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số lượng người dùng được hỗ trợ.

23. Thiết bị theo điểm 19, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video, và trong đó để tạo dữ liệu truy vết v, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp;

mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và

kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

24. Thiết bị theo điểm 19, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong các giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit giữa các kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phân đầu.

25. Thiết bị theo điểm 19, trong đó để thực hiện mô phỏng RAN, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa;

đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng;

thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin;

xác định rằng một trong các lát bị mất khi gói cho một lát trong số các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và

xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, liệu lát đó được nhận hay bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

26. Thiết bị theo điểm 19, trong đó để thực hiện mô phỏng RAN, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và

tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

27. Thiết bị theo điểm 26, trong đó để tạo dữ liệu truy vết s, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để gán, cho mỗi trong số các lát, dữ liệu thể hiện khung kết hợp với lát, kích cỡ lát, chất lượng của lát, một vùng của khung được bao phủ bởi lát và thông tin định thời lát.

28. Thiết bị theo điểm 19, trong đó để tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của từng khung video, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định, đối với mỗi lát được mã hóa thu được của khung video, chất lượng của lát; và

xác định, đối với các lát không nhận được của khung video, liệu các lát không nhận được bị mất hoặc giảm sút chất lượng.

29. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được trên máy tính lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho bộ xử lý :

nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR);

tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video;

mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa;

thực hiện mô phỏng mạng truy cập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy cập vô tuyến;

giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã;

tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video đã giải mã; và

xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

30. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được trên máy tính theo điểm 29, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu cảnh bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý thực thi công cụ trò chơi video bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu trò chơi video và dữ liệu cấu hình trò chơi video.

31. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được trên máy tính theo điểm 29, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của số người dùng được hỗ trợ cho một hoặc nhiều tập hợp các cấu hình.

32. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 29, trong đó các lệnh mà khiến cho bộ xử lý xác định giá trị chất lượng tổng thể bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán tỷ lệ phần trăm của các khung video bị hỏng dưới dạng hàm của cấu hình lượng tử hóa cho một hoặc nhiều số người dùng được hỗ trợ.

33. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 29, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý mã hóa các khung video còn bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý::

mã hóa ít nhất một số phần trong khung video bằng cách sử dụng dự báo liên hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vp;

mã hóa ít nhất một số phần của các khung video bằng cách sử dụng dự báo nội hình ảnh để tạo ra dữ liệu truy vết vi; và

kết hợp dữ liệu truy vết vp và dữ liệu truy vết vi để tạo ra dữ liệu truy vết v.

34. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 29, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý mã hóa các khung video còn bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết v, dữ liệu truy vết v thể hiện độ phức tạp của việc mã hóa các khung video và trong đó dữ liệu truy vết v bao gồm một hoặc nhiều trong số các giá trị số hình ảnh hiển thị, giá trị số hình ảnh được mã hóa, giá trị loại hình ảnh, giá trị chất lượng, giá trị bit nội kết cấu, giá trị bit giữa các kết cấu, giá trị bit vector chuyển động, giá trị bit khác, giá trị mã f, giá trị mã b, giá trị mc_mb_var_sum, giá trị mb_var_sum, giá trị i_count, giá trị đếm bỏ qua hoặc giá trị bit phần đầu..

35. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 29, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý thực hiện mô phỏng RAN bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý:

nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa;

đóng gói và phân mảnh các lát để tạo ra các gói trong dữ liệu truy vết p bằng cách sử dụng giao thức truyền tải thời gian thực (RTP) theo gói IP và dữ liệu cấu hình kích thước tải trọng;

thực hiện mô phỏng sự di chuyển của các gói tin;

xác định rằng một trong các lát bị mất khi gói cho một lát trong số các lát bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển của các gói; và

xuất ra dữ liệu thể hiện, cho mỗi lát, liệu lát đó được nhận hay bị mất trong khi mô phỏng quá trình di chuyển và độ trễ di chuyển của các gói đã nhận.

36. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 29, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý thực hiện mô phỏng RAN bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý:

nhận một hoặc nhiều lát của các khung video được mã hóa; và

tạo ra dữ liệu truy vết s từ các lát theo dữ liệu cấu hình chỉ báo kỹ thuật điều khiển tốc độ bit, cài đặt lát, kỹ thuật phục hồi lỗi và kỹ thuật phản hồi.

37. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 36, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tạo ra dữ liệu truy vết lát s bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý gán, cho mỗi trong số các lát, dữ liệu thể hiện một khung kết hợp với lát, kích cỡ lát, chất lượng của lát, diện tích của khung được bao phủ bởi lát và thông tin định thời lát.

38. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 29, trong đó các lệnh khiến cho bộ xử lý tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của từng khung video bao gồm các lệnh khiến cho bộ xử lý:

xác định, đối với mỗi lát được mã hóa thu được của khung video, chất lượng lát; và

xác định, đối với các lát không nhận được của khung video, liệu các lát không nhận được bị mất hay bị giảm sút chất lượng.

39. Thiết bị xử lý dữ liệu phương tiện, thiết bị này bao gồm:

phương tiện để nhận thông tin theo dõi và cảm biến từ thiết bị máy khách thực tế mở rộng (Extended Reality - XR);

phương tiện để tạo dữ liệu cảnh bằng cách sử dụng thông tin theo dõi và cảm biến, dữ liệu cảnh bao gồm một hoặc nhiều khung video;

phương tiện để mã hóa các khung video để tạo ra các khung video được mã hóa;

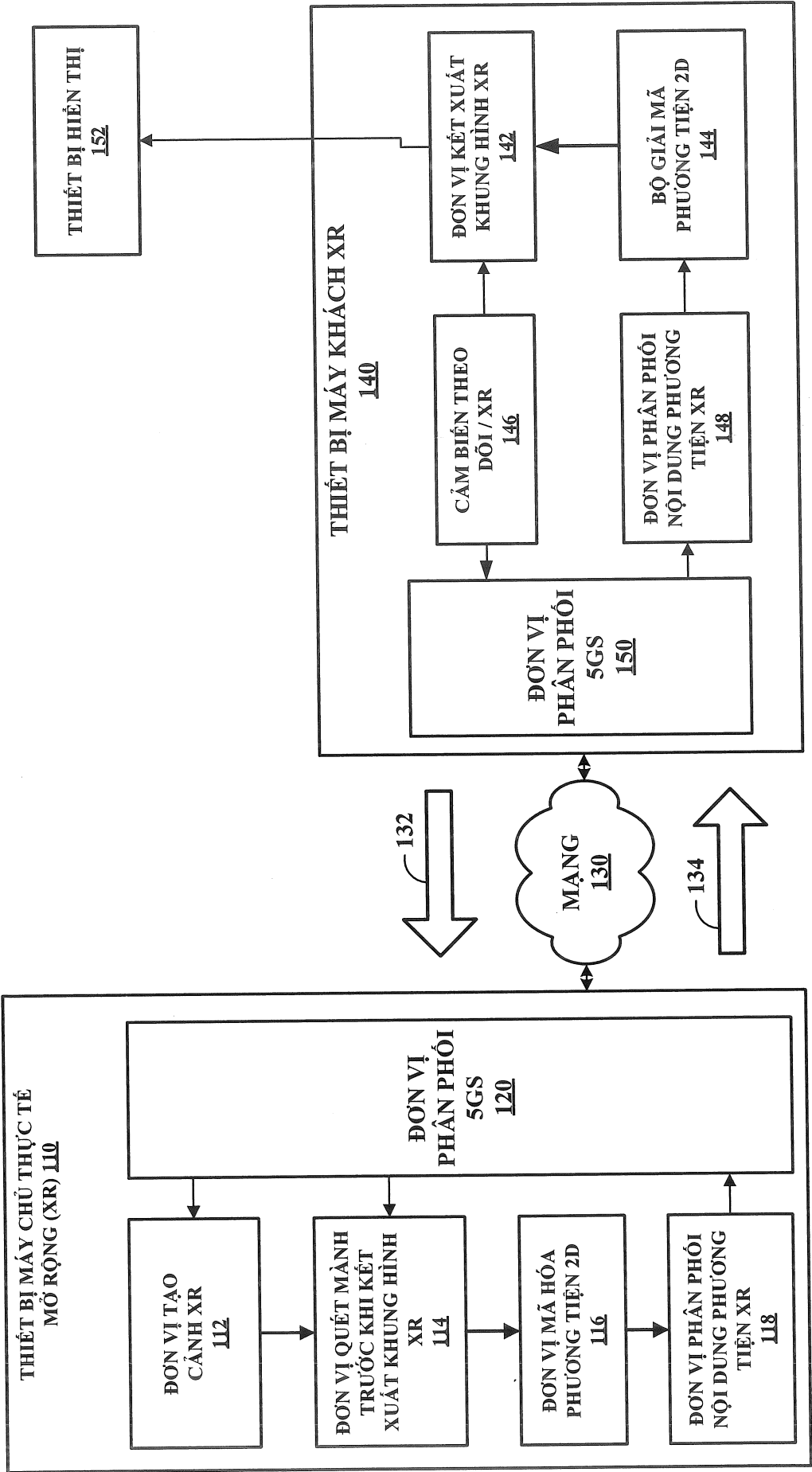
phương tiện để thực hiện mô phỏng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) để phân phối các khung video được mã hóa qua mạng truy nhập vô tuyến;

phương tiện để giải mã các khung video được mã hóa được phân phối theo mô phỏng RAN để tạo ra các khung video được giải mã;

phương tiện để tính toán các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video từ một hoặc nhiều khung video được tạo và khung video được giải mã; và

phương tiện để xác định giá trị chất lượng tổng thể từ các giá trị thể hiện chất lượng khung riêng lẻ của mỗi trong số các khung video.

100 →



1 / 12

FIG. 1

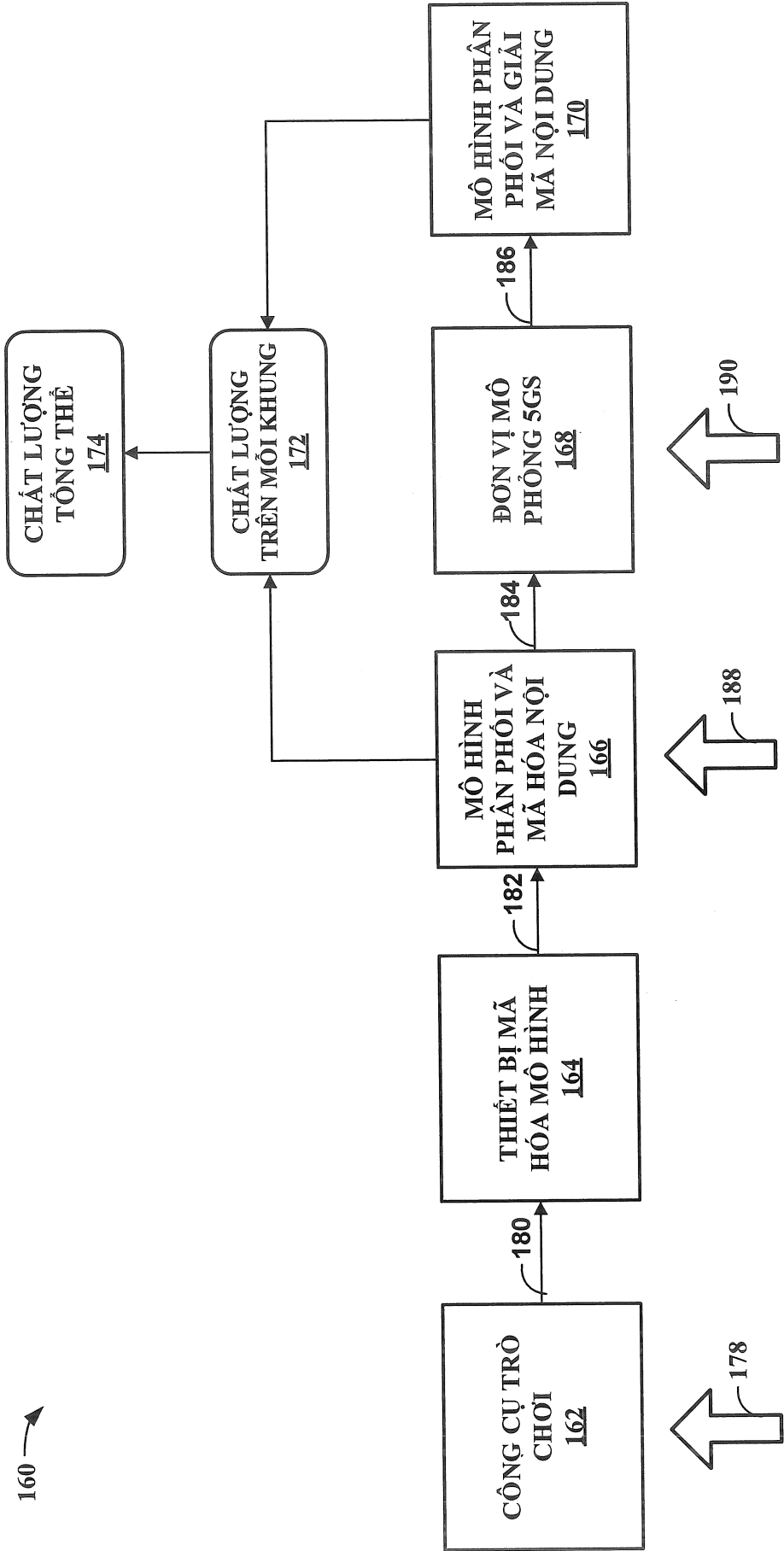


FIG. 2

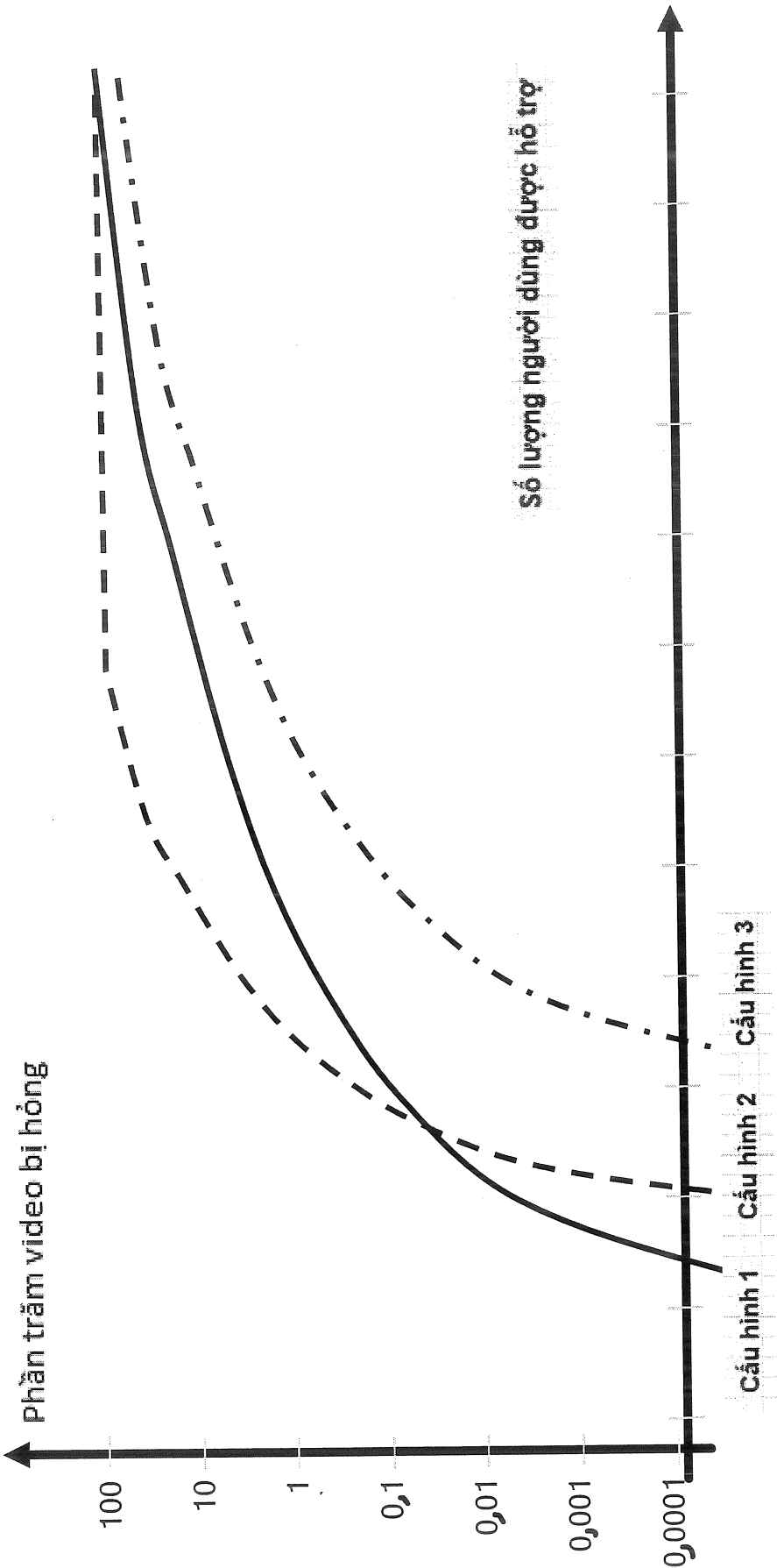


FIG. 3

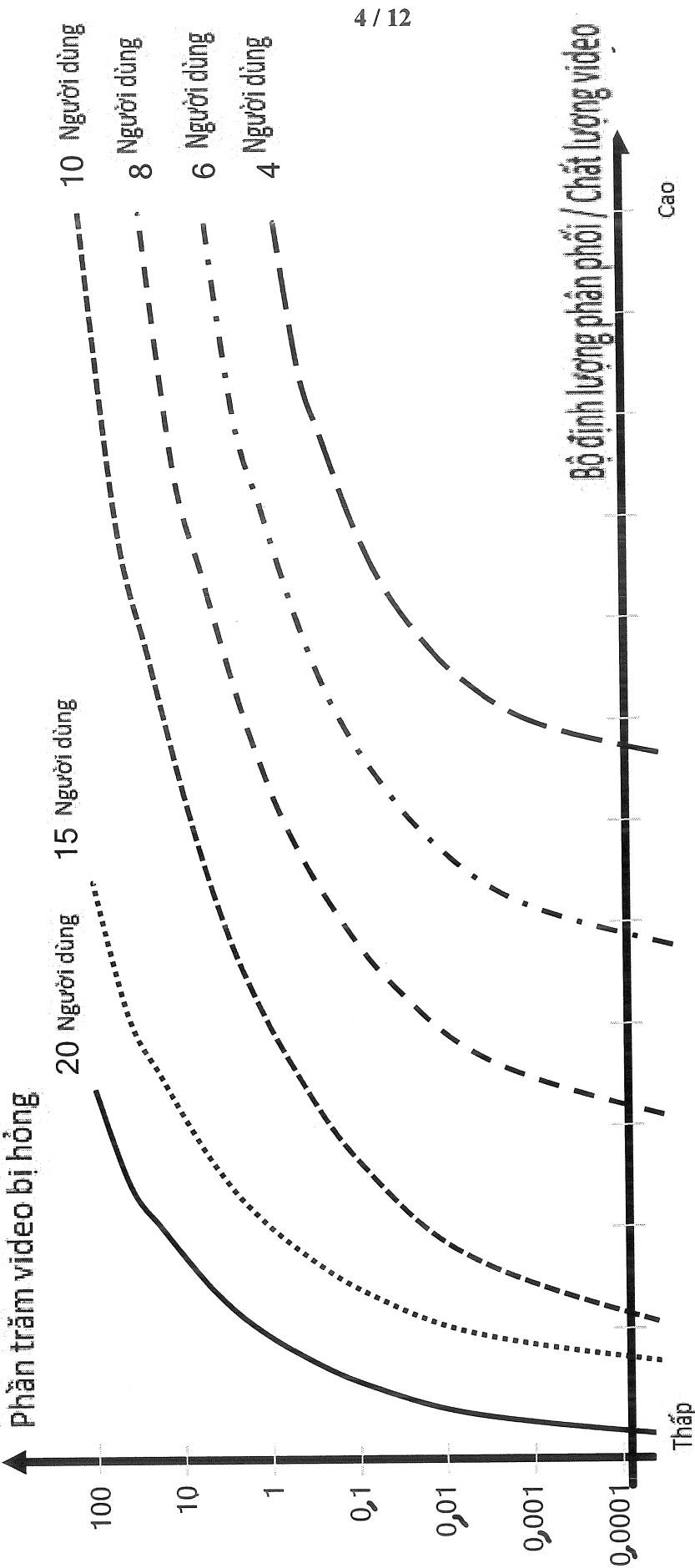


FIG. 4

Chất lượng video được phân phối
 Kết quả tốc độ bit
 Kết quả phân bố dữ liệu bị mất

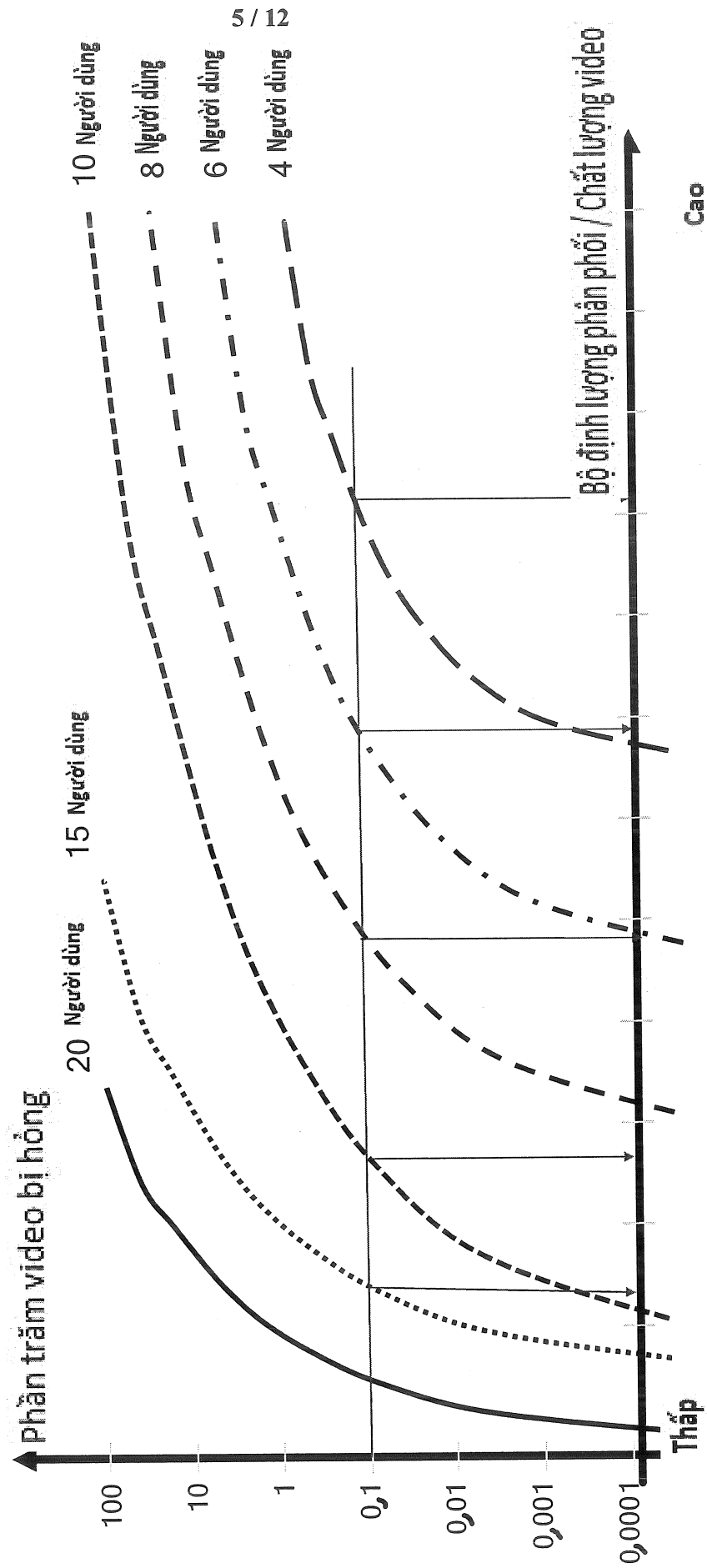


FIG. 5

200 →

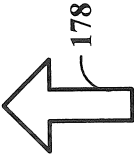
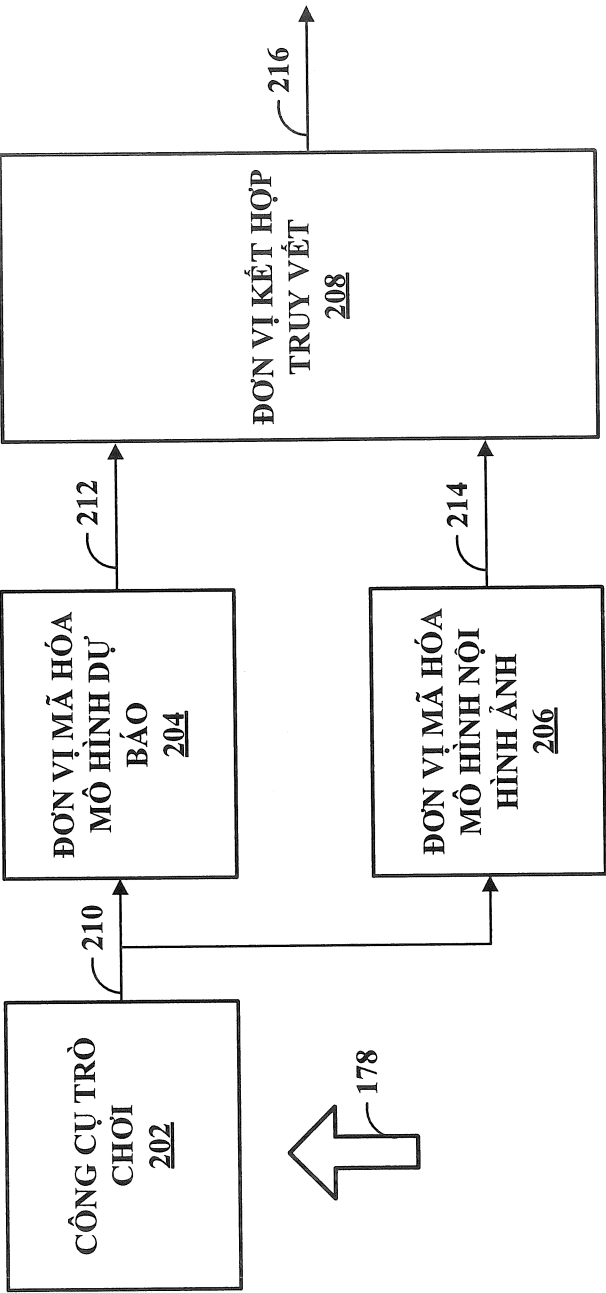


FIG. 6

220 →

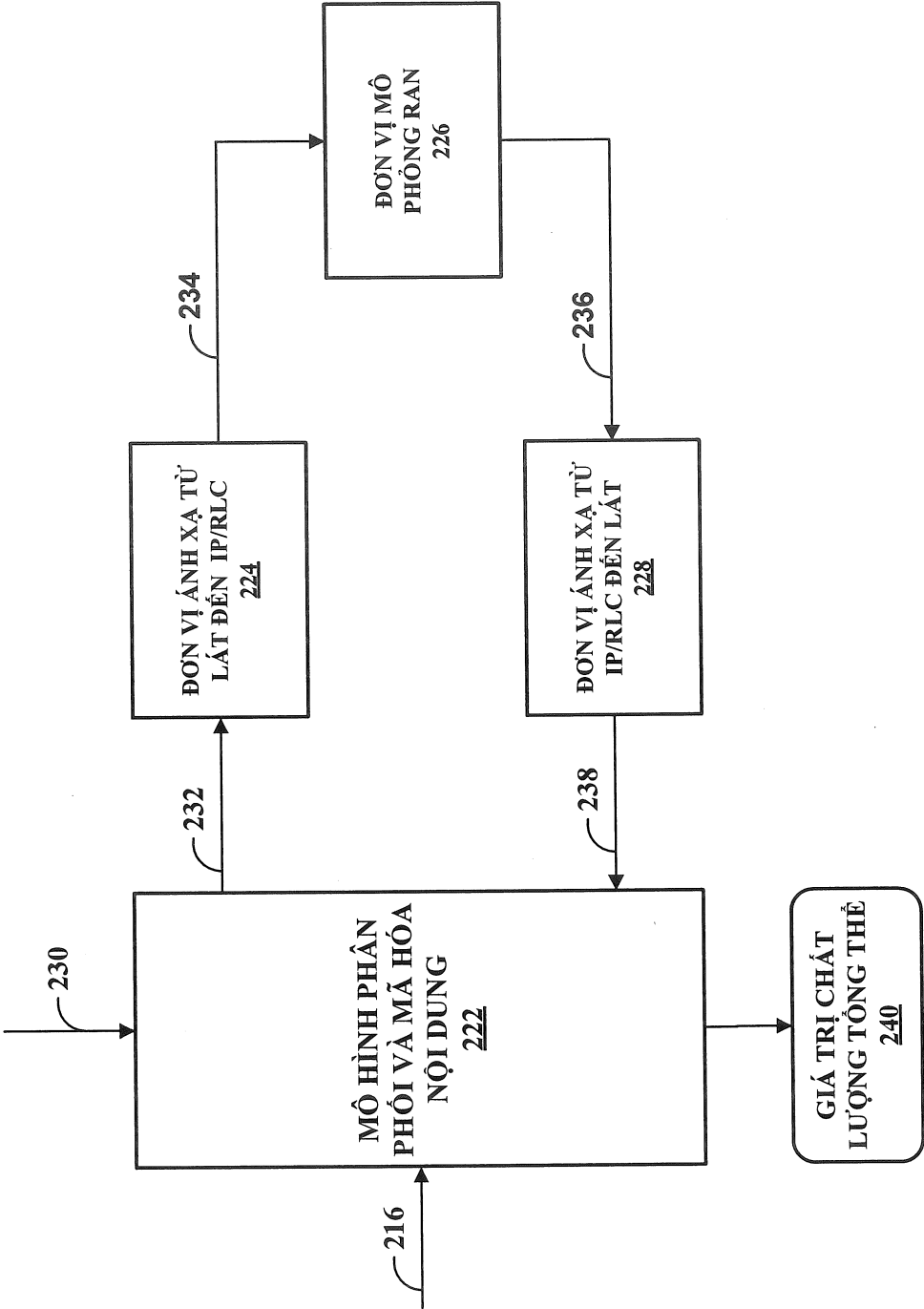
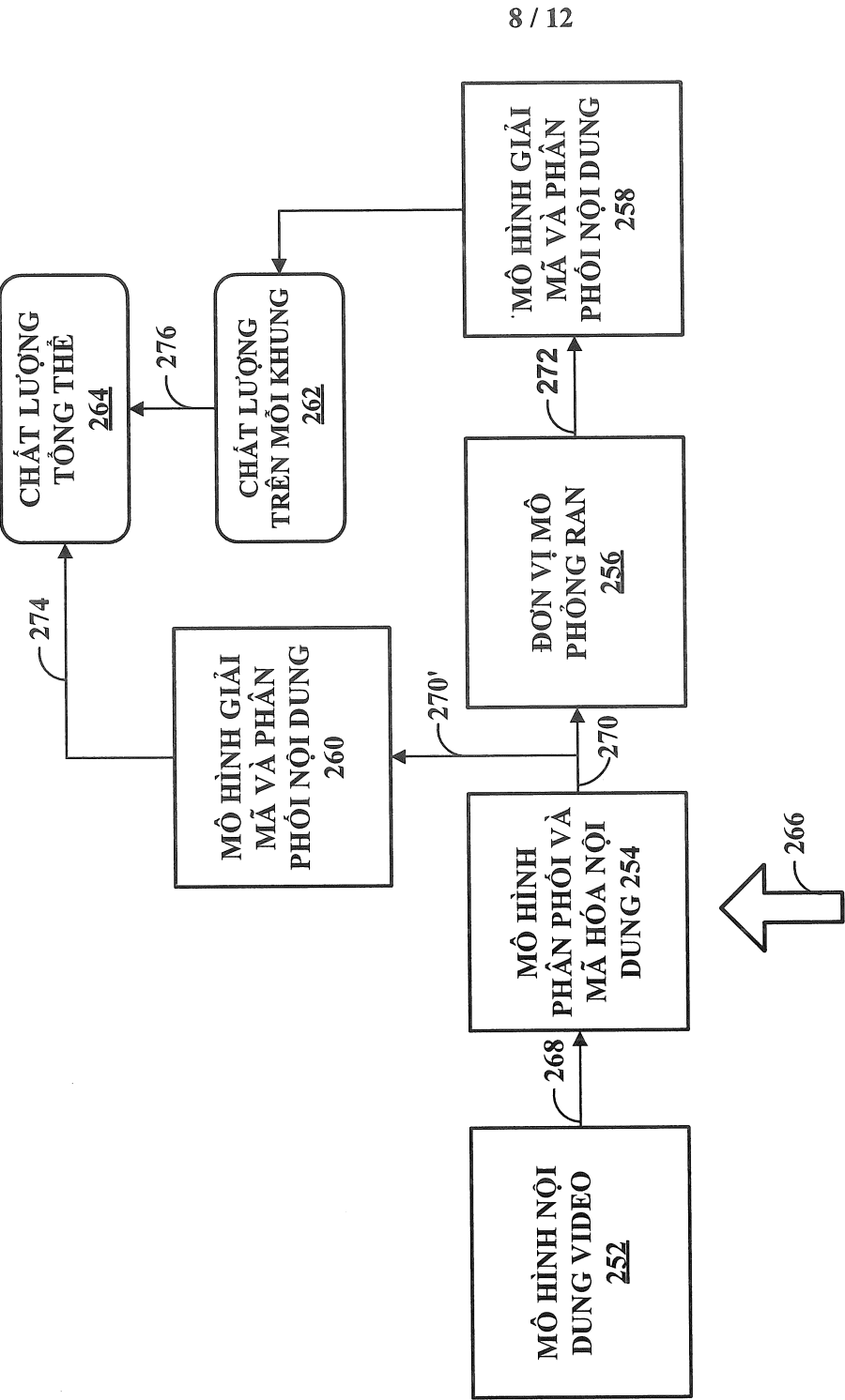


FIG. 7



250 →

FIG. 8

280 →

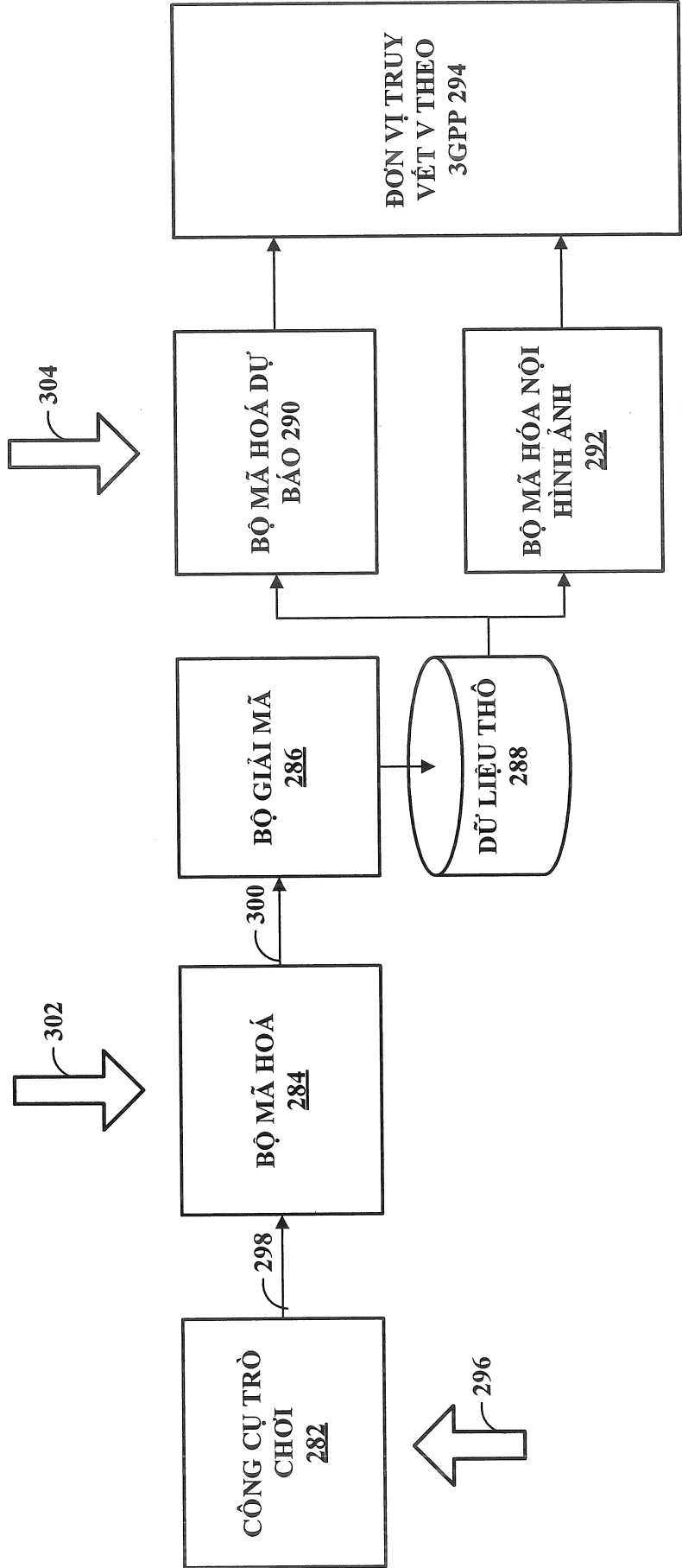


FIG. 9

10 / 12

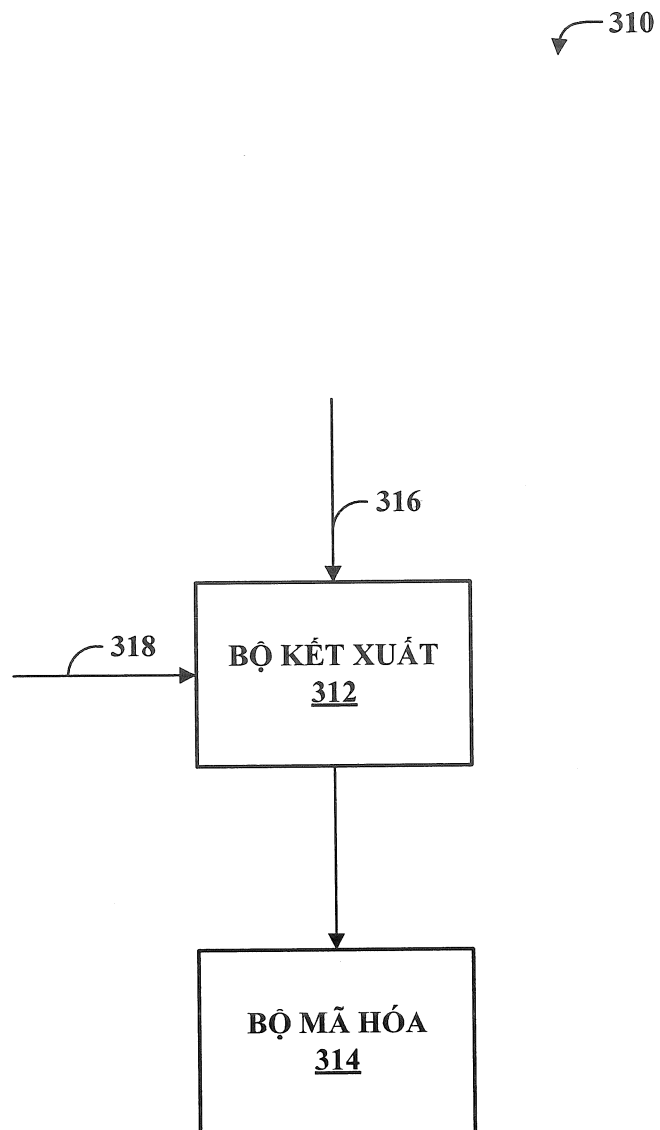


FIG. 10

11 / 12

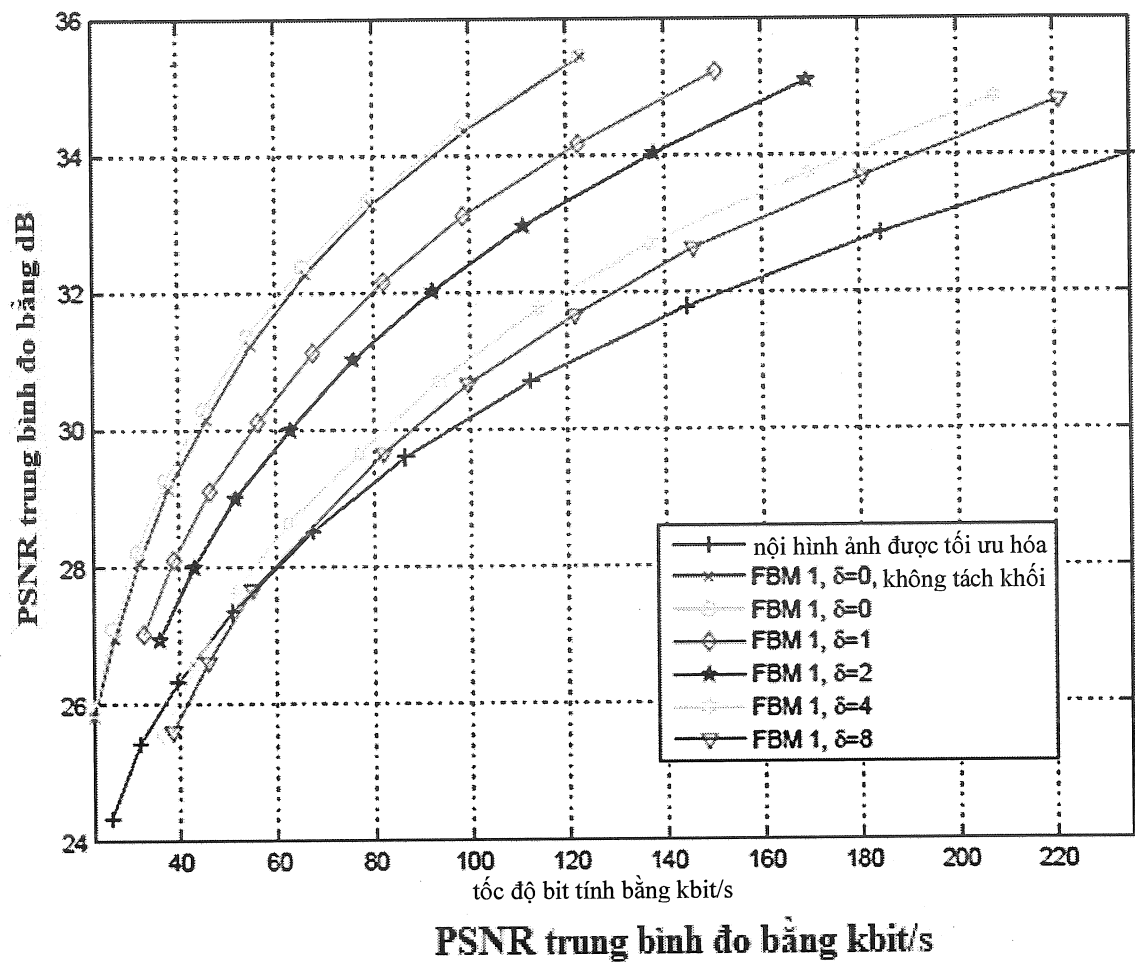


FIG. 11

12 / 12

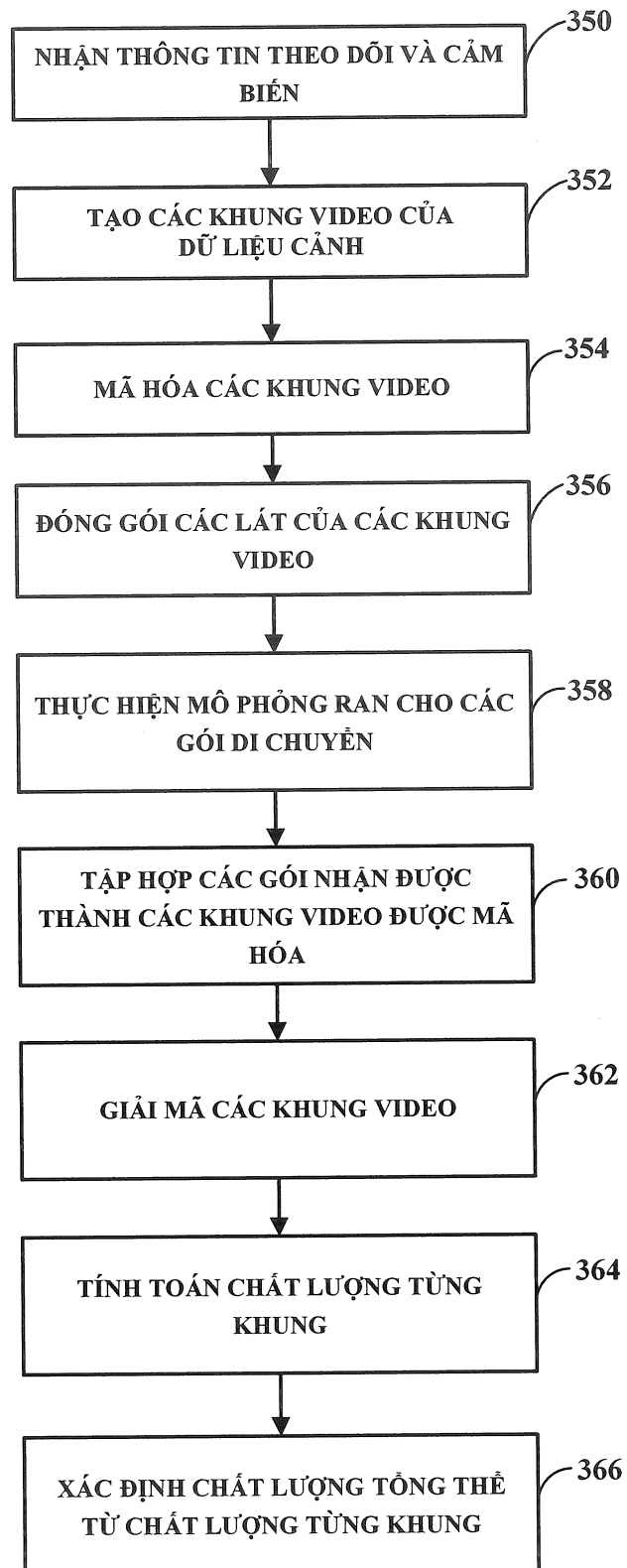


FIG. 12