



(12) **BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
1-0021155

(51)⁷ **H04N 19/31, 19/61, H04B 1/66, H03M**
13/00, G06K 9/36

(13) **B**

(21) 1-2018-02839

(22) 29.06.2018

(45) 25.06.2019 375

(43) 25.10.2018 367

(73) **ĐINH TRIỀU DƯƠNG (VN)**

Phòng 204, Nhà G2, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, 144
Xuân Thủy, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) **Đinh Triều Dương (VN), Hoàng Văn Xiêm (VN)**

(54) **PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA VÀ GIẢI MÃ VIDEO PHÂN TÁN**

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa và giải mã video phân tán bao gồm quy trình mã hóa và quy trình giải mã, trong đó, phương pháp mã hóa video phân tán được thực hiện trước tiên tại bên mã hóa (bộ mã hóa - WZ encoder) với các bước: phân chia chuỗi video, mã hóa các khung hình KEY, mã hóa các khung hình WZ và sau đó được thực hiện tại bên giải mã (bộ giải mã - WZ decoder) với các bước: giải mã hóa các khung hình KEY, giải mã các khung hình WZ, trong đó việc mã hóa và giải mã các khung hình KEY sử dụng bộ mã hóa/giải mã JEM (Joint Exploration Model).

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa thông tin video phân tán sử dụng cho các ứng dụng yêu cầu độ phức tạp về mã hóa tại phía phát thấp như mạng cảm biến không dây, hệ thống camera giám sát, hay hệ thống cảm biến điều khiển từ xa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngày nay, công nghệ mã hóa video đã và đang được sử dụng rất phổ biến, từ các ứng dụng truyền thống như truyền hình quảng bá, truyền hình hội nghị đến các ứng dụng mới xuất hiện như mạng cảm biến (sensor), mạng giám sát từ xa... Các công nghệ đều dựa trên mô hình mã hóa video dự đoán, với các chuẩn mã hóa phổ biến như MPEG-2/Video, H264/AVC hay H.265/HEVC.

Mặc dù cho hiệu quả mã hóa cao, do khai thác có hiệu quả thông tin tương quan giữa các khung hình tại phía phát, công nghệ mã hóa này cũng luôn đi cùng với mức độ yêu cầu cao về độ phức tạp thuật toán tại phía phát, do đó cần những thiết bị hiện đại, đắt tiền ở bên phát. Mô hình mã hóa này phù hợp với hệ thống truyền hình quảng bá, ở đó đài truyền hình với nguồn tài chính mạnh đầu tư các thiết bị đắt tiền để phát sóng. Ở phía người dùng, bộ giải mã thường là đơn giản giúp cho người dùng có thể dễ dàng xem các chương trình với bộ đầu thu có giá thành rẻ.

Công nghệ ngày càng phát triển, các mô hình mạng video khác cũng được triển khai trong đời sống, chẳng hạn như các mạng video giám sát giao thông, camera an ninh lắp đặt trong các nhà hàng, bệnh viện... Những hệ thống này có đòi hỏi hoàn toàn khác so với hệ thống truyền hình quảng bá là yêu cầu phân phát đơn giản, gọn nhẹ, rẻ tiền trong khi phân phức tạp có thể chuyển về bộ xử lý trung tâm

ở phía thu, nơi sẽ được đầu tư thiết bị tập trung và hiện đại hơn. Do đó các chuẩn mã hóa video truyền thống sẽ không còn phù hợp nữa.

Yêu cầu đặt ra là phát triển mô hình mã hóa thế nào để đơn giản phần mã hóa mà vẫn không làm tổn thất đáng kể về hiệu suất nén so với các mô hình truyền thống. Do vậy, mô hình mã hóa video phân tán (DVC – Distributed Video Coding) được xây dựng và phát triển dựa trên nền tảng lý thuyết thông tin kinh điển và hai định lý của Slepian – Wolf (cho mã hóa không tổn thất) với Wyner – Ziv (cho mã hóa tổn thất).

Đã biết một số sáng chế liên quan đến mô hình mã hóa video phân tán (DVC), đặc biệt là các sáng chế gần đây của Hoa Kỳ. Các sáng chế số US 9,729,871 đề cập phương pháp bảo vệ đơn vị tạo ảnh dự đoán mới, còn gọi là thông tin phụ; US 9,210,436 đề cập phương pháp mã hóa và giải mã hóa video phân tán (theo chuẩn H.264/AVC và theo phương pháp của Stanford); US 9,088,778 đề cập phương pháp mã hóa video phân tán nhiều cảnh nhìn (view) trên nền tảng hướng tiếp cận tạo mã syndrome; US 9,014,499 đề cập phương pháp mã hóa nguồn sử dụng chế độ (mode) dự đoán mới trên nền tảng việc tạo thông tin phụ trong mã hóa phân tán; US 8,953,038 đề cập phương pháp làm giảm dung lượng thông tin cần lưu trữ thông qua việc xác định các thông số thống kê ứng với mỗi dòng dữ liệu đầu vào và các điều kiện lưu trữ; US 8,634,663 đề cập phương pháp mã hóa ảnh thu được từ camera trường sáng (plenoptic) sử dụng nguyên lý mã hóa phân tán DVC; US 8,451,906 đề cập phương pháp tái tạo hiệu quả các khung hình mã hóa trong phương thức mã hóa video phân tán; US 8,451,905 đề cập phương thức mã hóa hiệu quả thông qua khai thác kỹ thuật phân tách SVD trong xử lý các khối điểm ảnh; US 8,446,949 đề xuất phương pháp cải tiến thông tin phụ trong hệ thống mã hóa video phân tán; US 8,275,032 đề xuất kỹ thuật điều khiển tốc độ mã hóa thông qua việc tính toán lượng thông tin cần mã hóa dựa trên tương quan giữa ảnh

gốc và ảnh dự đoán. Nhược điểm của các sáng chế này là chỉ đề cập tới mã hóa video phân tán trên nền tảng kế thừa và kết hợp với chuẩn H.264/AVC ra đời vào năm 2003.

Hiện tại chưa có sáng chế nào đề xuất phương pháp mã hóa video phân tán dựa trên nền tảng mô hình mã hóa đang được phát triển gần đây JEM (Joint Exploration Model). JEM là mô hình mã hóa video đang được phát triển bởi nhóm các chuyên gia mã hóa video thế giới – Joint Video Exploration Team (JVET). JEM hiện chưa được dịch sang tiếng Việt nên giữ nguyên gốc tiếng Anh. Mô hình mã hóa JEM có hiệu năng mã hóa tốt hơn chuẩn H.264/AVC khoảng trên 50%. Ngoài ra, bộ mã hóa JEM là bộ mã hóa có hiệu năng cao gồm các kỹ thuật tiên tiến mới được phát triển gần đây nhất. Tuy nhiên, phương pháp mã hóa video phân tán thông thường sẽ không thể đạt được hiệu năng mã hóa cao với chất lượng trải nghiệm video tốt nếu chỉ đơn thuần kết hợp một cách cơ học giữa bộ mã hóa JEM với kỹ thuật mã hóa phân tán truyền thống. Cụ thể hơn, theo phương pháp mã hóa video phân tán, chuỗi video đầu vào luôn được chia thành hai nhóm khung hình bao gồm các khung hình KEY (KEY frames) và các khung hình WZ (Wyner-Ziv frames). Mỗi nhóm khung hình này sẽ được mã hóa theo các chuẩn mã hóa khác nhau, và tùy thuộc vào chuẩn mã hóa của tín hiệu video đầu vào, cần phải điều chỉnh tối ưu các tham số mã hóa tương ứng với các chuẩn mã hóa sử dụng cho cả hai loại khung hình nếu không sẽ xảy ra hiện tượng hình ảnh không mượt (smooth) và thay đổi bất thường (fluctuation) giữa các khung hình và gây ra trải nghiệm kém cho người xem dù hiệu năng nén tổng thể có thể tốt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục các nhược điểm trên, sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa video phân tán bao gồm các quy trình mã hóa, giải mã với các bước trong mỗi quy trình dưới đây:

- Quy trình thứ nhất được thực hiện tại bên mã hóa (WZ encoder) với các bước sau:

Bước 1-phân chia chuỗi video;

Bước 2-mã hóa các khung hình KEY bằng bộ mã hóa JEM (JEM ((Joint Exploration Model)) encoder);

Bước 3-mã hóa các khung hình WZ (WZ frames) bằng bộ mã hóa phù hợp bất kỳ bao gồm quá trình:

a. biến đổi, lượng tử hóa;

b. mã hóa kênh và bộ đệm;

trong đó:

trong bước 2, thực hiện lựa chọn giá trị tham số bước lượng tử hóa (QP - Quantization parameter) dùng để mã hóa các khung hình KEY tùy thuộc vào chuẩn mã hóa video đầu vào, và

trong bước 3, thực hiện lựa chọn giá trị tham số ma trận lượng tử hóa (QM - Quantization matrix), và

các giá trị tham số QP và QM sẽ được lựa chọn sao cho chất lượng hình ảnh giữa các khung hình KEY và khung hình WZ về cơ bản là đồng đều nhau.

- Quy trình thứ hai được thực hiện tại bên giải mã (WZ decoder) với các bước sau:

Bước 1-giải mã hóa các khung hình KEY bằng bộ giải mã JEM (JEM (Joint Exploration Model) decoder);

Bước 2-giải mã các khung hình WZ bằng bộ giải mã phù hợp bất kỳ bao gồm quá trình:

a. tạo và khai thác thông tin phụ;

- b. tạo mô hình kênh ảo và tính toán đầu vào mềm;
- c. giải mã kênh và kiểm tra đầu cuối (CRC);
- d. khôi phục và biến đổi ngược,

trong đó:

trong bước 1, thực hiện lựa chọn giá trị tham số bước lượng tử hóa (QP - Quantization parameter) dùng để giải mã các khung hình KEY tùy thuộc vào chuẩn mã hóa video đầu vào, và

trong bước 2, thực hiện lựa chọn giá trị tham số ma trận lượng tử hóa (QM - Quantization matrix), và

các giá trị tham số QP và QM sẽ được lựa chọn sao cho chất lượng hình ảnh giữa các khung hình KEY và khung hình WZ về cơ bản là đồng đều nhau.

Mô tả văn tắt hình vẽ

Hình 1: Sơ đồ hoạt động của phương pháp mã hóa video phân tán.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây sáng chế sẽ được mô tả chi tiết có dựa vào hình vẽ kèm theo. Chuỗi video đầu vào bộ xử lý video thực chất là một chuỗi bao gồm rất nhiều các khung hình (frame) video liên tiếp nhau. Bởi vậy, để thuận tiện cho quá trình xử lý từng khung hình video người ta thường phải chia chuỗi video đầu vào thành từng nhóm các khung hình video nhỏ hơn. Trong mỗi nhóm các khung hình GOP này có thể bao gồm 2, 4, 8, hay 16 khung hình video/nhóm. Trong trường hợp này: "GOP bằng 2" nghĩa là: Chuỗi video đầu vào được chia thành các nhóm khung hình video nhỏ, trong đó: số lượng khung hình video trong mỗi nhóm là 2 (khung hình): $2 \text{ frame/GOP hay } \text{GOP} = 2$.

Hình 1 là sơ đồ minh họa cho phương pháp mã hóa video phân tán theo một phương án của sáng chế, phương pháp này bao gồm các quy trình mã hóa, giải mã với các bước cụ thể trong mỗi quy trình dưới đây:

- Quy trình thứ nhất được thực hiện tại bên mã hóa (WZ encoder) với các bước sau:

Bước 1-phân chia chuỗi video: chuỗi video đầu vào được phân tách ra làm hai chuỗi nhỏ, được xác định bởi nhóm các bức ảnh (GOP - Group of Pictures), chuỗi thứ nhất bao gồm các khung hình KEY (Key frames), chuỗi thứ hai bao gồm các khung hình WZ (Wyner-Ziv frames), trong đó, với GOP bằng 2 (chuỗi video đầu vào được chia thành các nhóm khung hình video nhỏ, trong đó số lượng khung hình video trong mỗi nhóm là 2 (khung hình): 2 frame/GOP hay $\text{GOP} = 2$), các khung hình tại vị trí chẵn sẽ là các khung hình Key, còn vị trí lẻ sẽ là các khung hình WZ;

Bước 2-mã hóa các khung hình KEY: sử dụng, khai thác bộ mã hóa JEM (Joint Exploration Model - Encoder) để mã hóa các khung hình thay vì sử dụng bộ mã hóa truyền thống H.264/AVC như trước;

Bước 3-mã hóa các khung hình WZ: sử dụng, khai thác bộ mã hóa JEM chỉ một phần thông tin hình ảnh gốc, thay vì mã hóa các thành phần dư thừa như trong chuẩn H.264/AVC, HEVC, theo quá trình sau:

a. *biến đổi, lượng tử hóa:* trước tiên biến đổi cosin rời rạc (DCT – Discrete Cosine Transform) được thực hiện cho các khối điểm ảnh (pixel block) với kích cỡ 4 x 4 của mỗi khung hình WZ, rồi nhóm hệ số DCT của toàn bộ khung hình WZ lại với nhau theo vị trí của từng hệ số DCT trong một khối để tạo ra một hệ số DCT chuẩn, sau đó lượng tử hóa đồng nhất mỗi chuẩn DCT với một số mức độ tùy thuộc vào chất lượng đích, trong đó đối với mỗi một chuẩn, các bit biểu diễn lượng tử sẽ được nhóm lại với nhau tạo nên một “mặt

phẳng” bit (gọi là bitplane), cuối cùng là mã hóa độc lập các bitplane này;

- b. mã hóa kênh và bộ đệm:* trước tiên áp dụng với mỗi chuẩn DCT bắt đầu từ bitplane lớn nhất (MSB - Most significant bitplane) một tốc độ phù hợp mã tích lũy chẵn lẻ mật độ thấp (LDPCA - Low density parity codes accumulate), sau đó lưu trữ thông tin chẵn lẻ từ mỗi bitplane tại một vùng đệm ra rồi gửi thành từng mảng khi có yêu cầu từ bộ giải mã hóa qua kênh phản hồi.

Trong đó, trong bước 2, cần thực hiện lựa chọn giá trị tham số bước lượng tử hóa (QP - Quantization parameter) dùng để mã hóa các khung hình KEY tùy thuộc vào chuẩn mã hóa video đầu vào, và trong bước 3, thực hiện lựa chọn giá trị tham số ma trận lượng tử hóa (QM - Quantization matrix). Các giá trị tham số QP và QM sẽ được lựa chọn sao cho chất lượng hình ảnh giữa các khung hình KEY và khung hình WZ về cơ bản là đồng đều nhau.

- Quy trình thứ hai được thực hiện tại bên giải mã (WZ decoder) với các bước sau:

Bước 1-giải mã hóa các khung hình KEY: giải mã chuỗi bit chứa thông tin các khung hình Key bằng cách sử dụng bộ giải mã JEM (JEM – Decoder), trong đó các thông tin tái tạo của khung hình sẽ được sử dụng để hỗ trợ giải mã các khung hình WZ như ở các bước tiếp theo;

Bước 2-giải mã các khung hình WZ bao gồm quá trình sau:

- a. tạo và khai thác thông tin phụ:* trước tiên sử dụng giải pháp nội suy bù trừ chuyển động (motion compensated interpolation: MCI) để tạo ra thông tin phụ (side information: SI), trong đó tại MCI, một trường chuyển động gần chuyển động thực được ước lượng giữa khung hình trước (quá khứ) và khung hình sau (tương lai) để thực

hiện sự bù trừ chuyển động giữa hai khung tham chiếu cho ra các thông tin phụ;

- b. Mô hình kênh ảo và tính toán đầu vào mềm:* trước tiên sử dụng phân bố Laplace (Laplacian) đối với bộ giải mã DVC để làm mô hình tap âm tương quan (phân bố lỗi giữa DCT chuẩn tương ứng của SI và khung hình WZ) thông qua việc ước lượng sự sai khác giữa trước và sau khung tham chiếu đã bù chuyển động, làm một sự ước tính thô của khung hình SI;
- c. Giải mã kênh và kiểm tra đầu cuối (CRC):* sử dụng bộ giải mã LDPCA (bắt đầu từ MSB) để sửa lỗi bit trong SI đối với mỗi bitplane được giải mã khi các hệ số cosin của khung hình SI và thống kê tap âm tương quan cho mỗi hệ số cosin chuẩn được biết, đồng thời, truyền một kiểm tra tổng đầu cuối (CRC) để giúp bộ giải mã tìm ra, sửa các lỗi còn sót lại tại mỗi bitplane vì một số lỗi dư thừa có thể còn lại sau việc dùng yêu cầu, có thể tạo ra ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng khung giải mã;
- d. Khôi phục và biến đổi ngược:* nhóm tất cả các bitplane liên quan đến mỗi hệ số DCT chuẩn sau khi giải mã kênh để tạo nên ký hiệu lượng tử gắn với mỗi chuẩn trước khi kết hợp với các thông tin phụ có sẵn tại bộ giải mã để khôi phục hệ số DCT và tạo ra khung hình WZ.

Trong đó, trong bước 1, cần thực hiện lựa chọn giá trị tham số bước lượng tử hóa (QP - Quantization parameter) dùng để giải mã các khung hình KEY tùy thuộc vào chuẩn mã hóa video đầu vào, và trong bước 2, thực hiện lựa chọn giá trị tham số ma trận lượng tử hóa (QM - Quantization matrix). Các giá trị tham số QP và QM

sẽ được lựa chọn sao cho chất lượng hình ảnh giữa các khung hình KEY và khung hình WZ về cơ bản là đồng đều nhau.

Việc điều chỉnh tham số bước lượng tử hóa QP áp dụng cho bộ mã hóa/giải mã JEM có vai trò rất quan trọng để đảm bảo hiệu suất mã hóa tổng thể ở mức tốt. Đồng thời, tham số QM áp dụng cho bộ mã hóa/giải mã phù hợp bất kỳ cũng phải được chọn để vừa đảm bảo hiệu suất mã hóa cao mà chất lượng mã hóa giữa hai loại khung hình là tốt đồng đều.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Với quy trình mã hóa, giải mã mô tả ở trên, sáng chế được thực hiện như sau:

Tại phía phát, người dùng, sau khi sử dụng cảm biến hình ảnh thu nhận đoạn video, sẽ kích hoạt việc sử dụng bộ mã hóa DVC-JEM để mã hóa đoạn video thu nhận được, việc này được thực hiện tại bên mã hóa (WZ encoder). Kết quả cuối cùng sẽ là hai chuỗi bit chứa các thông tin mã hóa. Chuỗi đầu tiên chứa thông tin các khung hình trong khi chuỗi thứ hai chứa thông tin các khung hình WZ.

Tại phía thu, sau khi cả hai chuỗi bit được thu nhận được, quy trình giải mã hóa sử dụng bộ DVC-JEM sẽ được thực hiện theo thứ tự sau. Thứ nhất, chuỗi bit chứa thông tin các khung hình sẽ được giải mã sử dụng bộ mã hóa JEM. Các khung hình sau giải mã sẽ được sử dụng trong bộ giải mã hóa DVC-JEM để tạo ra các thông tin phụ như mô tả ở trên. Thông tin phụ sẽ được kết hợp cùng với thông tin ước lượng tương quan và thông tin giải mã từ phía chuỗi bit WZ để tái tạo ra khung hình WZ.

Để đạt được mục đích đề ra, điều cần thiết là phải hiệu chỉnh các thông số kỹ thuật của hệ thống để có thể thích nghi và khai thác hiệu quả các tính năng kỹ thuật mới của bộ mã hóa JEM.

Qua nhiều thí nghiệm, tác giả đã phát hiện ra rằng, tùy vào chuẩn mã hóa video đầu vào, việc điều chỉnh đồng thời tham số QP dùng để mã hóa khung hình KEY, và tham số QM để mã hóa khung hình WZ đóng vai trò rất quan trọng trong khi thực hiện phương pháp mã hóa/giải mã video phân tán theo sáng chế. Vấn đề gặp phải khi ứng dụng bộ mã hóa/giải mã JEM trong hệ thống mã hóa/giải mã video phân tán đó là để đạt được hiệu suất mã hóa cao nhưng chất lượng của các khung hình KEY và khung hình WZ liên tiếp nhau bị thay đổi bất thường (fluctuation), bị giật hình do đó gây ra trải nghiệm khó chịu cho người xem. Qua nhiều thí nghiệm, tác giả đã phát hiện ra cách thức để khắc phục vấn đề trên, đó là lựa chọn giá trị tham số QP để áp dụng riêng cho bộ mã hóa JEM để mã hóa khung hình KEY, và lựa chọn giá trị QM để thực hiện mã hóa khung hình WZ, các giá trị QP và QM sẽ được chọn sao cho chất lượng hình ảnh của khung hình KEY sau khi mã hóa gần tương đương hay sát (vì trong đa số trường hợp chất lượng các khung hình này không thể giống hệt nhau) với chất lượng hình ảnh của khung hình WZ sau khi mã hóa có. Kết quả của cách lựa chọn bộ tham số QP và QM này là đảm bảo sự trơn tru trong chuyển tiếp giữa các khung hình KEY và khung hình WZ thiết bị hiển thị chuỗi video và vẫn đạt được hiệu năng mã hóa cao.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa thông tin video thế hệ mới sử dụng cho các ứng dụng yêu cầu độ phức tạp về mã hóa tại phía phát thấp như mạng cảm biến không dây, hệ thống camera giám sát, hay hệ thống cảm biến điều khiển từ xa. Với yêu cầu này, các chuẩn mã hóa video phổ biến như H.264/AVC hay HEVC không phù hợp do độ phức tạp tính toán cao tại phía mã hóa.

Trong nỗ lực đưa ra giải pháp để đáp ứng nhu cầu mã hóa video trong thực tiễn này, sáng chế đề xuất một phương pháp mã hóa video phân tán thế hệ mới, có hiệu năng mã hóa tốt hơn các phương pháp mã hóa video phân tán hiện nay trên cơ

sở các kết quả thu được của mô hình mã hóa đang được hiệp hội các chuyên gia về mã hóa ảnh động (MPEG – Motion Picture Expert Group) nghiên cứu.

Phương pháp theo sáng chế giúp khắc phục được nhược điểm của các phương pháp mã hóa video hiện nay như các chuẩn H.264/AVC, HEVC hay MPEG-2/Video.

Hơn thế nữa, mô hình mã hóa theo sáng chế còn khai thác hiệu năng mã hóa cao của các kỹ thuật được phát triển gần đây nhất của bộ mã hóa JEM (Joint Exploration Model).

Tại phía phát, các luồng video thu được từ camera sẽ được mã hóa nén dùng kỹ thuật mã hóa phân tán DVC-JEM theo các bước như đã thể hiện ở trên. Chuỗi video sau khi được mã hóa nén được truyền tới nơi thu là các trung tâm xử lý thông tin. Tại trung tâm xử lý này, các luồng video nhận được sẽ được giải mã để khôi phục lại hình ảnh video ban đầu. Nơi thu là đồng thời cũng là nơi tiếp nhận nhiều luồng video khác nhau đến từ các nguồn hình ảnh camera khác nhau, nên đầu thu của hệ thống giám sát thường là các hệ thống có cấu hình và hiệu năng xử lý thông tin rất cao, có khả năng thực hiện các thuật toán phức tạp như: phân tích dữ liệu lớn, nhận dạng đối tượng, giám sát đối tượng, hay trung tâm điều khiển lưu lượng của hệ thống, v.v..

Khác với các hệ thống giám sát camera dùng kỹ thuật mã hóa video truyền thống (sử dụng các chuẩn mã hóa truyền thống như: H.264/AVC, H.265/HEVC...), hệ thống giám sát camera dùng kỹ thuật mã hóa DVC-JEM không yêu cầu các camera thực hiện mã hóa video tại đầu thu có cấu hình cao, kỹ thuật mã hóa đơn giản. Do vậy, camera dùng kỹ thuật mã hóa DVC-JEM có thể kéo dài tuổi thọ của pin sử dụng với kích thước nhỏ. Đây là các yêu cầu rất quan trọng cần phải đáp ứng đối với các hệ cảm biến hình ảnh không dây trong thực tế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp mã hóa video phân tán được thực hiện tại bên mã hóa (bộ mã hóa - WZ encoder) với các bước sau:

bước 1-phân chia chuỗi video;

bước 2-mã hóa các khung hình KEY bằng bộ mã hóa JEM (JEM ((Joint Exploration Model)) encoder);

bước 3-mã hóa các khung hình WZ bằng bộ mã hóa phù hợp bất kỳ theo quá trình sau:

a. biến đổi, lượng tử hóa,

b. mã hóa kênh và bộ đệm;

trong đó:

trong bước 2, thực hiện lựa chọn giá trị tham số bước lượng tử hóa (QP - Quantization parameter) dùng để mã hóa các khung hình KEY tùy thuộc vào chuẩn mã hóa video đầu vào, và

trong bước 3, thực hiện lựa chọn giá trị tham số ma trận lượng tử hóa (QM - Quantization matrix), và

các giá trị tham số QP và QM sẽ được lựa chọn sao cho chất lượng hình ảnh giữa các khung hình KEY và khung hình WZ về cơ bản là đồng đều nhau.

2. Phương pháp giải mã video phân tán được thực hiện tại bên giải mã (bộ giải mã - WZ decoder) với các bước sau:

bước 1-giải mã hóa các khung hình KEY bằng bộ giải mã JEM (JEM (Joint Exploration Model) decoder);

bước 2-giải mã các khung hình WZ bằng bộ giải mã phù hợp bất kỳ theo quá trình sau:

- a. tạo và khai thác thông tin phụ,*
- b. tạo mô hình kênh ảo và tính toán đầu vào mềm,*
- c. giải mã kênh và kiểm tra đầu cuối (CRC),*
- d. khôi phục và biến đổi ngược,*

trong đó:

trong bước 1, thực hiện lựa chọn giá trị tham số bước lượng tử hóa (QP - Quantization parameter) dùng để giải mã các khung hình KEY tùy thuộc vào chuẩn mã hóa video đầu vào, và

trong bước 2, thực hiện lựa chọn giá trị tham số ma trận lượng tử hóa (QM - Quantization matrix), và

các giá trị tham số QP và QM sẽ được lựa chọn sao cho chất lượng hình ảnh giữa các khung hình KEY và khung hình WZ về cơ bản là đồng đều nhau.

3. Phương pháp mã hóa video phân tán theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, ở *bước 1-phân chia chuỗi video*, chuỗi video đầu vào được phân tách ra làm hai chuỗi nhỏ: chuỗi thứ nhất bao gồm các khung hình KEY (Key frames), chuỗi thứ hai bao gồm các khung hình WZ (Wyner-Ziv frames), được xác định bởi nhóm các bức ảnh (GOP-Group of Pictures), trong đó, với GOP bằng 2 (chuỗi video đầu vào được chia thành các nhóm khung hình video nhỏ, trong đó số lượng khung hình video trong mỗi nhóm là 2: 2 khung hình (frame)/GOP hay $GOP = 2$), các khung hình tại vị trí chẵn sẽ là các khung hình Key, còn vị trí lẻ sẽ là các khung hình WZ.

4. Phương pháp mã hóa video phân tán theo một trong các điểm 1 và 3, khác biệt ở chỗ, ở *bước 2-mã hóa các khung hình KEY*, bộ mã hóa JEM (Joint Exploration Model - Encoder) được sử dụng để mã hóa các khung hình.

5. Phương pháp mã hóa video phân tán theo một trong các điểm 1, điểm 3 và điểm 4, khác biệt ở chỗ, ở *bước 3-mã hóa các khung hình WZ*, bộ mã hóa JEM được sử dụng cho một phần thông tin hình ảnh gốc, thay vì mã hóa các thành phần dư thừa như trong chuẩn H.264/AVC, HEVC.

6. Phương pháp mã hóa video phân tán theo một trong các điểm 1, điểm 3, điểm 4 và điểm 5, khác biệt ở chỗ, ở *bước 3-mã hóa các khung hình WZ*, phương pháp mã hóa video phân tán được thực hiện bằng bộ mã hóa phù hợp bất kỳ, theo quá trình cụ thể như sau:

a. biến đổi, lượng tử hóa: trước tiên thực hiện biến đổi cosin rời rạc (DCT – Discrete Cosine Transform) các khối điểm ảnh (pixel block) với kích cỡ 4 x 4 của mỗi khung hình WZ, rồi nhóm hệ số DCT của toàn bộ khung hình WZ lại với nhau theo vị trí của từng hệ số DCT trong một khối để tạo ra một hệ số DCT chuẩn, sau đó lượng tử hóa đồng nhất mỗi chuẩn DCT với một số mức độ tùy thuộc vào chất lượng đích, trong đó đối với mỗi một chuẩn, các bit biểu diễn lượng tử sẽ được nhóm lại với nhau tạo ra mặt phẳng bit (bitplane), cuối cùng là mã hóa độc lập các bitplane này;

b. mã hóa kênh và bộ đệm: trước tiên áp dụng với mỗi chuẩn DCT bắt đầu từ bitplane lớn nhất (MSB - Most significant bitplane) một tốc độ phù hợp mã tích lũy chẵn lẻ mật độ thấp (LDPCA - Low density parity codes accumulate), sau đó lưu trữ thông tin chẵn lẻ từ mỗi bitplane tại một vùng đệm ra rồi gửi thành từng mảng khi có yêu cầu từ bộ giải mã hóa qua kênh phản hồi.

7. Phương pháp mã hóa video phân tán theo điểm 2, khác biệt ở chỗ, ở *bước 1-giải mã hóa các khung hình KEY*, bộ giải mã JEM (JEM decoder) được sử dụng để giải

mã chuỗi bit chứa thông tin các các khung hình Key, trong đó các thông tin tái tạo của khung hình sẽ được sử dụng để hỗ trợ giải mã các các khung hình WZ.

8. Phương pháp mã hóa video phân tán theo một trong các điểm 1 và điểm 7, khác biệt ở chỗ, ở *bước 2-giải mã các khung hình WZ*, phương pháp mã hóa video phân tán được thực hiện bằng bộ giải mã phù hợp bất kỳ với quá trình cụ thể như sau:

a. tạo và khai thác thông tin phụ: trước tiên sử dụng giải pháp nội suy bù trừ chuyển động (MCI - Motion compensated interpolation) để tạo ra thông tin phụ (SI - Side information), trong đó tại MCI, một trường chuyển động gần chuyển động thực được ước lượng giữa khung hình trước (quá khứ) và khung hình sau (tương lai) để thực hiện sự bù trừ chuyển động giữa hai khung tham chiếu cho ra các thông tin phụ;

b. tạo mô hình kênh ảo và tính toán đầu vào mềm: trước tiên sử dụng phân bố Laplace (Laplacian) đối với bộ giải mã DVC để làm mô hình tạp âm tương quan (phân bố lỗi giữa DCT chuẩn tương ứng của SI và khung hình WZ) thông qua việc ước lượng sự sai khác giữa trước và sau khung tham chiếu đã bù chuyển động, làm một sự ước tính thô của khung hình SI;

c. giải mã kênh và kiểm tra đầu cuối (CRC): sử dụng bộ giải mã LDPCA (bắt đầu từ MSB) để sửa lỗi bit trong SI đối với mỗi bitplane được giải mã khi các hệ số cosin của khung hình SI và thống kê tạp âm tương quan cho mỗi hệ số cosin chuẩn được biết, đồng thời, truyền một kiểm tra tổng đầu cuối (CRC) để giúp bộ giải mã tìm ra, sửa các lỗi còn sót lại tại mỗi bitplane vì một số lỗi dư thừa có thể còn lại sau việc dùng yêu cầu, có thể tạo ra ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng khung giải mã;

d. khôi phục và biến đổi ngược: nhóm tất cả các bitplane liên quan đến mỗi hệ số DCT chuẩn sau khi giải mã kênh để tạo nên ký hiệu lượng tử gắn với mỗi chuẩn

trước khi kết hợp với các thông tin phụ có sẵn tại bộ giải mã để khôi phục hệ số DCT và tạo ra khung hình WZ.

Hình 1

