



(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)



1-0048254

(51)<sup>2020.01</sup> H04N 19/70; H04N 19/176

(13) B

(21) 1-2021-05787

(22) 15/04/2020

(86) PCT/CN2020/084864 15/04/2020

(87) WO2020/211765 22/10/2020

(30) 62/835,487 17/04/2019 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/01/2022 406A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong  
518129, P. R. China

(72) GAO, Han (CN); ESENLIK, Semih (TR); WANG, Biao (CN); KOTRA, Anand  
Meher (IN); CHEN, Jianle (CN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP TẠO MÃ, BỘ MÃ HÓA, BỘ GIẢI MÃ VÀ VẬT GHI ĐỌC  
ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2021-05787

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tạo mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa, phương pháp này bao gồm các bước: xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời (1601); và xác định việc lựa chọn của biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời (1603). Sáng chế cũng đề cập đến bộ mã hóa, bộ giải mã và vật ghi đọc được bằng máy tính.

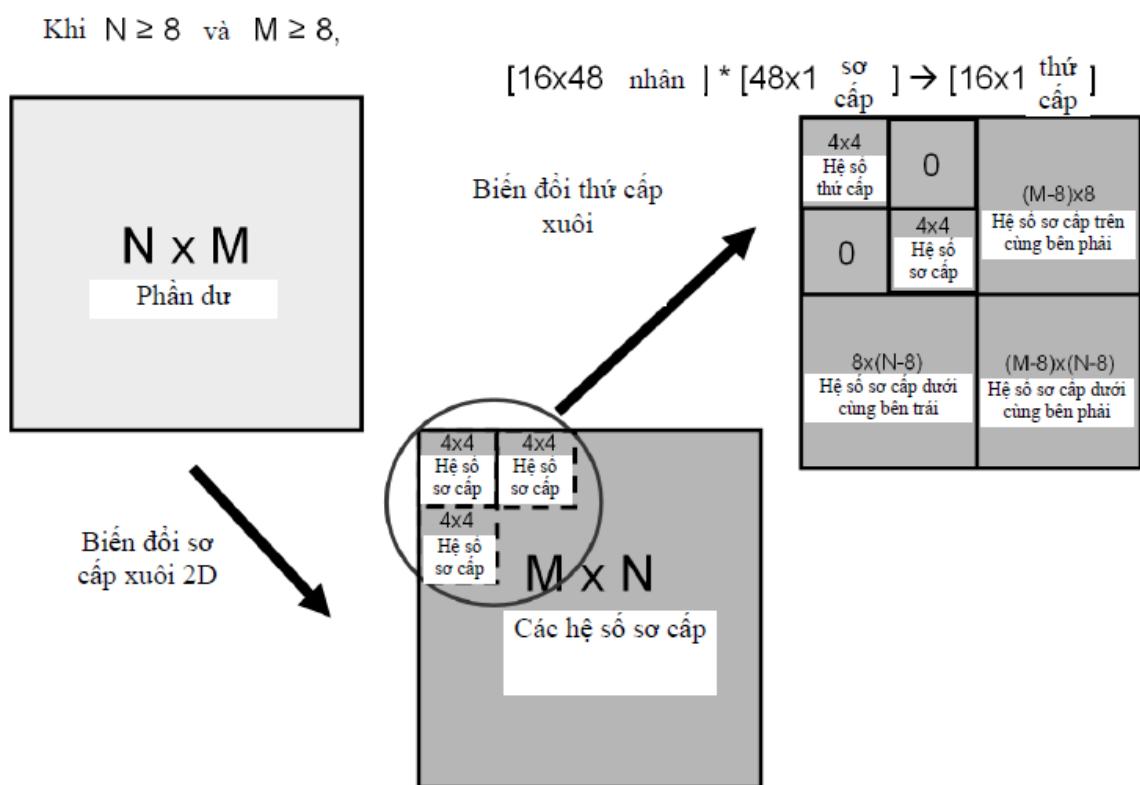


Fig.12

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Các phương án của sáng chế đề cập chung đến lĩnh vực xử lý hình ảnh và cụ thể hơn là đề cập đến việc dự đoán trong ảnh.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Tạo mã video (mã hóa và giải mã video) được sử dụng trong phạm vi rộng rãi của các ứng dụng video số, ví dụ TV số phát rộng, truyền video qua các mạng internet và di động, các ứng dụng hội thoại thời gian thực chẳng hạn như tán gẫu qua video, hội nghị qua video, các đĩa DVD và Blu-ray, các hệ thống thu thập và biên tập nội dung video, và các máy quay của các ứng dụng bảo mật.

Lượng dữ liệu video cần để mô tả ngay cả video tương đối ngắn có thể là quan trọng, mà có thể dẫn đến những khó khăn khi dữ liệu cần được tạo luồng hoặc nếu không thì được truyền thông qua mạng truyền thông với dung lượng dải thông hạn chế. Do đó, dữ liệu video thường được nén trước khi được truyền thông qua các mạng viễn thông ngày nay. Kích thước của video cũng có thể là một vấn đề khi video được lưu trữ trên thiết bị lưu trữ vì các tài nguyên bộ nhớ có thể bị hạn chế. Các thiết bị nén video thường sử dụng phần mềm và/hoặc phần cứng tại nguồn để tạo mã dữ liệu video trước khi truyền hoặc lưu trữ, nhờ đó làm giảm lượng dữ liệu cần thiết để biểu thị các hình ảnh video số. Dữ liệu được nén sau đó được thu tại đích đến bằng thiết bị giải nén video mà giải mã dữ liệu video. Với các tài nguyên mạng giới hạn và các nhu cầu ngày càng tăng về chất lượng video cao hơn, các công nghệ nén và giải nén được cải thiện mà cải thiện tỷ lệ nén với ít hoặc không có mất mát về chất lượng hình ảnh được mong muốn.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Sáng chế nhằm mục đích giảm bớt hoặc giải quyết vấn đề được đề cập ở trên.

Các phương án của sáng chế đề xuất các thiết bị và các phương pháp để mã hóa và giải mã theo các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập.

Sáng chế bộc lộ phương pháp tạo mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa, phương pháp này bao gồm các bước: xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời; và xác định việc lựa chọn của biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời.

Phương pháp theo sáng chế do đó xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời và xác định nếu và làm cách nào thực hiện biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, xác định việc lựa chọn lỗi biến đổi thứ cấp cho việc biến đổi thứ cấp của khối hiện thời có thể dựa trên chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, trong trường hợp khối hiện thời không được dự đoán sử dụng chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận, MIP, lỗi biến đổi thứ cấp có thể được lựa chọn cho việc biến đổi thứ cấp của khối hiện thời.

Do đó, trong trường hợp khối được dự đoán trong ảnh được dự đoán sử dụng chế độ MIP, ví dụ, giá trị của cờ hiệu MIP có thể được sử dụng để chỉ báo xem khối được dự đoán có sử dụng chế độ MIP hay không, việc biến đổi thứ cấp được bất hoạt đối với khối được dự đoán trong ảnh này, nói cách khác, giá trị của chỉ số biến đổi thứ cấp được thiết đặt là 0, hoặc chỉ số biến đổi thứ cấp không cần thiết phải được giải mã từ dòng bit. Do đó, sự hài hòa công cụ MIP và công cụ RST xét về việc lựa chọn lỗi biến đổi thứ cấp được đạt.

Phương pháp như được mô tả ở trên, có thể còn bao gồm: bất hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời khi khối hiện thời được dự đoán sử dụng chế độ MIP.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, việc bất hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời có thể bao gồm: thiết đặt giá trị của thông tin chỉ báo biến đổi thứ cấp cho khối hiện thời thành giá trị mặc định.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, trong đó việc liệu khối hiện thời có được dự đoán sử dụng chế độ MIP hay không có thể được chỉ báo theo giá trị của thông tin chỉ báo MIP.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, trong đó trong trường hợp khối hiện thời không được dự đoán sử dụng chế độ MIP, việc biến đổi thứ cấp có thể được lựa chọn theo bảng sau đây

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <pre> lfnstNotTsFlag = ( treeType == DUAL_TREE_CHROMA                        transform_skip_flag[ x0 ][ y0 ][ 0 ] == 0 ) &amp;&amp;                     ( treeType == DUAL_TREE_LUMA                          ( transform_skip_flag[ x0 ][ y0 ][ 1 ] == 0 &amp;&amp;                         transform_skip_flag[ x0 ][ y0 ][ 2 ] == 0 ) ) </pre>                                          |       |
| <pre> if( Min( lfnstWidth, lfnstHeight ) &gt;= 4 &amp;&amp; sps_lfnst_enabled_flag == 1 &amp;&amp;     CuPredMode[ chType ][ x0 ][ y0 ] == MODE_INTRA &amp;&amp; lfnstNotTsFlag == 1 &amp;&amp;     ( treeType == DUAL_TREE_CHROMA    !intra_mip_flag[ x0 ][ y0 ]          Min( lfnstWidth, lfnstHeight ) &gt;= 16 ) &amp;&amp;       Max( cbWidth, cbHeight ) &lt;= MaxTbSizeY ) { </pre> |       |
| <pre> if( ( IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT    LfnstDcOnly == 0 ) &amp;&amp;     LfnstZeroOutSigCoeffFlag == 1 ) </pre>                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
| <b>lfnst_idx</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ae(v) |
| }                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |

trong đó:

**sps\_lfnst\_enabled\_flag** bằng 1 quy định rằng **lfnst\_idx** có thể có mặt trong cú pháp đơn vị tạo mã trong ảnh; trong đó **sps\_lfnst\_enabled\_fag** bằng 0 quy định rằng **lfnst\_idx** không có mặt trong cú pháp đơn vị tạo mã trong ảnh;

**intra\_mip\_flag[ x0 ][ y0 ]** bằng 1 quy định rằng loại dự đoán trong ảnh đối với các mẫu độ chói là dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận. **intra\_mip\_flag[ x0 ][ y0 ]** bằng 0 quy định rằng loại dự đoán trong ảnh đối với các mẫu độ chói không phải là dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận; trong đó khi **intra\_mip\_flag[ x0 ][ y0 ]** không có mặt, nó được suy ra là bằng 0;

**lfnst\_idx** xác định xem và nhân nào trong số hai nhân biến đổi không thể tách biệt tần số thấp trong tập biến đổi được lựa chọn được sử dụng. **lfnst\_idx** bằng 0 quy định rằng việc biến đổi không thể tách biệt tần số thấp không được sử dụng trong đơn vị tạo mã hiện thời; trong đó khi **lfnst\_idx** không có mặt, nó được suy ra là bằng 0;

**transform\_skip\_flag**[ x0 ][ y0 ][ cIdx ] xác định xem việc biến đổi có được áp dụng cho khối biến đổi được kết hợp hay không.

Phương pháp như được mô tả ở trên có thể còn bao gồm: thu thập chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời theo chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận, MIP, của khối hiện thời và kích thước của khối hiện thời; lựa chọn lõi biến đổi thứ cấp cho việc biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời.

Do đó, trong suốt quy trình của lựa chọn lõi biến đổi của việc biến đổi thứ cấp, khi khối được dự đoán sử dụng chế độ MIP, một trong số tập lõi biến đổi thứ cấp được xem xét để được sử dụng cho khối này.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời có thể được thu thập theo mối tương quan ánh xạ giữa chỉ số chế độ MIP, kích thước của khối hiện thời, mối tương quan ánh xạ có thể được chỉ báo theo bảng được quy định trước.

Phương pháp như được mô tả ở trên có thể còn bao gồm sử dụng lõi biến đổi thứ cấp cho việc biến đổi thứ cấp của khối hiện thời, khi khối hiện thời được dự đoán sử dụng chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận MIP.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, lõi biến đổi thứ cấp có thể là một trong số các lõi biến đổi thứ cấp mà được sử dụng cho các chế độ không phải MIP.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, lõi biến đổi thứ cấp có thể là khác với bất kỳ trong số các lõi biến đổi thứ cấp mà được sử dụng cho các chế độ không phải MIP.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, trong đó trong trường hợp khối hiện thời được dự đoán sử dụng chế độ MIP, bảng tìm kiếm có thể được sử dụng để ánh xạ chỉ số chế độ MIP thành chỉ số chế độ trong ảnh thông thường, và tập lõi biến đổi thứ cấp có thể được lựa chọn dựa trên chỉ số chế độ trong ảnh thông thường này.

Trong phương pháp như được mô tả ở trên, chỉ số chế độ MIP có thể được ánh xạ vào chỉ số chế độ trong ảnh thông thường dựa trên bảng sau:

| IntraPredModeY[ xNbX ][ yNbX ] | loại kích thước khối sizeId |    |    |
|--------------------------------|-----------------------------|----|----|
|                                | 0                           | 1  | 2  |
| 0                              | 0                           | 0  | 1  |
| 1                              | 18                          | 1  | 1  |
| 2                              | 18                          | 0  | 1  |
| 3                              | 0                           | 1  | 1  |
| 4                              | 18                          | 0  | 18 |
| 5                              | 0                           | 22 | 0  |
| 6                              | 12                          | 18 | 1  |
| 7                              | 0                           | 18 | 0  |
| 8                              | 18                          | 1  | 1  |
| 9                              | 2                           | 0  | 50 |
| 10                             | 18                          | 1  | 0  |
| 11                             | 12                          | 0  |    |
| 12                             | 18                          | 1  |    |
| 13                             | 18                          | 0  |    |
| 14                             | 1                           | 44 |    |
| 15                             | 18                          | 0  |    |
| 16                             | 18                          | 50 |    |
| 17                             | 0                           | 1  |    |
| 18                             | 0                           | 0  |    |
| 19                             | 50                          |    |    |
| 20                             | 0                           |    |    |
| 21                             | 50                          |    |    |
| 22                             | 0                           |    |    |
| 23                             | 56                          |    |    |
| 24                             | 0                           |    |    |
| 25                             | 50                          |    |    |
| 26                             | 66                          |    |    |
| 27                             | 50                          |    |    |
| 28                             | 56                          |    |    |
| 29                             | 50                          |    |    |
| 30                             | 50                          |    |    |
| 31                             | 1                           |    |    |
| 32                             | 50                          |    |    |
| 33                             | 50                          |    |    |
| 34                             | 50                          |    |    |

;

trong đó việc lựa chọn tập biến đổi thứ cấp có thể được thực hiện theo bảng sau đây:

| IntraPredMode                          | Chỉ số tập biến đổi |
|----------------------------------------|---------------------|
| $\text{IntraPredMode} < 0$             | 1                   |
| $0 \leq \text{IntraPredMode} \leq 1$   | 0                   |
| $2 \leq \text{IntraPredMode} \leq 12$  | 1                   |
| $13 \leq \text{IntraPredMode} \leq 23$ | 2                   |
| $24 \leq \text{IntraPredMode} \leq 44$ | 3                   |
| $45 \leq \text{IntraPredMode} \leq 55$ | 2                   |
| $56 \leq \text{IntraPredMode}$         | 1                   |

Phương pháp như được mô tả ở trên có thể còn bao gồm: cung cấp bốn tập lỗi biến đổi, lần lượt có chỉ số tập lỗi biến đổi 0, 1, 2, 3, trong đó mỗi tập lỗi biến đổi trong số bốn tập lỗi biến đổi có thể bao gồm hai biến đổi; lựa chọn ma trận biến đổi thứ cấp được giảm, RST, bằng việc xác định tập lỗi biến đổi trong số bốn tập lỗi biến đổi cần được áp dụng cho khối hiện thời theo chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời, như sau đây: nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ mô hình tuyến tính thành phần chéo, CCLM, hoặc bằng việc sử dụng chế độ MIP, lựa chọn tập lỗi biến đổi có chỉ số tập lỗi biến đổi 0; nếu không thì, lựa chọn tập lỗi biến đổi sử dụng giá trị của chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời và bảng sau:

| IntraPredMode                          | Chỉ số tập biến đổi |
|----------------------------------------|---------------------|
| $\text{IntraPredMode} < 0$             | 1                   |
| $0 \leq \text{IntraPredMode} \leq 1$   | 0                   |
| $2 \leq \text{IntraPredMode} \leq 12$  | 1                   |
| $13 \leq \text{IntraPredMode} \leq 23$ | 2                   |
| $24 \leq \text{IntraPredMode} \leq 44$ | 3                   |
| $45 \leq \text{IntraPredMode} \leq 55$ | 2                   |
| $56 \leq \text{IntraPredMode}$         | 1                   |

Phương pháp như được mô tả có thể còn bao gồm các bước: cung cấp bốn tập lỗi biến đổi, lần lượt có chỉ số tập lỗi biến đổi 0, 1, 2, 3, trong đó mỗi tập lỗi biến đổi trong số bốn tập lỗi biến đổi có thể bao gồm hai biến đổi; cung cấp tập lỗi biến đổi thứ năm,

có chỉ số tập lỗi biến đổi 4, trong đó tập lỗi biến đổi thứ năm có cùng các kích thước như các tập lỗi biến đổi có chỉ số tập lỗi biến đổi từ 0 đến 3; trong đó tập lỗi biến đổi thứ năm được huấn luyện mới dựa trên cùng phương pháp học máy và tập huấn luyện đầu vào đối với chế độ MIP. lựa chọn ma trận biến đổi thứ cấp được giảm, RST, bằng việc xác định tập lỗi biến đổi trong số năm tập lỗi biến đổi cần được áp dụng cho khối hiện thời theo chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời, như sau đây: nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ mô hình tuyến tính thành phần chéo, CCLM, lựa chọn tập lỗi biến đổi có chỉ số tập lỗi biến đổi 0; nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ MIP, lựa chọn tập lỗi biến đổi có chỉ số tập lỗi biến đổi 4; nếu không thì, lựa chọn tập lỗi biến đổi sử dụng giá trị của chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời và bảng sau:

| IntraPredMode                          | Chỉ số tập biến đổi |
|----------------------------------------|---------------------|
| $\text{IntraPredMode} < 0$             | 1                   |
| $0 \leq \text{IntraPredMode} \leq 1$   | 0                   |
| $2 \leq \text{IntraPredMode} \leq 12$  | 1                   |
| $13 \leq \text{IntraPredMode} \leq 23$ | 2                   |
| $24 \leq \text{IntraPredMode} \leq 44$ | 3                   |
| $45 \leq \text{IntraPredMode} \leq 55$ | 2                   |
| $56 \leq \text{IntraPredMode}$         | 1                   |

Do đó, trong suốt quy trình lựa chọn lỗi biến đổi của việc biến đổi thứ cấp, khi khối được dự đoán sử dụng chế độ MIP, tập lỗi biến đổi thứ cấp được huấn luyện được xem xét để được sử dụng cho khối này. Tập lỗi biến đổi thứ cấp được huấn luyện có thể là khác với tập lỗi biến đổi trong các ví dụ ở trên.

Sáng chế còn đề xuất bộ mã hóa bao gồm hệ mạch xử lý để tiến hành phương pháp như được mô tả ở trên khi được thực hiện bởi thiết bị mã hóa.

Sáng chế còn đề xuất bộ giải mã bao gồm hệ mạch xử lý để tiến hành phương pháp như được mô tả ở trên khi được thực hiện bởi thiết bị giải mã.

Sáng chế còn đề xuất sản phẩm chương trình máy tính bao gồm mã chương trình để thực hiện phương pháp như được mô tả ở trên.

Sáng chế còn đề xuất bộ giải mã, bao gồm: một hoặc nhiều bộ xử lý; và phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp được ghép nối với các bộ xử lý và lưu trữ chương trình để thực thi bởi các bộ xử lý, trong đó chương trình, khi được thực thi bởi các bộ xử lý, tạo cấu hình bộ giải mã để thực hiện phương pháp như được mô tả ở trên khi được thực hiện bởi thiết bị giải mã.

Sáng chế còn đề xuất bộ mã hóa, bao gồm: một hoặc nhiều bộ xử lý; và phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp được ghép nối với các bộ xử lý và lưu trữ chương trình để thực thi bởi các bộ xử lý, trong đó chương trình, khi được thực thi bởi các bộ xử lý, tạo cấu hình bộ mã hóa để thực hiện phương pháp như được mô tả ở trên khi được thực hiện bởi thiết bị mã hóa.

Sáng chế còn đề xuất bộ giải mã bao gồm: đơn vị xác định được tạo cấu hình để xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời; và đơn vị lựa chọn được tạo cấu hình để xác định lựa chọn biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời.

Sáng chế còn đề xuất bộ mã hóa bao gồm: đơn vị xác định được tạo cấu hình để xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời; và đơn vị lựa chọn được tạo cấu hình để xác định lựa chọn biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời.

Các mục đích trên đây và các mục đích khác đạt được bởi đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập. Các dạng cách thực hiện khác là rõ ràng từ các yêu cầu bảo hộ phụ thuộc, phần mô tả và các hình vẽ.

Phương pháp theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế có thể được thực hiện bởi thiết bị theo khía cạnh thứ ba của sáng chế. Các dấu hiệu và các dạng cách thực hiện khác của phương pháp theo khía cạnh thứ ba của sáng chế tương ứng với các dấu hiệu và các dạng cách thực hiện của thiết bị theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

Phương pháp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế là có thể được thực hiện bởi thiết bị theo khía cạnh thứ tư của sáng chế. Các dấu hiệu và các dạng cách thực hiện khác của phương pháp theo khía cạnh thứ tư của sáng chế tương ứng với các dấu hiệu và các dạng cách thực hiện của thiết bị theo khía cạnh thứ hai của sáng chế.

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề cập đến thiết bị để giải mã luồng video bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ nhớ đang lưu trữ các lệnh mà khiến bộ xử lý thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ sáu, sáng chế đề cập đến thiết bị để mã hóa luồng video bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ nhớ đang lưu trữ các lệnh mà khiến bộ xử lý thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ hai.

Theo khía cạnh thứ bảy, phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có các lệnh được lưu trữ trên đó mà khi được thực thi khiến một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo mã dữ liệu video được đề xuất. Các lệnh khiến một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai hoặc phương án có thể có bất kỳ của khía cạnh thứ nhất hoặc thứ hai.

Theo khía cạnh thứ tám, sáng chế đề cập đến chương trình máy tính bao gồm mã chương trình để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất hoặc thứ hai hoặc phương án có thể có bất kỳ của khía cạnh thứ nhất khi được thực thi trên máy tính.

Các chi tiết về một hoặc nhiều phương án được nêu trong các hình vẽ kèm theo và phần mô tả dưới đây. Các dấu hiệu, các mục đích, và các ưu điểm khác sẽ là rõ ràng từ phần mô tả, các hình vẽ, và các điểm yêu cầu bảo hộ.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Trong phần sau đây, các phương án của sáng chế được mô tả chi tiết hơn dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1A là sơ đồ khối thể hiện ví dụ của hệ thống tạo mã video được tạo cấu hình để thực hiện các phương án của sáng chế;

Fig.1B là sơ đồ khối thể hiện ví dụ khác của hệ thống tạo mã video được tạo cấu hình để thực hiện các phương án của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ của bộ mã hóa video được tạo cấu hình để thực hiện các phương án của sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc ví dụ của bộ giải mã video được tạo cấu hình để thực hiện các phương án của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa ví dụ của thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã;

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa ví dụ khác của thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã;

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa ví dụ của phép nhân ma trận chế độ MIP cho khối 4x4

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa ví dụ của phép nhân ma trận chế độ MIP cho khối 8x8

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa ví dụ của phép nhân ma trận chế độ MIP cho khối 8x4

Fig.9 là sơ đồ khối minh họa ví dụ của phép nhân ma trận chế độ MIP cho khối 16x16

Fig.10 là sơ đồ khối minh họa quy trình biến đổi thứ cấp ví dụ

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa quy trình nhân lỗi biến đổi thứ cấp ví dụ của thiết bị mã hóa và giải mã

Fig.12 là sơ đồ khối minh họa việc giảm kích thước lỗi biến đổi thứ cấp ví dụ từ 16x64 thành 16x48

Fig.13 là sơ đồ khối minh họa việc tái kết cấu MPM MIP ví dụ dựa trên vị trí của các khối lân cận

Fig.14 là sơ đồ khối minh họa việc tái kết cấu MPM MIP ví dụ khác dựa trên vị trí của các khối lân cận.

Fig.15 minh họa phương pháp được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa, phương pháp theo sáng chế.

Fig.16 minh họa bộ mã hóa theo sáng chế.

Fig.17 minh họa bộ giải mã theo sáng chế.

Fig.18 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc ví dụ của hệ thống cấp nội dung 3100 mà đạt được dịch vụ phân phối nội dung.

Fig.19 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc của ví dụ của thiết bị đầu cuối.

Dưới đây các số chỉ dẫn giống nhau viện dẫn đến các dấu hiệu giống nhau hoặc ít nhất tương đương về chức năng nếu không được chỉ rõ một cách tường minh theo cách khác.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Trong phần mô tả sau đây, việc tham khảo được thực hiện với các hình vẽ kèm theo, mà tạo thành một phần của bản mô tả, và thể hiện, bằng cách minh họa, các khía cạnh cụ thể của các phương án của sáng chế hoặc các khía cạnh cụ thể trong đó các phương án của sáng chế có thể được sử dụng. Cần hiểu rằng các phương án của sáng chế có thể được sử dụng trong các khía cạnh khác và bao gồm các sự thay đổi về cấu trúc hoặc logic không được thể hiện trên các hình vẽ. Do đó, phần mô tả chi tiết dưới đây không được xét là giới hạn, và phạm vi của sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Ví dụ, cần hiểu rằng sáng chế liên quan đến phương pháp được mô tả cũng có thể vẫn là đúng đối với thiết bị hoặc hệ thống tương ứng được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp này và ngược lại. Ví dụ, nếu một hoặc nhiều bước phương pháp cụ thể được mô tả, thiết bị tương ứng có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ phận, ví dụ, các bộ phận chức năng, để thực hiện một hoặc nhiều bước của phương pháp được mô tả (ví dụ, một bộ phận thực hiện một hoặc nhiều bước, hoặc nhiều bộ phận, mỗi bộ phận thực hiện một hoặc nhiều hơn một bước trong số các bước đó), ngay cả khi một hoặc nhiều bộ phận này không được mô tả hoặc được minh họa rõ ràng trên các hình vẽ. Mặt khác, ví dụ, nếu thiết bị cụ thể được mô tả dựa trên một hoặc nhiều bộ phận, ví dụ, các bộ phận chức năng, phương pháp tương ứng có thể bao gồm một bước để thực hiện chức năng của một hoặc nhiều bộ phận (ví dụ một bước thực hiện chức năng của một hoặc nhiều bộ phận, hoặc nhiều bước, mỗi bước thực hiện chức năng của một hoặc nhiều hơn một bộ phận trong số các bộ phận này), ngay cả khi một hoặc nhiều bước này không được mô tả hoặc được minh họa rõ ràng trên các hình vẽ. Hơn nữa, cần hiểu rằng các dấu hiệu của các phương án và/hoặc các khía cạnh ví dụ khác nhau được mô tả ở đây có thể được kết hợp với nhau, trừ khi được lưu ý cụ thể khác đi.

Tạo mã video diễn hình là để chỉ việc xử lý chuỗi các hình ảnh, mà tạo thành video hoặc chuỗi video. Thay vì thuật ngữ “hình ảnh”, thuật ngữ “khung” hoặc “ảnh” có thể

được sử dụng như các từ đồng nghĩa trong lĩnh vực tạo mã video. Tạo mã video (hoặc tạo mã nói chung) bao gồm hai phần mã hóa video và giải mã video. Mã hóa video được thực hiện ở phía nguồn, điển hình bao gồm việc xử lý (ví dụ bằng cách nén) các hình ảnh video gốc để làm giảm lượng dữ liệu cần để đại diện cho các hình ảnh video (để lưu trữ và/hoặc truyền hiệu quả hơn). Giải mã video được thực hiện ở phía đích và điển hình bao gồm việc xử lý ngược so với bộ mã hóa để tái kết cấu các hình ảnh video. Các phương án đề cập đến “tạo mã” các hình ảnh video (hoặc các hình ảnh nói chung) cần được hiểu là đề cập đến “mã hóa” hoặc “giải mã” các hình ảnh video hoặc các chuỗi video tương ứng. Sự kết hợp của phần mã hóa và phần giải mã cũng được gọi là CODEC (tạo mã và giải mã).

Trong trường hợp tạo mã video không tổn hao, các hình ảnh video gốc có thể được tái kết cấu, nghĩa là các hình ảnh video được tái kết cấu có chất lượng giống như các hình ảnh video gốc (giả sử không có tổn hao truyền hoặc tổn hao dữ liệu khác trong suốt quá trình lưu trữ hoặc truyền). Trong trường hợp tạo mã video tổn hao, việc nén thêm, ví dụ, bằng cách lượng tử hóa, được thực hiện, để làm giảm lượng dữ liệu đại diện cho các hình ảnh video, mà không thể được tái kết cấu hoàn toàn ở bộ giải mã, nghĩa là chất lượng của các hình ảnh video được tái kết cấu là thấp hơn hoặc kém hơn so với chất lượng của các hình ảnh video gốc.

Một số tiêu chuẩn tạo mã video thuộc về nhóm của “các codec video lai tổn hao” (“lossy hybrid video codecs”) (nghĩa là kết hợp dự đoán không gian và thời gian trong miền mẫu và tạo mã biến đổi 2D để áp dụng lượng tử hóa trong miền biến đổi). Mỗi hình ảnh của chuỗi video thường được phân chia thành tập hợp của các khối không chồng chéo và việc tạo mã điển hình được thực hiện ở mức khối. Nói cách khác, ở bộ mã hóa, video điển hình là được xử lý, nghĩa là được mã hóa, ở mức khối (khối video), ví dụ, bằng cách sử dụng dự đoán không gian (trong hình ảnh) và/hoặc dự đoán thời gian (liên hình ảnh) để tạo khối dự đoán, trừ khối dự đoán từ khối hiện thời (khối hiện được xử lý/cần được xử lý) để thu thập khối dư, biến đổi khối dư và lượng tử hóa khối dư trong miền biến đổi để làm giảm lượng dữ liệu cần được truyền (nén), trong khi đó ở bộ giải mã, việc xử lý ngược so với bộ mã hóa được áp dụng cho khối được mã hóa hoặc được nén để tái kết cấu khối hiện thời để biểu diễn. Hơn nữa, bộ mã hóa gấp đôi

vòng xử lý của bộ giải mã sao cho cả hai sẽ tạo các sự dự đoán giống hệt nhau (ví dụ, các dự đoán trong ảnh và liên ảnh) và/hoặc các sự tái kết cấu để xử lý, nghĩa là, tạo mã, các khối tiếp theo.

Theo các phương án dưới đây của hệ thống tạo mã video 10, bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 được mô tả dựa trên các Fig.1 đến Fig.3.

Fig.1A là sơ đồ khối sơ lược minh họa hệ thống tạo mã ví dụ 10, ví dụ, hệ thống tạo mã video 10 (hoặc nói ngắn gọn là hệ thống tạo mã 10) mà có thể sử dụng các kỹ thuật của giải pháp nộp đơn này. Bộ mã hóa video 20 (hoặc nói ngắn gọn là bộ mã hóa 20) và bộ giải mã video 30 (hoặc nói ngắn gọn là bộ giải mã 30) của hệ thống tạo mã video 10 thể hiện các ví dụ của các thiết bị mà có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật theo các ví dụ khác nhau được mô tả trong sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1A, hệ thống tạo mã 10 bao gồm thiết bị nguồn 12 được tạo cấu hình để cung cấp dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 ví dụ cho thiết bị đích 14 để giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hóa 13.

Ngoài ra, nghĩa là theo cách tùy chọn, thiết bị nguồn 12 bao gồm bộ mã hóa 20, và có thể bao gồm nguồn hình ảnh 16, bộ xử lý trước (hoặc đơn vị xử lý trước) 18, ví dụ bộ xử lý trước hình ảnh 18, và giao diện truyền thông hoặc đơn vị truyền thông 22.

Nguồn hình ảnh 16 có thể bao gồm hoặc là loại thiết bị chụp hình ảnh bất kỳ, ví dụ camera để chụp hình ảnh thế giới thực, và/hoặc loại thiết bị tạo hình ảnh bất kỳ, ví dụ bộ xử lý đồ họa máy tính để tạo hình ảnh động máy tính, hoặc loại thiết bị khác bất kỳ để thu thập và/hoặc cung cấp hình ảnh thế giới thực, hình ảnh được tạo bởi máy tính (ví dụ, nội dung màn hình, hình ảnh thực tế ảo (virtual reality - VR)) và/hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng (ví dụ, hình ảnh thực tế tăng cường (augmented reality - AR)). Nguồn hình ảnh có thể là loại bất kỳ của bộ nhớ hoặc thiết bị lưu trữ để lưu trữ hình ảnh bất kỳ trong số các hình ảnh nêu trên.

Để phân biệt với bộ xử lý trước 18 và hoạt động xử lý được thực hiện bởi đơn vị xử lý trước 18, hình ảnh hoặc dữ liệu hình ảnh 17 cũng có thể được gọi là hình ảnh thô hoặc dữ liệu hình ảnh thô 17.

Bộ xử lý trước 18 được tạo cấu hình để thu dữ liệu hình ảnh (thô) 17 và để thực hiện xử lý trước trên dữ liệu hình ảnh 17 để thu thập hình ảnh được xử lý trước 19 hoặc dữ liệu hình ảnh được xử lý trước 19. Việc xử lý trước được thực hiện bởi bộ xử lý trước 18 có thể, ví dụ, bao gồm việc cắt tỉa, biến đổi định dạng màu (ví dụ, từ RGB sang YCbCr), hiệu chỉnh màu, hoặc khử nhiễu. Có thể hiểu rằng bộ phận xử lý trước 18 có thể là thành phần tùy chọn.

Bộ mã hóa video 20 được tạo cấu hình để thu dữ liệu hình ảnh được xử lý trước 19 và cung cấp dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 (các nội dung chi tiết hơn sẽ được mô tả dưới đây, ví dụ, dựa trên Fig.2). Giao diện truyền thông 22 của thiết bị nguồn 12 có thể được tạo cấu hình để thu dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 và để truyền dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 (hoặc phiên bản được xử lý khác bất kỳ của chúng) trên kênh truyền thông 13 tới thiết bị khác, ví dụ, thiết bị đích 14 hoặc thiết bị khác bất kỳ, để lưu trữ hoặc tái kết cấu trực tiếp.

Thiết bị đích 14 bao gồm bộ giải mã 30 (ví dụ bộ giải mã video 30), và ngoài ra, nghĩa là theo cách tùy chọn, có thể bao gồm giao diện truyền thông hoặc đơn vị phát thông 28, bộ xử lý sau 32 (hoặc đơn vị sau xử lý 32) và thiết bị hiển thị 34.

Giao diện truyền thông 28 của thiết bị đích 14 được tạo cấu hình để thu dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 (hoặc phiên bản được xử lý khác bất kỳ của chúng), ví dụ, trực tiếp từ thiết bị nguồn 12 hoặc từ nguồn khác bất kỳ, ví dụ, thiết bị lưu trữ, ví dụ thiết bị lưu trữ dữ liệu hình ảnh được mã hóa, và cung cấp dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 cho bộ giải mã 30.

Giao diện truyền thông 22 và giao diện truyền thông 28 có thể được tạo cấu hình để truyền hoặc thu dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 hoặc dữ liệu được mã hóa 13 thông qua liên kết truyền thông trực tiếp giữa thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14, ví dụ, kết nối không dây hoặc có dây trực tiếp, hoặc thông qua loại mạng bất kỳ, ví dụ mạng có dây hoặc không dây hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng, hoặc loại bất kỳ trong số mạng riêng và mạng công cộng, hoặc loại kết hợp bất kỳ của chúng.

Ví dụ, giao diện truyền thông 22 có thể được tạo cấu hình để đóng gói dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 thành định dạng thích hợp, ví dụ, các gói, và/hoặc xử lý dữ liệu

hình ảnh được mã hóa sử dụng loại bất kỳ của mã hóa hoặc xử lý truyền để truyền qua liên kết truyền thông hoặc mạng truyền thông.

Giao diện truyền thông 28, tạo ra bản sao của giao diện truyền thông 22, ví dụ, có thể được tạo cấu hình để thu dữ liệu được truyền và xử lý dữ liệu truyền sử dụng loại bất kỳ trong số việc giải mã hoặc xử lý và/hoặc giải đóng gói truyền tương ứng để thu thập dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21.

Cả hai giao diện, giao diện truyền thông 22 và giao diện truyền thông 28 có thể được tạo cấu hình như các giao diện truyền thông một chiều như được biểu thị bởi mũi tên cho kênh truyền thông 13 trên Fig.1A trở từ thiết bị nguồn 12 tới thiết bị đích 14, hoặc các giao diện truyền thông hai chiều, và có thể được tạo cấu hình, ví dụ để gửi và thu các thông điệp, ví dụ để thiết lập kết nối, để xác nhận và trao đổi thông tin khác bất kỳ liên quan đến liên kết truyền thông và/hoặc việc truyền dữ liệu, ví dụ việc truyền dữ liệu hình ảnh được mã hóa.

Bộ giải mã 30 được tạo cấu hình để thu dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 và cung cấp dữ liệu hình ảnh được giải mã 31 hoặc hình ảnh được giải mã 31 (các chi tiết khác sẽ được mô tả dưới đây, ví dụ, dựa trên Fig.3 hoặc Fig.5).

Bộ xử lý sau 32 của thiết bị đích 14 được tạo cấu hình để xử lý sau dữ liệu hình ảnh được giải mã 31 (cũng được gọi là dữ liệu hình ảnh được tái kết cấu), ví dụ, hình ảnh được giải mã 31, để thu thập dữ liệu hình ảnh được xử lý sau 33, ví dụ hình ảnh được xử lý sau 33. Việc xử lý sau được thực hiện bởi đơn vị xử lý sau 32 có thể bao gồm, ví dụ, biến đổi định dạng màu (ví dụ, từ YCbCr sang RGB), hiệu chỉnh màu, cắt tia, hoặc lấy mẫu lại, hoặc việc xử lý khác bất kỳ, ví dụ để chuẩn bị dữ liệu hình ảnh được giải mã 31 để hiển thị, ví dụ bởi thiết bị hiển thị 34.

Thiết bị hiển thị 34 của thiết bị đích 14 được tạo cấu hình để thu dữ liệu hình ảnh được xử lý sau 33 để hiển thị hình ảnh, ví dụ cho người dùng hoặc người xem. Thiết bị hiển thị 34 có thể là hoặc bao gồm loại màn hiển thị bất kỳ để biểu thị hình ảnh được tái kết cấu, ví dụ bộ hiển thị hoặc màn hình bên ngoài hoặc được tích hợp. Màn hiển thị có thể, ví dụ, bao gồm các màn hiển thị tinh thể lỏng (liquid crystal display - LCD), các màn hiển thị diot phát quang hữu cơ (organic light emitting diode - OLED), các màn hiển thị plasma, các máy chiếu, các màn hiển thị vi LED, tinh thể lỏng trên silic (liquid

crystal on silicon - LCoS), bộ xử lý ánh sáng số (digital light processor - DLP) hoặc loại màn hiển thị khác bất kỳ.

Mặc dù Fig.1A thể hiện thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 như là các thiết bị riêng rẽ, các phương án của các thiết bị cũng có thể bao gồm cả hai thiết bị hoặc cả hai chức năng, thiết bị nguồn 12 hoặc chức năng tương ứng và thiết bị đích 14 hoặc chức năng tương ứng. Trong các phương án này, thiết bị nguồn 12 hoặc chức năng tương ứng và thiết bị đích 14 hoặc chức năng tương ứng có thể được thực hiện sử dụng cùng phần cứng và/hoặc phần mềm hoặc bởi phần cứng và/hoặc phần mềm riêng rẽ hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng.

Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực tương ứng sẽ hiểu rõ dựa trên phần mô tả rằng sự có mặt và chia tách (chính xác) của các chức năng của các đơn vị hoặc các chức năng khác nhau trong thiết bị nguồn 12 và/hoặc thiết bị đích 14 như được thể hiện trên Fig.1A có thể thay đổi phụ thuộc vào thiết bị và ứng dụng thực tế.

Bộ mã hóa 20 (ví dụ, bộ mã hóa video 20) hoặc bộ giải mã 30 (ví dụ, bộ giải mã video 30) hoặc cả bộ mã hóa 20 lẫn bộ giải mã 30 có thể được thực hiện qua hệ mạch xử lý như được thể hiện trên Fig.1B, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array - FPGA), bộ logic rời rạc, phần cứng, tạo mã video chuyên dụng hoặc các sự kết hợp bất kỳ của chúng. Bộ mã hóa 20 có thể được thực hiện thông qua hệ mạch xử lý 46 để thực hiện các môđun khác nhau như được thảo luận đối với bộ mã hóa 20 trên Fig.2 và/hoặc hệ thống hoặc hệ thống con bộ mã hóa bất kỳ khác được mô tả ở đây. Bộ giải mã 30 có thể được thực hiện thông qua hệ mạch xử lý 46 để thực hiện các môđun khác nhau như được thảo luận đối với bộ giải mã 30 trên Fig.3 và/hoặc hệ thống hoặc hệ thống con bộ giải mã bất kỳ khác được mô tả ở đây. Hệ mạch xử lý có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động khác nhau như được thảo luận sau. Như được thể hiện trên Fig.5, nếu các kỹ thuật được thực hiện một phần trên phần mềm, thiết bị có thể lưu trữ các lệnh cho phần mềm trong phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyên tiếp thích hợp và có thể thực thi các lệnh trong phần cứng sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý để thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế. Bộ mã hóa video

20 hoặc bộ giải mã video 30 có thể được tích hợp như là một phần của bộ mã hóa/bộ giải mã được kết hợp (CODEC) trong một thiết bị đơn lẻ, ví dụ, chẳng hạn như được thể hiện trên Fig.1B.

Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong phạm vi thiết bị rộng, bao gồm thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị cầm tay hoặc cố định, ví dụ các máy tính xách tay loại notebook hoặc máy tính xách tay loại laptop, các điện thoại di động, các điện thoại thông minh, các máy tính bảng hoặc các máy tính dạng bảng, các camera, các máy tính để bàn, các thiết bị giải mã tín hiệu và truyền dữ liệu (set-top box), các máy thu hình, các thiết bị hiển thị, các máy phát phương tiện số, các bàn giao tiếp trò chơi video, các thiết bị tạo luồng video (chẳng hạn như các máy chủ dịch vụ nội dung hoặc các máy chủ truyền nội dung), thiết bị bộ thu phát rộng, thiết bị bộ truyền phát rộng, hoặc tương tự và có thể không sử dụng hệ điều hành hoặc sử dụng loại hệ điều hành bất kỳ. Trong một số trường hợp, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể được trang bị để truyền thông vô tuyến. Do đó, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể là các thiết bị truyền thông vô tuyến.

Trong một số trường hợp, hệ thống tạo mã video 10 được minh họa trên Fig.1A chỉ đơn thuần là ví dụ và các kỹ thuật của sáng chế có thể áp dụng vào các thiết lập tạo mã video (ví dụ, mã hóa video hoặc giải mã video) mà không nhất thiết bao gồm việc truyền thông dữ liệu bất kỳ giữa các thiết bị mã hóa và giải mã. Trong các ví dụ khác, dữ liệu được lấy từ bộ nhớ cục bộ, được tạo luồng qua mạng, hoặc tương tự. Thiết bị mã hóa video có thể mã hóa và lưu trữ dữ liệu vào bộ nhớ, và/hoặc thiết bị giải mã video có thể lấy và giải mã dữ liệu từ bộ nhớ. Trong một số ví dụ, việc mã hóa và giải mã được thực hiện bởi các thiết bị mà không truyền thông với nhau, nhưng mã hóa dữ liệu một cách đơn giản vào bộ nhớ và/hoặc lấy và giải mã dữ liệu từ bộ nhớ.

Để thuận tiện cho phần mô tả, các phương án của sáng chế được mô tả ở đây, ví dụ, bằng cách tham chiếu đến việc tạo mã video hiệu quả cao (High-Efficiency Video Coding - HEVC) hoặc phần mềm tham chiếu của hoạt động tạo mã video vạn năng (Versatile Video coding - VVC), tiêu chuẩn tạo mã video thế hệ tiếp theo được phát triển bởi nhóm cộng tác liên kết về việc tạo mã video (Joint Collaboration Team on Video Coding - JCT-VC) của nhóm chuyên gia tạo mã video (Video Coding Experts Group -

VCEG) ITU-T và nhóm chuyên gia ảnh động (Motion Picture Experts Group - MPEG) ISO/IEC. Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực tương ứng sẽ hiểu rằng các phương án sáng chế không bị giới hạn ở HEVC hoặc VVC.

#### Bộ mã hóa và phương pháp mã hóa

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối sơ lược của bộ mã hóa video ví dụ 20 mà được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Trong ví dụ trên Fig.2, bộ mã hóa video 20 bao gồm đầu vào 201 (hoặc giao diện đầu vào 201), đơn vị tính toán phần dư 204, đơn vị xử lý biến đổi 206, đơn vị lượng tử hóa 208, đơn vị lượng tử hóa ngược 210, và đơn vị xử lý biến đổi ngược 212, đơn vị tái kết cấu 214, đơn vị bộ lọc vòng lặp 220, bộ đệm hình ảnh được giải mã (decoded picture buffer - DPB) 230, đơn vị lựa chọn chế độ 260, đơn vị mã hóa entropi 270 và đầu ra 272 (hoặc giao diện đầu ra 272). Đơn vị lựa chọn chế độ 260 có thể bao gồm đơn vị dự đoán liên ảnh 244, đơn vị dự đoán trong ảnh 254 và đơn vị phân chia 262. Đơn vị dự đoán liên ảnh 244 có thể bao gồm đơn vị ước lượng chuyển động và đơn vị bù chuyển động (không được thể hiện trên hình vẽ). Bộ mã hóa video 20 như được thể hiện trên Fig.2 cũng có thể được gọi là bộ mã hóa video lai hoặc bộ mã hóa video theo codec video lai.

Đơn vị tính toán phần dư 204, đơn vị xử lý biến đổi 206, đơn vị lượng tử hóa 208, đơn vị lựa chọn chế độ 260 có thể được coi là tạo thành đường tín hiệu xuôi của bộ mã hóa 20, trong khi đó đơn vị lượng tử hóa ngược 210, đơn vị xử lý biến đổi ngược 212, đơn vị tái kết cấu 214, bộ đệm 216, bộ lọc vòng lặp 220, bộ đệm hình ảnh được giải mã (decoded picture buffer - DPB) 230, đơn vị dự đoán liên ảnh 244 và đơn vị dự đoán trong ảnh 254 có thể được coi là tạo thành đường tín hiệu ngược của bộ mã hóa video 20, trong đó đường tín hiệu ngược của bộ mã hóa video 20 tương ứng với đường tín hiệu của bộ giải mã (xem bộ giải mã video 30 trên Fig.3). Đơn vị lượng tử hóa ngược 210, đơn vị xử lý biến đổi ngược 212, đơn vị tái kết cấu 214, bộ lọc vòng lặp 220, bộ đệm hình ảnh được giải mã (DPB) 230, đơn vị dự đoán liên ảnh 244 và đơn vị dự đoán trong ảnh 254 cũng được coi là tạo thành “bộ giải mã lắp sẵn” của bộ mã hóa video 20.

#### Các hình ảnh & việc phân chia hình ảnh (các hình ảnh & các khối)

Bộ mã hóa 20 có thể được tạo cấu hình để thu, ví dụ, qua đầu vào 201, hình ảnh 17 (hoặc dữ liệu hình ảnh 17), ví dụ, hình ảnh của chuỗi các hình ảnh tạo thành video

hoặc chuỗi video. Hình ảnh hoặc dữ liệu hình ảnh thu được cũng có thể là hình ảnh được xử lý trước 19 (hoặc dữ liệu hình ảnh được xử lý trước 19). Để đơn giản, phần mô tả sau đây liên quan đến hình ảnh 17. Hình ảnh 17 cũng có thể được gọi là hình ảnh hiện thời hoặc hình ảnh cần được tạo mã (cụ thể trong việc tạo mã video để phân biệt hình ảnh hiện thời với các hình ảnh khác, ví dụ các hình ảnh được mã hóa và/hoặc được giải mã trước đó của cùng chuỗi video, nghĩa là chuỗi video mà cũng bao gồm hình ảnh hiện thời).

Hình ảnh (số) được hoặc có thể được coi là mảng hoặc ma trận hai chiều của các mẫu với các giá trị cường độ. Mẫu trong mảng cũng có thể được gọi là điểm ảnh (pixel) (dạng rút gọn của phần tử hình ảnh) hoặc pel (điểm ảnh). Số lượng mẫu theo chiều (hoặc trục) ngang và thẳng đứng của mảng hoặc hình ảnh xác định kích thước và/hoặc độ phân giải của hình ảnh. Để biểu diễn màu, thông thường ba thành phần màu được sử dụng, nghĩa là hình ảnh có thể được biểu diễn hoặc bao gồm ba mảng mẫu. Theo định dạng hoặc không gian màu RGB, hình ảnh bao gồm mảng mẫu đỏ, lục, lam tương ứng. Tuy nhiên, trong việc tạo mã video, mỗi điểm ảnh thường được biểu diễn theo định dạng hoặc không gian màu độ chói và sắc độ, ví dụ YCbCr, mà bao gồm thành phần độ chói được chỉ báo bởi Y (đôi lúc L được sử dụng thay thế) và hai thành phần sắc độ được chỉ báo bởi Cb và Cr. Thành phần độ chói (hoặc độ chói (độ chói) ngắn) Y đại diện cho độ sáng hoặc cường độ mức xám (ví dụ như trong hình ảnh thang màu xám), trong khi hai thành phần sắc độ (hoặc sắc độ (sắc độ) ngắn) Cb và Cr đại diện cho sắc độ hoặc các thành phần thông tin màu. Theo đó, hình ảnh theo định dạng YCbCr bao gồm mảng mẫu độ chói của các giá trị mẫu độ chói (Y), và hai mảng mẫu sắc độ của các giá trị sắc độ (Cb và Cr). Các hình ảnh ở định dạng RGB có thể được chuyển đổi hoặc được biến đổi thành định dạng YCbCr và ngược lại, quy trình này cũng được biết đến là biến đổi hoặc biến đổi màu. Nếu hình ảnh là đơn sắc, hình ảnh có thể bao gồm chỉ mảng mẫu độ chói. Theo đó, hình ảnh có thể là, ví dụ, mảng của các mẫu độ chói theo định dạng đơn sắc hoặc mảng của các mẫu độ chói và hai mảng tương ứng của các mẫu sắc độ theo định dạng màu 4:2:0, 4:2:2, và 4:4:4.

Các phương án của bộ mã hóa video 20 có thể bao gồm đơn vị phân chia hình ảnh (không được thể hiện trên Fig.2) được tạo cấu hình để phân chia hình ảnh 17 thành

nhiều khối hình ảnh 203 (thường là không chồng chéo). Các khối này cũng có thể được gọi là các khối gốc, các khối macrô (H.264/AVC) hoặc các khối cây tạo mã (coding tree block - CTB) hoặc các đơn vị cây tạo mã (coding tree unit - CTU) (H.265/HEVC và VVC). Bộ phận phân chia hình ảnh có thể được tạo cấu hình để sử dụng cùng kích thước khối cho tất cả các hình ảnh của chuỗi video và lưới tương ứng xác định kích thước khối, hoặc để thay đổi kích thước khối giữa các hình ảnh hoặc các tập con hoặc các nhóm của các hình ảnh, và phân chia mỗi hình ảnh thành các khối tương ứng.

Theo các phương án khác, bộ mã hóa video có thể được tạo cấu hình để thu trực tiếp khối 203 của hình ảnh 17, ví dụ, một, một số hoặc tất cả các khối tạo thành hình ảnh 17. Khối hình ảnh 203 cũng có thể được gọi là khối hình ảnh hiện thời hoặc khối hình ảnh cần được tạo mã.

Giống như hình ảnh 17, khối hình ảnh 203 mặt khác là hoặc có thể được coi là mảng hoặc ma trận hai chiều của các mẫu với các giá trị cường độ (các giá trị mẫu), mặc dù kích thước nhỏ hơn hình ảnh 17. Nói cách khác, khối 203 có thể bao gồm, ví dụ, một mảng mẫu (ví dụ, mảng độ chói trong trường hợp hình ảnh đơn sắc 17, hoặc mảng độ chói hoặc sắc độ trong trường hợp hình ảnh màu) hoặc ba mảng mẫu (ví dụ, một mảng độ chói và hai mảng sắc độ trong trường hợp hình ảnh màu 17) hoặc số lượng và/hoặc loại mảng khác bất kỳ phụ thuộc vào định dạng màu được áp dụng. Số lượng mẫu theo chiều (hoặc trục) ngang và thẳng đứng của khối 203 xác định kích thước của khối 203. Theo đó, khối có thể là, ví dụ,  $M \times N$  ( $M$  cột nhân  $N$  hàng) mảng của các mẫu, hoặc  $M \times N$  mảng của các hệ số biến đổi.

Các phương án của bộ mã hóa video 20 như được thể hiện trên Fig.2 có thể được tạo cấu hình để mã hóa hình ảnh 17 theo từng khối, ví dụ việc mã hóa và dự đoán được thực hiện trên mỗi khối 203.

Các phương án của bộ mã hóa video 20 như được thể hiện trên Fig.2 có thể còn được tạo cấu hình để phân chia và/hoặc mã hóa hình ảnh bằng cách sử dụng các lát (slice) (cũng được gọi là các lát video), trong đó hình ảnh có thể được phân chia thành hoặc được mã hóa sử dụng một hoặc nhiều lát (thường là không chồng chéo), và mỗi lát có thể bao gồm một hoặc nhiều khối (ví dụ, các CTU).

Các phương án của bộ mã hóa video 20 như được thể hiện trên Fig.2 có thể còn được tạo cấu hình để phân chia và/hoặc mã hóa hình ảnh bằng cách sử dụng các nhóm phiến (tile) (cũng được gọi là các nhóm phiến video) và/hoặc các phiến (cũng được gọi là các phiến video), trong đó hình ảnh có thể được phân chia thành hoặc được mã hóa sử dụng một hoặc nhiều nhóm phiến (thường là không chồng chéo), và mỗi nhóm phiến có thể bao gồm, ví dụ một hoặc nhiều khối (ví dụ, các CTU) hoặc một hoặc nhiều phiến, trong đó mỗi phiến, ví dụ có thể là hình chữ nhật và có thể bao gồm một hoặc nhiều khối (ví dụ, các CTU), ví dụ các khối hoàn chỉnh hoặc các khối thành phần.

#### Tính toán dư

Đơn vị tính toán phân dư 204 có thể được tạo cấu hình để tính toán khối dư 205 (cũng được gọi là phân dư 205) dựa trên khối hình ảnh 203 và khối dự đoán 265 (các nội dung chi tiết hơn về khối dự đoán 265 được đưa ra sau đây), ví dụ, bằng cách trừ các giá trị mẫu của khối dự đoán 265 từ các giá trị mẫu của khối hình ảnh 203, theo từng mẫu (theo từng điểm ảnh) để thu thập khối dư 205 trong miền mẫu.

#### Biến đổi

Đơn vị xử lý biến đổi 206 có thể được tạo cấu hình để áp dụng biến đổi, ví dụ biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT) hoặc biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform - DST), trên các giá trị mẫu của khối dư 205 để thu thập các hệ số biến đổi 207 trong miền biến đổi. Các hệ số biến đổi 207 cũng có thể được gọi là các hệ số phân dư biến đổi và đại diện cho khối dư 205 trong miền biến đổi.

Đơn vị xử lý biến đổi 206 có thể được tạo cấu hình để áp dụng các phép xấp xỉ nguyên của DCT/DST, chẳng hạn như các phép biến đổi được quy định đối với H.265/HEVC. So với biến đổi DCT trực giao, các phép xấp xỉ nguyên này thường được định tỷ lệ bởi hệ số nhất định. Để bảo tồn chuẩn của khối dư mà được xử lý bằng các loại biến đổi thuận và ngược, các hệ số tỷ lệ bổ sung được áp dụng như là một phần của quy trình biến đổi. Các hệ số tỷ lệ điển hình được chọn dựa trên các ràng buộc nhất định như các hệ số tỷ lệ là lũy thừa của hai đối với các phép toán dịch, độ sâu bit của các hệ số biến đổi, đánh đổi giữa độ chính xác và các chi phí thực hiện, v.v.. Các hệ số tỷ lệ cụ thể, ví dụ, được quy định cho việc biến đổi ngược, ví dụ bởi đơn vị xử lý biến đổi ngược 212 (và việc biến đổi ngược tương ứng, ví dụ, bằng đơn vị xử lý biến đổi ngược 312 tại

bộ giải mã video 30) và các hệ số tỷ lệ tương ứng cho việc biến đổi xuôi, ví dụ, bằng đơn vị xử lý biến đổi 206, tại bộ mã hóa 20 có thể được quy định theo đó.

Các phương án của bộ mã hóa video 20 (tương ứng là đơn vị xử lý biến đổi 206) có thể được tạo cấu hình để xuất ra các thông số biến đổi, ví dụ, loại hoặc các loại biến đổi, ví dụ một cách trực tiếp hoặc được mã hóa hoặc được nén thông qua đơn vị mã hóa entropi 270, sao cho, ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể thu và sử dụng các thông số biến đổi cho việc giải mã.

### Lượng tử hóa

Đơn vị lượng tử hóa 208 có thể được tạo cấu hình để lượng tử hóa các hệ số biến đổi 207 để thu thập các hệ số được lượng tử hóa 209, ví dụ bằng việc áp dụng lượng tử hóa vô hướng hoặc lượng tử hóa vector. Các hệ số được lượng tử hóa 209 cũng có thể được gọi là các hệ số biến đổi được lượng tử hóa 209 hoặc các hệ số phần dư được lượng tử hóa 209.

Quá trình lượng tử hóa có thể làm giảm chiều sâu bit kết hợp với một số hoặc tất cả trong số các hệ số biến đổi 207. Ví dụ, hệ số biến đổi  $n$  bit có thể được làm tròn xuống hệ số biến đổi  $m$  bit trong suốt việc lượng tử hóa, trong đó  $n$  là lớn hơn  $m$ . Mức lượng tử hóa có thể được cải biến bằng việc điều chỉnh thông số lượng tử hóa (quantization parameter - QP). Ví dụ cho việc lượng tử hoá vô hướng, việc thay đổi tỷ lệ khác nhau có thể được áp dụng để đạt được việc lượng tử hoá mịn hơn hoặc thô hơn. Các kích thước bước lượng tử hóa nhỏ hơn tương ứng với việc lượng tử hoá mịn hơn, trong khi các kích thước bước lượng tử lớn hơn thì tương ứng với việc lượng tử hoá thô hơn. Kích thước bước lượng tử có thể áp dụng có thể được chỉ bảo bởi thông số lượng tử hoá (Quantization Parameter - QP). Thông số lượng tử hoá có thể là, ví dụ, chỉ số cho tập hợp được định trước của các kích thước bước lượng tử hóa có thể áp dụng. Ví dụ, các thông số lượng tử hoá nhỏ có thể tương ứng với việc lượng tử hoá mịn (các kích thước bước lượng tử hóa nhỏ) và các thông số lượng tử hoá lớn có thể tương ứng với việc lượng tử hoá thô (các kích thước bước lượng tử hóa lớn), hoặc ngược lại. Lượng tử hóa có thể bao gồm sự phân chia bởi kích thước bước lượng tử hóa và sự giải lượng tử tương ứng và/hoặc giải lượng tử ngược, ví dụ bởi đơn vị lượng tử hóa ngược 210, có thể bao gồm phép nhân với kích thước bước lượng tử hóa. Các phương án theo một số

tiêu chuẩn, ví dụ HEVC, có thể được tạo cấu hình để sử dụng thông số lượng tử hóa để xác định kích thước bước lượng tử hóa. Nói chung, kích thước bước lượng tử hóa có thể được tính toán dựa trên thông số lượng tử hóa sử dụng sự gần đúng điểm cố định của phương trình bao gồm sự phân chia. Các hệ số tỷ lệ bổ sung có thể được giới thiệu cho việc lượng tử hóa và giải lượng tử hóa để khôi phục định chuẩn của khối dư, mà có thể được thay đổi do tỷ lệ được sử dụng theo sự gần đúng điểm cố định của phương trình cho kích thước bước lượng tử hóa và thông số lượng tử hóa. Theo một cách thực hiện ví dụ, tỷ lệ của biến đổi ngược và việc giải lượng tử hóa có thể được kết hợp. Mặt khác, các bảng lượng tử hóa tùy biến có thể được sử dụng và được truyền tín hiệu từ bộ mã hóa đến bộ giải mã, ví dụ theo dòng bit. Hoạt động lượng tử hóa là hoạt động tổn hao, trong đó sự tổn hao tăng theo sự gia tăng của các kích cỡ bước lượng tử hóa.

Các phương án của bộ mã hóa video 20 (tương ứng là đơn vị lượng tử hóa 208) có thể được tạo cấu hình để xuất ra các thông số lượng tử hóa (quantization parameter - QP), ví dụ, một cách trực tiếp hoặc được mã hóa thông qua đơn vị mã hóa entropi 270, sao cho, ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể thu và áp dụng các thông số lượng tử hóa cho việc giải mã.

#### Lượng tử hóa ngược

Đơn vị lượng tử hóa ngược 210 được tạo cấu hình để áp dụng việc lượng tử hóa ngược của đơn vị lượng tử hóa 208 lên các hệ số được lượng tử hóa để thu thập các hệ số giải lượng tử hóa 211, ví dụ bằng cách áp dụng ngược của sơ đồ lượng tử hóa được áp dụng bởi đơn vị lượng tử hóa 208 dựa trên hoặc sử dụng kích thước bước lượng tử hóa giống với đơn vị lượng tử hóa 208. Các hệ số giải lượng tử hóa 211 cũng có thể được gọi là các hệ số dư được giải lượng tử hóa 211 và tương ứng - mặc dù thường không giống với các hệ số biến đổi do sự tổn hao bởi sự lượng tử hóa - với các hệ số biến đổi 207.

#### Biến đổi ngược

Đơn vị xử lý biến đổi ngược 212 được tạo cấu hình để áp dụng biến đổi ngược của việc biến đổi được áp dụng bởi đơn vị xử lý biến đổi 206, ví dụ biến đổi cosin rời rạc ngược (inverse discrete cosine transform - DCT) hoặc biến đổi sin rời rạc ngược (inverse discrete sine transform - DST) hoặc các biến đổi ngược khác, để thu thập khối

được tái kết cấu 213 (hoặc các hệ số giải lượng tử hóa tương ứng 213) trong miền mẫu. Khối được tái kết cấu 213 cũng có thể được gọi là khối biến đổi 213.

#### Tái kết cấu

Đơn vị tái kết cấu 214 (ví dụ bộ thêm hoặc bộ cộng 214) được tạo cấu hình để thêm khối biến đổi 213 (nghĩa là khối được tái kết cấu 213) vào khối dự đoán 265 để thu thập khối được tái kết cấu 215 trong miền mẫu, ví dụ bằng cách bổ sung - lần lượt từng mẫu - các giá trị mẫu của khối được tái kết cấu 213 và các giá trị mẫu của khối dự đoán 265.

#### Lọc

Đơn vị bộ lọc vòng lặp 220 (hoặc nói ngắn gọn là “bộ lọc vòng lặp” 220), được tạo cấu hình để lọc khối được tái kết cấu 215 để thu được khối được lọc 221, hoặc nói chung, để lọc các mẫu được tái kết cấu để thu thập các mẫu được lọc. Ví dụ, đơn vị bộ lọc vòng lặp được tạo cấu hình để làm mượt các chuyển tiếp điểm ảnh, hoặc theo cách khác cải thiện chất lượng video. Đơn vị bộ lọc vòng lặp 220 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp chẳng hạn như bộ lọc giải khối, bộ lọc dịch vị thích ứng mẫu (sample-adaptive offset - SAO) hoặc một hoặc nhiều bộ lọc khác, ví dụ bộ lọc hai chiều, bộ lọc vòng lặp thích ứng (adaptive loop filter - ALF), các bộ lọc làm sắc nét, làm mịn hoặc các bộ lọc cộng tác, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Mặc dù đơn vị bộ lọc vòng lặp 220 được thể hiện trên Fig.2 là một bộ lọc trong vòng lặp, trong các cấu hình khác, đơn vị bộ lọc vòng lặp 220 có thể được thực hiện như bộ lọc sau vòng lặp. Khối được lọc 221 cũng có thể được gọi khối được tái kết cấu được lọc 221.

Các phương án của bộ mã hóa video 20 (đơn vị bộ lọc vòng lặp tương ứng 220) có thể được tạo cấu hình để xuất ra các thông số bộ lọc vòng lặp (chẳng hạn như thông tin dịch vị thích ứng mẫu), ví dụ một cách trực tiếp hoặc được mã hóa thông qua đơn vị mã hóa entropi 270, sao cho, ví dụ, bộ giải mã 30 có thể thu và áp dụng các thông số bộ lọc vòng lặp giống nhau hoặc các bộ lọc vòng lặp tương ứng để giải mã.

#### Bộ đệm hình ảnh được giải mã

Bộ đệm hình ảnh được giải mã (decoded picture buffer - DPB) 230 có thể là bộ nhớ để lưu trữ các hình ảnh tham chiếu, hoặc dữ liệu hình ảnh tham chiếu nói chung,

để mã hóa dữ liệu video bằng bộ mã hóa video 20. DPB 230 có thể được tạo ra nhờ thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị nhớ đa dạng, chẳng hạn như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory - DRAM), bao gồm DRAM đồng bộ (synchronous DRAM - SDRAM), RAM từ trở (magnetoresistive RAM - MRAM), RAM thuần trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ đệm hình ảnh được giải mã (DPB) 230 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ một hoặc nhiều khối được lọc 221. Bộ đệm hình ảnh được giải mã 230 có thể còn được tạo cấu hình để lưu trữ các khối được lọc khác trước đó, ví dụ các khối được tái kết cấu và được lọc trước đó 221, của cùng hình ảnh hiện thời hoặc của các hình ảnh khác nhau, ví dụ các hình ảnh được tái kết cấu trước đó, và có thể cung cấp hình ảnh được tái kết cấu hoàn thành trước đó, nghĩa là hình ảnh được giải mã (và các khối tham chiếu và các mẫu tương ứng) và/hoặc hình ảnh hiện thời tái kết cấu một phần (và các khối tham chiếu và mẫu tương ứng), ví dụ cho dự đoán liên ảnh. Bộ đệm hình ảnh được giải mã (DPB) 230 cũng có thể được tạo cấu hình để lưu trữ một hoặc nhiều khối được tái kết cấu không được lọc 215, hoặc nói chung các mẫu tái kết cấu không được lọc, ví dụ nếu khối được tái kết cấu 215 không được lọc bởi đơn vị bộ lọc vòng lặp 220, hoặc phiên bản được xử lý tiếp nữa khác bất kỳ của các khối hoặc các mẫu tái kết cấu.

#### Chế độ chọn (Phân chia & dự đoán)

Đơn vị lựa chọn chế độ 260 bao gồm đơn vị phân chia 262, đơn vị dự đoán liên ảnh 244 và đơn vị dự đoán trong ảnh 254, và được tạo cấu hình để thu hoặc thu thập dữ liệu hình ảnh ban đầu, ví dụ khối ban đầu 203 (khối hiện thời 203 của hình ảnh hiện thời 17), và dữ liệu hình ảnh được tái kết cấu, ví dụ các mẫu hoặc các khối được tái kết cấu không được lọc và/hoặc được lọc của cùng hình ảnh (hiện thời) và/hoặc từ một hoặc nhiều hình ảnh được giải mã trước đó, ví dụ từ bộ đệm hình ảnh được giải mã 230 hoặc các bộ đệm khác (ví dụ bộ đệm đường dây, không được thể hiện).. Dữ liệu hình ảnh được tái kết cấu được sử dụng như dữ liệu hình ảnh tham chiếu cho việc dự đoán, ví dụ dự đoán liên ảnh hoặc dự đoán trong ảnh, để thu thập khối dự đoán 265 hoặc bộ dự đoán 265.

Đơn vị lựa chọn chế độ 260 có thể được tạo cấu hình để xác định hoặc lựa chọn việc phân vùng cho chế độ dự đoán khối hiện thời (bao gồm không có việc phân vùng

nào) và chế độ dự đoán (ví dụ chế độ dự đoán trong ảnh hoặc liên ảnh) và tạo ra khối dự đoán tương ứng 265, mà được sử dụng cho việc tính toán của khối dư 205 và cho sự tái kết cấu của khối được tái kết cấu 215.

Các phương án của đơn vị lựa chọn chế độ 260 có thể được tạo cấu hình để lựa chọn việc phân chia và chế độ dự đoán (ví dụ từ các chế độ được hỗ trợ bởi hoặc khả dụng cho đơn vị lựa chọn chế độ 260), mà cung cấp sự tương thích tốt nhất hoặc nói cách khác phần dư tối thiểu (phần dư tối thiểu có nghĩa là việc nén cao hơn để truyền hoặc lưu trữ), hoặc tổng phí truyền tín hiệu tối thiểu (tổng phí truyền tín hiệu tối thiểu có nghĩa là hoạt động nén tốt hơn để truyền hoặc lưu trữ), mà hoặc có tính đến hoặc cân bằng cả hai chế độ. Đơn vị lựa chọn chế độ 260 có thể được tạo cấu hình để xác định chế độ phân chia và chế độ dự đoán dựa trên sự tối ưu hóa tốc độ độ méo (rate distortion optimization - RDO), nghĩa là lựa chọn chế độ dự đoán để tạo ra tốc độ độ méo tối thiểu. Các thuật ngữ như “tốt nhất”, “tối thiểu”, “tối ưu” v.v. trong ngữ cảnh này không nhất thiết dùng để chỉ “tốt nhất”, “tối thiểu”, “tối ưu” tổng thể, v.v. mà cũng có thể dùng để chỉ sự đáp ứng của tiêu chuẩn kết thúc hoặc lựa chọn giống như giá trị vượt quá hoặc nằm bên dưới ngưỡng hoặc các hạn chế khác dẫn đến có khả năng “lựa chọn sự tối ưu phụ” nhưng làm giảm độ phức tạp và thời gian xử lý.

Nói theo cách khác, đơn vị phân chia 262 có thể được tạo cấu hình để phân chia khối 203 thành các phần chia khối nhỏ hơn hoặc các khối con (mà lại tạo ra các khối), ví dụ, sử dụng lặp lại sự phân chia cây tứ phân (quad-tree-partitioning - QT), sự phân chia nhị phân (binary partitioning - BT) hoặc sự phân chia cây tam phân (triple-tree - TT) hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng, và để thực hiện, ví dụ, dự đoán cho mỗi trong số các phần chia khối hoặc các khối con, trong đó việc lựa chọn chế độ bao gồm lựa chọn cấu trúc cây của khối được phân chia 203 và chế độ dự đoán được áp dụng cho mỗi một trong số các phần chia khối hoặc các khối con.

Dưới đây việc phân chia (ví dụ bởi đơn vị phân chia 260) và quy trình dự đoán (bởi đơn vị dự đoán liên ảnh 244 và đơn vị dự đoán trong ảnh 254) được thực hiện bởi bộ mã hóa video ví dụ 20 sẽ được giải thích chi tiết hơn.

Việc phân chia

Đơn vị phân chia 262 có thể phân chia (hoặc chia) khối hiện thời 203 thành các phần chia nhỏ hơn, ví dụ các khối nhỏ hơn có kích cỡ hình vuông hoặc hình chữ nhật. Các khối nhỏ hơn này (mà cũng có thể được gọi là các khối con) có thể còn được phân chia thành các phần chia còn nhỏ hơn nữa. Sự phân chia này cũng được gọi là phân chia cây hoặc phân chia cây theo thứ bậc, trong đó khối gốc, ví dụ ở mức cây gốc 0 (mức thứ bậc 0, chiều sâu 0), có thể được phân chia đệ quy, ví dụ được phân chia thành hai hoặc nhiều hơn hai khối của mức cây thấp hơn tiếp theo, ví dụ các nút ở mức cây 1 (mức thứ bậc 1, chiều sâu 1), trong đó các khối này có thể lại được phân chia thành hai hoặc nhiều hơn hai khối của mức thấp hơn tiếp theo, ví dụ mức cây 2 (mức thứ bậc 2, chiều sâu 2), v.v. cho đến khi việc phân chia được kết thúc, ví dụ do tiêu chuẩn kết thúc được đáp ứng, ví dụ chiều sâu cây tối đa hoặc kích cỡ khối tối thiểu được đạt. Các khối mà không được phân chia thêm còn được gọi là các khối lá hoặc các nút lá của cây. Cây sử dụng việc phân chia thành hai phần chia được gọi là cây nhị phân (binary-tree - BT), cây sử dụng việc phân chia thành ba phần chia được gọi là cây tam phân (ternary-tree - TT), và cây sử dụng việc phân chia thành bốn phần chia được gọi là cây tứ phân (quad-tree - QT).

Như được đề cập từ trước, thuật ngữ “khối” được sử dụng ở đây có thể là phần, cụ thể là, phần hình vuông hoặc hình chữ nhật, của hình ảnh. Ví dụ, tham chiếu đến HEVC và VVC, khối có thể là hoặc tương ứng với đơn vị cây tạo mã (coding tree unit - CTU), đơn vị tạo mã (coding unit - CU), đơn vị dự đoán (prediction unit - PU), và đơn vị biến đổi (transform unit - TU) và/hoặc tương ứng với các khối tương ứng, ví dụ khối cây tạo mã (coding tree block - CTB), khối tạo mã (coding block - CB), khối biến đổi (transform block - TB) hoặc khối dự đoán (prediction block - PB).

Ví dụ, đơn vị cây tạo mã (CTU) có thể là hoặc bao gồm CTB của các mẫu độ chói, hai CTB tương ứng của các mẫu sắc độ của hình ảnh mà có ba mảng mẫu, hoặc CTB của các mẫu của hình ảnh đơn sắc hoặc hình ảnh mà được tạo mã sử dụng ba mặt phẳng màu riêng biệt và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để tạo mã các mẫu. Một cách tương ứng, khối cây tạo mã (CTB) có thể là  $N \times N$  khối của các mẫu đối với một số giá trị của  $N$  sao cho sự phân chia của thành phần thành CTB là một lần phân chia. Đơn vị tạo mã (CU) có thể là hoặc bao gồm khối tạo mã của các mẫu độ chói, hai khối tạo mã tương

ứng của các mẫu sắc độ của hình ảnh mà có ba mảng mẫu, hoặc khối tạo mã của mẫu của hình ảnh đơn sắc hoặc hình ảnh mà được tạo mã có sử dụng ba mặt phẳng màu riêng biệt và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để tạo mã cho mẫu. Theo cách tương ứng khối tạo mã (CB) có thể là  $M \times N$  khối của các mẫu đối với một số giá trị của  $M$  và  $N$  sao cho sự phân chia của CTB thành các khối tạo mã là một lần phân chia.

Ví dụ, trong các phương án, theo HEVC, đơn vị cây tạo mã (CTU) có thể được tách thành các CU bằng cách sử dụng cấu trúc cây tứ phân được biểu thị dưới dạng cây tạo mã. Quyết định liệu có tạo mã vùng hình ảnh sử dụng dự đoán liên ảnh (thời gian) hoặc dự đoán trong ảnh (không gian) được thực hiện ở mức CU. Mỗi CU có thể tiếp tục được phân chia thành một, hai hoặc bốn PU theo loại phân chia PU. Bên trong một PU, quy trình dự đoán giống nhau được áp dụng và thông tin liên quan được truyền đến bộ giải mã trên cơ sở PU. Sau khi thu thập khối dư bằng cách áp dụng quy trình dự đoán dựa trên loại phân chia PU, CU có thể được phân chia thành các đơn vị biến đổi (các TU) theo cấu trúc cây tứ phân khác tương tự như cây tạo mã cho CU.

Trong các phương án, ví dụ, theo tiêu chuẩn tạo mã video mới nhất hiện nay đang được phát triển, mà được gọi là tạo mã video đa năng (Versatile Video Coding - VVC), việc phân chia cây tứ phân và cây nhị phân (Quad-tree and binary tree - QTBT) kết hợp, ví dụ, được sử dụng để phân chia khối tạo mã. Trong cấu trúc khối QTBT, CU có thể có hình dạng vuông hoặc chữ nhật. Ví dụ, đơn vị cây tạo mã (CTU) trước tiên được phân chia bởi cấu trúc cây tứ phân. Các nút lá cây tứ phân còn được phân chia bởi cấu trúc cây nhị phân hoặc cấu trúc cây tam phân (hoặc bội ba). Các nút lá cây phân chia được gọi là các đơn vị tạo mã (các CU), và phân đoạn đó được sử dụng để xử lý dự đoán và biến đổi mà không cần việc phân chia thêm nữa bất kỳ. Điều này có nghĩa là CU, PU và TU có cùng kích thước khối trong cấu trúc khối tạo mã QTBT. Song song với đó, việc đa phân chia, ví dụ, phân chia cây bội ba có thể được sử dụng cùng với cấu trúc khối QTBT.

Theo một ví dụ, đơn vị lựa chọn chế độ 260 của bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để thực hiện sự kết hợp bất kỳ của các kỹ thuật phân chia được mô tả ở đây.

Như được mô tả trên đây, bộ mã hóa video 20 được tạo cấu hình để xác định hoặc lựa chọn chế độ dự đoán tốt nhất hoặc tối ưu từ tập hợp của các chế độ dự đoán (ví dụ được xác định trước). Tập hợp của các chế độ dự đoán có thể bao gồm, ví dụ, các chế độ dự đoán trong ảnh và/hoặc các chế độ dự đoán liên ảnh.

#### Dự đoán trong ảnh

Tập hợp của các chế độ dự đoán trong ảnh có thể bao gồm 35 chế độ dự đoán trong ảnh khác nhau, ví dụ các chế độ vô hướng như chế độ (hoặc phương tiện) DC và chế độ phẳng, hoặc các chế độ hai chiều, ví dụ như được xác định trong HEVC, hoặc có thể bao gồm 67 chế độ dự đoán trong ảnh khác nhau, ví dụ các chế độ vô hướng giống như chế độ (hoặc phương tiện) DC và chế độ phẳng, hoặc các chế độ hai chiều, ví dụ như được tạo ra cho VVC.

Đơn vị dự đoán trong ảnh 254 được tạo cấu hình để sử dụng các mẫu tái kết cấu của các khối lân cận của cùng hình ảnh hiện thời để tạo ra khối dự đoán trong ảnh 265 theo chế độ dự đoán trong ảnh của tập hợp của các chế độ dự đoán trong ảnh.

Đơn vị dự đoán trong ảnh 254 (hoặc nói chung đơn vị lựa chọn chế độ 260) còn được tạo cấu hình để xuất ra các thông số dự đoán trong ảnh (hoặc thông tin nói chung biểu thị chế độ dự đoán trong ảnh được lựa chọn cho khối) đến đơn vị mã hóa entropi 270 dưới dạng các phần tử cú pháp 266 để đưa vào trong dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21, sao cho, ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể thu và sử dụng các thông số dự đoán cho việc giải mã.

#### Dự đoán liên ảnh

Tập hợp của các chế độ dự đoán liên ảnh (hoặc chế độ có thể có) tùy thuộc vào các hình ảnh tham chiếu khả dụng (nghĩa là các hình ảnh đã được giải mã ít nhất một phần trước đó, ví dụ được lưu trữ trong DBP 230) và các thông số dự đoán liên ảnh khác, ví dụ liệu toàn bộ hình ảnh tham chiếu hoặc chỉ một phần, ví dụ vùng cửa sổ tìm kiếm quanh vùng của khối hiện tại, của hình ảnh tham chiếu được sử dụng để tìm kiếm khối tham chiếu phù hợp nhất, và/hoặc ví dụ xem việc nội suy điểm ảnh có được áp dụng, ví dụ nội suy bán/nửa điểm ảnh và/hoặc nội suy một phần tư điểm ảnh hay không.

Ngoài các chế độ dự đoán nêu trên, chế độ bỏ qua và/hoặc chế độ trực tiếp có thể được áp dụng.

Đơn vị dự đoán liên ảnh 244 có thể bao gồm đơn vị ước lượng chuyển động (motion estimation - ME) và đơn vị bù chuyển động (motion compensation - MC) (đều không được thể hiện trên Fig.2). Đơn vị ước lượng chuyển động có thể được tạo cấu hình để thu hoặc thu thập khối hình ảnh 203 (khối hình ảnh hiện thời 203 của hình ảnh hiện thời 17) và hình ảnh được giải mã 231, hoặc ít nhất một hoặc nhiều khối được tái kết cấu trước đó, ví dụ các khối được tái kết cấu của một hoặc nhiều hình ảnh được giải mã trước đó 231 khác/khác nhau, để ước lượng chuyển động. Ví dụ, chuỗi video có thể bao gồm hình ảnh hiện thời và các hình ảnh được giải mã trước đó 231, hoặc nói cách khác, hình ảnh hiện thời và các hình ảnh được giải mã trước đó 231 có thể là một phần của hoặc tạo thành chuỗi các hình ảnh tạo thành chuỗi video.

Bộ mã hóa 20 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lựa chọn khối tham chiếu từ nhiều khối tham chiếu của các hình ảnh giống hoặc khác nhau của nhiều hình ảnh khác và cung cấp hình ảnh tham chiếu (hoặc chỉ số hình ảnh tham chiếu) và/hoặc dịch vị (dịch vị không gian) giữa vị trí (các tọa độ  $x, y$ ) của khối tham chiếu và vị trí của khối hiện thời như là các thông số dự đoán liên ảnh cho đơn vị ước lượng chuyển động. Dịch vị này cũng được gọi là vector chuyển động (motion vector - MV).

Đơn vị bù chuyển động được tạo cấu hình để thu thập, ví dụ thu, thông số dự đoán liên ảnh và để thực hiện dự đoán liên ảnh dựa trên hoặc sử dụng thông số dự đoán liên ảnh để thu thập khối dự đoán liên ảnh 265. Việc bù chuyển động, được thực hiện bởi đơn vị bù chuyển động, có thể bao gồm việc tìm hoặc tạo khối dự đoán dựa trên vector chuyển động/khối được xác định bằng cách ước lượng chuyển động, có thể thực hiện các phép nội suy đến độ chính xác điểm ảnh con. Lọc nội suy có thể tạo các mẫu điểm ảnh bổ sung từ các mẫu điểm ảnh đã biết, do đó có khả năng tăng số lượng khối dự đoán ứng viên mà có thể được sử dụng để tạo mã khối hình ảnh. Khi thu vector chuyển động đối với PU của khối hình ảnh hiện thời, đơn vị bù chuyển động có thể định vị khối dự đoán mà vector chuyển động trỏ đến trong một trong số các danh sách hình ảnh tham chiếu.

Đơn vị bù chuyển động cũng có thể tạo các phần tử cú pháp được liên kết với các khối và các lát video để sử dụng bởi bộ giải mã video 30 khi giải mã các khối hình ảnh của lát video. Ngoài ra hoặc theo cách khác đối với các lát và các phần tử cú pháp tương ứng, các nhóm phiên và/hoặc các phiên và các phần tử cú pháp tương ứng có thể được tạo ra hoặc được sử dụng.

#### Tạo mã entropi

Đơn vị mã hóa entropi 270 được tạo cấu hình để áp dụng, ví dụ, thuật toán hoặc sơ đồ tạo mã entropi (ví dụ, sơ đồ tạo mã độ dài biến số (variable length coding - VLC), sơ đồ VLC thích ứng ngữ cảnh (context adaptive VLC - CAVLC), sơ đồ tạo mã số học, nhị phân hóa, tạo mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding - CABAC), tạo mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), tạo mã entropi phân chia khoảng xác suất (probability interval partitioning entropi - PIPE) hoặc hệ phương pháp hoặc kỹ thuật tạo mã entropi khác) hoặc rẽ nhánh (không nén) trên các hệ số được lượng tử hóa 209, các thông số dự đoán liên ảnh, các thông số dự đoán trong ảnh, các thông số lọc vòng lặp và/hoặc các phần tử cú pháp khác để thu thập dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 mà có thể được xuất ra qua đầu ra 272, ví dụ ở dạng dòng bit được mã hóa 21, sao cho, ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể thu và sử dụng các thông số để giải mã. Dòng bit được mã hóa 21 có thể được truyền đến bộ giải mã video 30, hoặc được lưu trữ trong bộ nhớ để truyền hoặc truy hồi sau đó bởi bộ giải mã video 30.

Các sự thay đổi cấu trúc khác của bộ mã hóa video 20 có thể được sử dụng để mã hóa luồng video. Ví dụ, bộ mã hóa trên cơ sở không biến đổi 20 có thể lượng tử hóa tín hiệu dư trực tiếp mà không cần đơn vị xử lý biến đổi 206 đối với các khối hoặc các khung nhất định. Trong một cách thực hiện khác, bộ mã hóa 20 có thể có đơn vị lượng tử hóa 208 và đơn vị lượng tử hóa ngược 210 được kết hợp thành đơn vị đơn.

#### Bộ giải mã và phương pháp giải mã

Fig.3 thể hiện ví dụ của bộ giải mã video 30 mà được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Bộ giải mã video 30 được tạo cấu hình để thu thập dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 (ví dụ dòng bit được mã hóa 21), ví dụ, được mã hóa bằng bộ mã hóa 20, để thu thập hình ảnh được giải mã 331. Dữ liệu hình ảnh hoặc dòng bit được

mã hóa bao gồm thông tin để giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hóa, ví dụ dữ liệu mà đại diện cho các khối hình ảnh của lát video được mã hóa (và/hoặc các nhóm phiên hoặc các phiên) và các phần tử cú pháp được liên kết.

Trong ví dụ trên Fig.3, bộ giải mã 30 bao gồm đơn vị giải mã entropi 304, đơn vị lượng tử hóa ngược 310, đơn vị xử lý biến đổi ngược 312, đơn vị tái kết cấu 314 (ví dụ, bộ cộng 314), bộ lọc vòng lặp 320, bộ đệm hình ảnh được giải mã (DBP) 330, đơn vị ứng dụng chế độ 360, đơn vị dự đoán liên ảnh 344 và đơn vị dự đoán trong ảnh 354. Đơn vị dự đoán liên ảnh 344 có thể là hoặc bao gồm đơn vị bù chuyển động. Theo một số ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể thực hiện đường giải mã nói chung ngược với đường mã hóa mà được mô tả đối với bộ mã hóa video 100 từ Fig.2.

Như được giải thích đối với bộ mã hóa 20, đơn vị lượng tử hóa ngược 210, đơn vị xử lý biến đổi ngược 212, đơn vị tái kết cấu 214, bộ lọc vòng lặp 220, bộ đệm hình ảnh được giải mã (DPB) 230, đơn vị dự đoán liên ảnh 344 và đơn vị dự đoán trong ảnh 354 cũng được gọi là tạo ra “bộ giải mã gắn liền” của bộ mã hóa video 20. Theo đó, đơn vị lượng tử hóa ngược 310 có thể giống hệt về chức năng với đơn vị lượng tử hóa ngược 110, đơn vị xử lý biến đổi ngược 312 có thể giống hệt về chức năng với đơn vị xử lý biến đổi ngược 212, đơn vị tái kết cấu 314 có thể giống hệt về chức năng với đơn vị tái kết cấu 214, bộ lọc vòng lặp 320 có thể giống hệt về chức năng với bộ lọc vòng lặp 220, và bộ đệm hình ảnh được giải mã 330 có thể giống hệt về chức năng với bộ đệm hình ảnh được giải mã 230. Do đó, các giải thích được thực hiện đối với các đơn vị và các chức năng tương ứng của bộ mã hóa video 20 áp dụng theo cách tương ứng cho các đơn vị và các chức năng tương ứng của bộ giải mã video 30.

### Giải mã entropi

Đơn vị giải mã entropi 304 được tạo cấu hình để phân tích dòng bit 21 (hoặc dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 nói chung) và thực hiện, ví dụ, giải mã entropi đối với dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 để thu thập, ví dụ, các hệ số được lượng tử hóa 309 và/hoặc các thông số tạo mã được giải mã (không được thể hiện trên Fig.3), ví dụ bất kỳ hoặc tất cả trong số các thông số dự đoán liên ảnh (ví dụ chỉ số hình ảnh tham chiếu và vectơ chuyển động), thông số dự đoán trong ảnh (ví dụ chế độ hoặc chỉ số dự đoán trong ảnh), các thông số biến đổi, các thông số lượng tử hóa, các thông số bộ lọc vòng

lập, và/hoặc các phần tử cú pháp khác. Đơn vị giải mã entropi 304 có thể được tạo cấu hình để áp dụng các thuật toán hoặc các sơ đồ giải mã tương ứng với các sơ đồ mã hóa như được mô tả đối với đơn vị mã hóa entropi 270 của bộ mã hóa 20. Đơn vị giải mã entropi 304 có thể còn được tạo cấu hình để cung cấp các thông số dự đoán liên ảnh, thông số dự đoán trong ảnh và/hoặc các phần tử cú pháp khác cho đơn vị ứng dụng chế độ 360 và các thông số khác cho các bộ phận khác của bộ giải mã 30. Bộ giải mã video 30 có thể thu các phần tử cú pháp ở mức lát video và/hoặc mức khối video. Ngoài ra hoặc theo cách khác đối với các lát và các phần tử cú pháp tương ứng, các nhóm phiên và/hoặc các phiên và các phần tử cú pháp tương ứng có thể được nhận và/hoặc được sử dụng.

#### Lượng tử hóa ngược

Đơn vị lượng tử hóa ngược 310 có thể được tạo cấu hình để thu các thông số lượng tử hóa (QP) (hoặc nói chung là thông tin liên quan đến lượng tử hóa ngược) và các hệ số được lượng tử hóa từ dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 (ví dụ bằng cách phân tích và/hoặc giải mã, ví dụ bằng đơn vị giải mã entropi 304) và để áp dụng, dựa trên các thông số lượng tử hóa, lượng tử hóa ngược trên các hệ số được lượng tử hóa được giải mã 309 để thu thập các hệ số được giải lượng tử hóa 311, mà cũng có thể được gọi là các hệ số biến đổi 311. Quy trình lượng tử hóa ngược có thể bao gồm việc sử dụng thông số lượng tử hóa được xác định bởi bộ mã hóa video 20 đối với mỗi khối video trong lát video (hoặc phiên hoặc nhóm phiên) để xác định mức độ lượng tử hóa và, tương tự, mức độ lượng tử hóa ngược mà nên được áp dụng.

#### Biến đổi ngược

Đơn vị xử lý biến đổi ngược 312 có thể được tạo cấu hình để thu các hệ số được giải lượng tử hóa 311, cũng được gọi là các hệ số biến đổi 311, và để áp dụng việc biến đổi cho các hệ số được giải lượng tử hóa 311 để thu thập các khối dư được tái kết cấu 213 trong miền mẫu. Các khối dư được tái kết cấu 213 cũng có thể được gọi là các khối biến đổi 313. Biến đổi có thể là biến đổi ngược, ví dụ, DCT ngược, DST ngược, biến đổi nguyên ngược, hoặc quy trình biến đổi ngược tương tự về mặt khái niệm. Đơn vị xử lý biến đổi ngược 312 có thể còn được tạo cấu hình để thu các thông số biến đổi hoặc thông tin tương ứng từ dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 (ví dụ bằng cách phân tích

và/hoặc giải mã, ví dụ bằng đơn vị giải mã entropi 304) để xác định việc biến đổi cần được áp dụng cho các hệ số được giải lượng tử hóa 311.

#### Tái kết cấu

Đơn vị tái kết cấu 314 (ví dụ bộ thêm hoặc bộ cộng 314) có thể được tạo cấu hình để thêm khối dư được tái kết cấu 313, vào khối dự đoán 365 để thu thập khối được tái kết cấu 315 trong miền mẫu, ví dụ bằng cách thêm các giá trị mẫu của khối dư được tái kết cấu 313 và các giá trị mẫu của khối dự đoán 365.

#### Lọc

Đơn vị bộ lọc vòng lặp 320 (hoặc trong vòng lặp tạo mã hoặc sau vòng lặp tạo mã) được tạo cấu hình để lọc khối được tái kết cấu 315 để thu thập khối được lọc 321, ví dụ để làm mượt các chuyển tiếp điểm ảnh, hoặc mặt khác cải thiện chất lượng video. Đơn vị bộ lọc vòng lặp 320 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp chẳng hạn như bộ lọc giải khối, bộ lọc dịch vị thích ứng mẫu (sample-adaptive offset - SAO) hoặc một hoặc nhiều bộ lọc khác, ví dụ bộ lọc hai chiều, bộ lọc vòng lặp thích ứng (adaptive loop filter - ALF), các bộ lọc làm sắc nét, làm mịn hoặc các bộ lọc cộng tác, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Mặc dù đơn vị bộ lọc vòng lặp 320 được thể hiện trên Fig.3 là bộ lọc trong vòng lặp, trong các cấu hình khác, đơn vị bộ lọc vòng lặp 320 có thể được thực hiện như bộ lọc sau vòng lặp.

#### Bộ đệm hình ảnh được giải mã

Các khối video được giải mã 321 của hình ảnh sau đó được lưu trữ trong bộ đệm hình ảnh được giải mã 330, mà lưu trữ các hình ảnh được giải mã 331 dưới dạng các hình ảnh tham chiếu cho việc bù chuyển động tiếp sau cho các hình ảnh khác và/hoặc cho màn hiển thị đầu ra tương ứng.

Bộ giải mã 30 được tạo cấu hình để xuất ra hình ảnh được giải mã 311, ví dụ thông qua đầu ra 312, để trình chiếu hoặc để người dùng xem.

#### Dự đoán

Đơn vị dự đoán liên ảnh 344 có thể là giống hệt đơn vị dự đoán liên ảnh 244 (cụ thể là với đơn vị bù chuyển động) và đơn vị dự đoán trong ảnh 354 có thể là giống hệt đơn vị dự đoán liên ảnh 254 về chức năng, và thực hiện các quyết định chia hoặc phân

chia và dự đoán dựa trên các thông số phân chia và/hoặc dự đoán hoặc thông tin tương ứng được thu từ dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21 (ví dụ bằng cách phân tích và/hoặc giải mã, ví dụ bởi đơn vị giải mã entropi 304). Bộ phận ứng dụng chế độ 360 có thể được tạo cấu hình để thực hiện việc dự đoán (dự đoán trong ảnh hoặc liên ảnh) trên từng khối dựa trên các hình ảnh được tái kết cấu, các khối hoặc các mẫu tương ứng (được lọc hoặc không được lọc) để thu thập khối dự đoán 365.

Khi lát video được mã hóa như là lát được mã hóa trong ảnh (I), đơn vị dự đoán trong ảnh 354 của đơn vị ứng dụng chế độ 360 được tạo cấu hình để tạo khối dự đoán 365 đối với khối hình ảnh của lát video hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được truyền tín hiệu và dữ liệu từ các khối được giải mã trước đó của hình ảnh hiện thời. Khi hình ảnh video được tạo mã như là lát được tạo mã liên ảnh (nghĩa là, B hoặc P), đơn vị dự đoán liên ảnh 344 (ví dụ, đơn vị bù chuyển động) của đơn vị ứng dụng chế độ 360 được tạo cấu hình để tạo ra các khối dự đoán 365 đối với khối video của lát video hiện thời dựa trên các vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác được thu từ đơn vị giải mã entropi 304. Đối với dự đoán liên ảnh, các khối dự đoán có thể được tạo ra từ một trong số các hình ảnh tham chiếu trong một trong số các danh sách hình ảnh tham chiếu. Bộ giải mã video 30 có thể tạo kết cấu các danh sách khung tham chiếu, List (danh sách) 0 và List 1, sử dụng các kỹ thuật tạo kết cấu mặc định dựa trên các hình ảnh tham chiếu được lưu trữ trong DPB 330. Điều giống hoặc tương tự có thể được áp dụng cho hoặc bởi các phương án sử dụng các nhóm phiên (ví dụ, các nhóm phiên video) và/hoặc các phiên (ví dụ, các phiên video) ngoài hoặc theo cách khác đối với các lát (ví dụ, các lát video), ví dụ video có thể được tạo mã sử dụng các nhóm phiên và/hoặc các phiên I, P hoặc B.

Bộ phận ứng dụng chế độ 360 được tạo cấu hình để xác định thông tin dự đoán đối với khối video của lát video hiện thời bằng cách phân tích các vector chuyển động hoặc thông tin liên quan và các phần tử cú pháp khác, và sử dụng thông tin dự đoán để tạo ra các khối dự đoán đối với khối video hiện thời đang được giải mã. Ví dụ, đơn vị ứng dụng chế độ 360 sử dụng một số trong số các phần tử cú pháp được thu để xác định chế độ dự đoán (ví dụ, dự đoán trong ảnh hoặc liên ảnh) được sử dụng để tạo mã các khối video của lát video, loại lát dự đoán liên ảnh (ví dụ, lát B, lát P, hoặc lát GPB),

thông tin xây dựng đối với một hoặc nhiều danh sách trong số các danh sách hình ảnh tham chiếu đối với lát, các vector chuyển động đối với mỗi khối video được mã hóa liên ảnh của lát, trạng thái dự đoán liên ảnh đối với mỗi khối video được mã hóa liên ảnh của lát, và thông tin khác để giải mã các khối video trong lát video hiện thời. Điều giống hoặc tương tự có thể được áp dụng cho hoặc bởi các phương án sử dụng các nhóm phiên (ví dụ, các nhóm phiên video) và/hoặc các phiên (ví dụ, các phiên video) ngoài hoặc theo cách khác đối với các lát (ví dụ, các lát video), ví dụ video có thể được tạo mã sử dụng các nhóm phiên và/hoặc các phiên I, P hoặc B.

Các phương án của bộ giải mã video 30 như được thể hiện trên Fig.3 có thể được tạo cấu hình để phân chia và/hoặc giải mã hình ảnh bằng cách sử dụng các lát (cũng được gọi là các lát video), trong đó hình ảnh có thể được phân chia thành hoặc được giải mã sử dụng một hoặc nhiều lát (thường là không chồng chéo), và mỗi lát có thể bao gồm một hoặc nhiều khối (ví dụ, các CTU).

Các phương án của bộ giải mã video 30 như được thể hiện trên Fig.3 có thể được tạo cấu hình để phân chia và/hoặc giải mã hình ảnh bằng cách sử dụng các nhóm phiên (cũng được gọi là các nhóm phiên video) và/hoặc các phiên (cũng được gọi là các phiên video), trong đó hình ảnh có thể được phân chia thành hoặc được giải mã sử dụng một hoặc nhiều nhóm phiên (thường là không chồng chéo), và mỗi nhóm phiên có thể bao gồm, ví dụ một hoặc nhiều khối (ví dụ, các CTU) hoặc một hoặc nhiều phiên, trong đó mỗi phiên, ví dụ có thể là hình chữ nhật và có thể bao gồm một hoặc nhiều khối (ví dụ, các CTU), ví dụ các khối hoàn chỉnh hoặc các khối thành phần.

Các biến thể khác của bộ giải mã video 30 có thể được sử dụng để giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hóa 21. Ví dụ, bộ giải mã 30 có thể tạo ra luồng video đầu ra mà không cần bộ phận lọc vòng 320. Ví dụ, bộ giải mã trên cơ sở không biến đổi 30 có thể lượng tử hóa ngược tín hiệu dư một cách trực tiếp mà không cần đơn vị xử lý biến đổi ngược 312 đối với các khối hoặc các khung nhất định. Trong một cách thực hiện khác, bộ giải mã video 30 có thể có đơn vị lượng tử hóa ngược 310 và đơn vị xử lý biến đổi ngược 312 được kết hợp thành bộ phận đơn lẻ.

Cần hiểu rằng, trong bộ mã hóa 20 và bộ giải mã 30, kết quả xử lý của bước hiện thời có thể được xử lý thêm và sau đó được xuất ra tới bước tiếp theo. Ví dụ, sau khi

lọc nội suy, dẫn xuất vector chuyển động hoặc lọc vòng lặp, thao tác thêm nữa, chẳng hạn như cắt hoặc dịch chuyển, có thể được thực hiện trên kết quả xử lý của lọc nội suy, dẫn xuất vector chuyển động hoặc lọc vòng lặp.

Cần lưu ý rằng các thao tác thêm nữa có thể được áp dụng cho các vector chuyển động được dẫn xuất của khối hiện thời (bao gồm nhưng không bị giới hạn ở việc điều khiển các vector chuyển động điểm của chế độ afin, các vector chuyển động khối con trong afin, các chế độ phẳng, ATMVP, các vector chuyển động thời gian, và tương tự). Ví dụ, giá trị của vector chuyển động bị ràng buộc ở khoảng được xác định trước theo bit đại diện của nó. Nếu bit đại diện của vector chuyển động là bitDepth, thì khoảng là  $-2^{(bitDepth-1)} \sim 2^{(bitDepth-1)}-1$ , trong đó “^” có nghĩa là mũ. Ví dụ, nếu bitDepth được thiết lập bằng 16, khoảng là -32768 ~ 32767; nếu bitDepth được thiết lập bằng 18, khoảng là -131072~131071. Ví dụ, giá trị của vector chuyển động được dẫn xuất (ví dụ các MV của bốn khối con 4x4 trong một khối 8x8) bị ràng buộc sao cho chênh lệch lớn nhất giữa các phần nguyên của bốn MV khối con 4x4 không lớn hơn N điểm ảnh, chẳng hạn như không lớn hơn 1 điểm ảnh. Ở đây đề xuất hai phương pháp để ràng buộc vector chuyển động theo bitDepth.

Phương pháp 1: loại bỏ MSB tràn (bit đáng kể nhất) bằng các phép toán sau đây

$$ux = (mvx + 2^{bitDepth}) \% 2^{bitDepth} \quad (1)$$

$$mvx = (ux \geq 2^{bitDepth-1}) ? (ux - 2^{bitDepth}) : ux \quad (2)$$

$$uy = (mvy + 2^{bitDepth}) \% 2^{bitDepth} \quad (3)$$

$$mvy = (uy \geq 2^{bitDepth-1}) ? (uy - 2^{bitDepth}) : uy \quad (4)$$

trong đó mvx là thành phần nằm ngang của vector chuyển động của khối hình ảnh hoặc khối con, mvy là thành phần thẳng đứng của vector chuyển động của khối hình ảnh hoặc khối con, và ux và uy biểu thị giá trị trung gian;

Ví dụ, nếu giá trị của mvx là -32769, sau khi áp dụng công thức (1) và (2), giá trị kết quả là 32767. Trong hệ thống máy tính, các số thập phân được lưu trữ dưới dạng bù nhị phân. Bù nhị phân của -32769 là 1,0111,1111,1111,1111 (17 bit), sau đó MSB được loại bỏ, sao cho bù nhị phân kết quả là 0111,1111,1111,1111 (số thập phân là 32767), mà giống với đầu ra bằng cách áp dụng công thức (1) và (2).

$$ux = (mvpx + mvdx + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (5)$$

$$mvx = (ux \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (ux - 2^{\text{bitDepth}}) : ux \quad (6)$$

$$uy = (mvpv + mvdy + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (7)$$

$$mvy = (uy \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (uy - 2^{\text{bitDepth}}) : uy \quad (8)$$

Các phép toán có thể được áp dụng trong quá trình tính tổng của.mvp và.mvd, như được thể hiện trong công thức từ (5) đến (8).

Phương pháp 2: loại bỏ MSB tràn bằng cách cắt bỏ trị số

$$vx = \text{Clip3}(-2^{\text{bitDepth}-1}, 2^{\text{bitDepth}-1} - 1, vx)$$

$$vy = \text{Clip3}(-2^{\text{bitDepth}-1}, 2^{\text{bitDepth}-1} - 1, vy)$$

trong đó vx là thành phần nằm ngang của vector chuyển động của khối hình ảnh hoặc khối con, vy là thành phần thẳng đứng của vector chuyển động của khối hình ảnh hoặc khối con; x, y và z lần lượt tương ứng với ba trị số đầu vào của xử lý cắt bỏ MV, và định nghĩa của hàm Clip3 là như sau:

$$\text{Clip3}(x, y, z) = \begin{cases} x & ; & z < x \\ y & ; & z > y \\ z & ; & \text{điều kiện khác} \end{cases}$$

Fig.4 là hình vẽ sơ lược của thiết bị tạo mã video 400 theo một phương án của sáng chế. Thiết bị tạo mã video 400 là thích hợp để thực hiện các phương án được bộc lộ như được mô tả ở đây. Theo một phương án, thiết bị tạo mã video 400 có thể là bộ giải mã chẳng hạn như bộ giải mã video 30 trên Fig.1A hoặc bộ mã hóa chẳng hạn như bộ mã hóa video 20 trên Fig.1A.

Thiết bị tạo mã video 400 bao gồm các cổng lối vào 410 (hoặc các cổng vào 410) và các đơn vị thu (Rx) 420 để thu dữ liệu; bộ xử lý, đơn vị logic, hoặc bộ xử lý trung tâm (central processing unit - CPU) 430 để xử lý dữ liệu; các đơn vị phát (Tx) 440 và các cổng lối ra 450 (hoặc các cổng ra 450) để truyền dữ liệu; và bộ nhớ 460 để lưu trữ dữ liệu. Thiết bị tạo mã video 400 cũng có thể bao gồm các thành phần quang điện (optical-to-electrical - OE) và các thành phần điện quang (electrical-to-optical - EO)

được ghép nối với các cổng lối vào 410, các đơn vị thu 420, các đơn vị phát 440, và các cổng lối ra 450 cho lối ra hoặc lối vào của các tín hiệu quang hoặc điện.

Bộ xử lý 430 được thực hiện bởi phần cứng và phần mềm. Bộ xử lý 430 có thể được thực hiện dưới dạng một hoặc nhiều chip CPU, các lõi (ví dụ, dưới dạng bộ xử lý đa lõi), các FPGA, các ASIC và các DSP. Bộ xử lý 430 là trong truyền thông với các cổng lối vào 410, các đơn vị thu 420, các đơn vị phát 440, các cổng lối ra 450, và bộ nhớ 460. Bộ xử lý 430 bao gồm môđun tạo mã 470. Môđun tạo mã 470 thực hiện các phương án được bộc lộ được mô tả ở trên. Ví dụ, môđun tạo mã 470 thực hiện, xử lý, chuẩn bị, hoặc cung cấp các tính toán tạo mã khác nhau. Do đó, sự có mặt của môđun tạo mã 470 cung cấp sự cải thiện đáng kể cho chức năng của thiết bị tạo mã video 400 và tác động sự biến đổi của thiết bị tạo mã video 400 cho trạng thái khác. Mặt khác, môđun tạo mã 470 được thực hiện dưới dạng các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ 460 và được thực hiện bởi bộ xử lý 430.

Bộ nhớ 460 có thể bao gồm một hoặc nhiều đĩa, băng từ, và ổ đĩa trạng thái rắn và có thể được sử dụng làm thiết bị lưu trữ dữ liệu tràn, để lưu trữ các chương trình khi các chương trình này được lựa chọn thực hiện, và lưu trữ các chỉ dẫn và dữ liệu mà được đọc trong khi thực thi chương trình. Ví dụ, bộ nhớ 460 có thể là khả biến và/hoặc bất biến và có thể là bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory - ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory - RAM), bộ nhớ định nội dung địa chỉ bậc ba (ternary content-addressable memory - TCAM), và/hoặc bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (static random-access memory - SRAM).

Fig.5 là sơ đồ khối được đơn giản hóa của thiết bị 500 mà có thể được sử dụng làm một trong số hoặc cả thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 từ Fig.1 theo phương án ví dụ.

Bộ xử lý 502 trong thiết bị 500 có thể là bộ xử lý trung tâm. Mặt khác, bộ xử lý 502 có thể là loại thiết bị khác bất kỳ, hoặc nhiều thiết bị, có khả năng điều khiển hoặc xử lý thông tin hiện có hoặc được phát triển sau này. Mặc dù các phương án đã được bộc lộ có thể được thực hiện bằng bộ xử lý đơn như được thể hiện, ví dụ, bộ xử lý 502, các cải thiện về tốc độ và hiệu suất có thể đạt được sử dụng nhiều hơn một bộ xử lý.

Bộ nhớ 504 trong thiết bị 500 có thể là thiết bị bộ nhớ chỉ đọc (ROM) hoặc thiết bị bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM) trong một cách thực hiện. Loại thiết bị lưu trữ thích hợp khác bất kỳ có thể được sử dụng làm bộ nhớ 504. Bộ nhớ 504 có thể bao gồm mã và dữ liệu 506 mà được truy cập bởi bộ xử lý 502 sử dụng bus 512. Bộ nhớ 504 có thể còn bao gồm hệ thống tính toán 508 và các chương trình ứng dụng 510, các chương trình ứng dụng 510 bao gồm ít nhất một chương trình mà cho phép bộ xử lý 502 thực hiện các phương pháp được mô tả ở đây. Ví dụ, các chương trình ứng dụng 510 có thể bao gồm các ứng dụng 1 đến N, mà còn bao gồm ứng dụng tạo mã video mà thực hiện các phương pháp được mô tả ở đây.

Thiết bị 500 cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị đầu ra, chẳng hạn như màn hiển thị 518. Theo một ví dụ, màn hiển thị 518 có thể là màn hiển thị nhạy chạm mà kết hợp màn hiển thị với phần tử nhạy chạm mà có khả năng hoạt động để dò đọc các đầu vào chạm. Màn hiển thị 518 có thể được ghép nối với bộ xử lý 502 thông qua bus 512.

Mặc dù được minh họa ở đây dưới dạng một bus đơn, bus 512 của thiết bị 500 có thể bao gồm nhiều bus. Ngoài ra, bộ lưu trữ thứ cấp 514 có thể được ghép nối trực tiếp với các thành phần khác của thiết bị 500 hoặc có thể được truy cập thông qua mạng và có thể bao gồm một đơn vị đơn được tích hợp như thẻ nhớ hoặc nhiều đơn vị chẳng hạn như nhiều thẻ nhớ. Vì vậy, thiết bị 500 có thể được thực hiện theo các cấu hình trong phạm vi rộng.

Trong hội nghị JVET thứ 14 diễn ra tại Geneva, thuộc tính của JVET-N0217: Dự đoán trong ảnh trọng số tuyến tính afin (Affine Linear Weighted Intra Prediction - ALWIP) được áp dụng.

Ba tập mới của các chế độ trong ảnh được giới thiệu trong ALWIP. Chúng là:

- 35 chế độ cho các khối 4x4.
- 19 chế độ cho các khối 8x4, 4x8 và 8x8.
- 11 chế độ cho các trường hợp khác trong đó chiều rộng và chiều cao là đều nhỏ hơn hoặc bằng 64 mẫu.

Một cách tương ứng, biến về loại kích thước khối (sizeId) được xác định trong ALWIP như sau đây:

- Nếu kích thước của khối là  $4 \times 4$ , loại kích thước khối sizeId là 0.
- Mặt khác nếu kích thước của khối là các khối  $8 \times 4$ ,  $4 \times 8$  hoặc  $8 \times 8$ , loại kích thước khối sizeId là 1.
- Nếu không thì, nếu kích thước của khối không được đề cập đề trên và chiều rộng và chiều cao khối là đều nhỏ hơn 64, loại kích thước khối sizeId là 2.

Các chế độ này tạo ra tín hiệu dự đoán trong ảnh độ chói trên một đường của các mẫu tham chiếu bên trái và phía trên khối hiện thời bởi việc nhân vectơ ma trận và việc bổ sung của dịch vị. Vì lý do này, dự đoán trong ảnh trọng số tuyến tính affin cũng được gọi là dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận (Matrix-based Intra Prediction - MIP). Đối với văn bản sau đây, thuật ngữ MIP và ALWIP là có thể thay thế nhau và đều mô tả công cụ của JVET-N0217.

Đối với việc dự đoán các mẫu của khối chữ nhật có chiều rộng  $W$  và chiều cao  $H$ , việc dự đoán trong ảnh trọng số tuyến tính affin (ALWIP) lấy một đường của  $H$  mẫu biên lân cận được tái kết cấu bên trái của khối và một đường của  $W$  mẫu biên lân cận được tái kết cấu bên trên khối làm đầu vào. Nếu các mẫu được tái kết cấu là không sẵn có, chúng được tạo ra như nó được thực hiện trong dự đoán trong ảnh thông thường.

Việc tạo ra của tín hiệu dự đoán là dựa trên ba bước sau đây:

1. Ngoài các mẫu biên, bốn mẫu trong trường hợp  $W=H=4$  và tám mẫu trong tất cả các trường hợp khác được trích bằng cách lấy trung bình.

2. Việc nhân vectơ ma trận, tiếp theo sau bằng việc thêm dịch vị, được thực hiện với các mẫu được lấy trung bình làm đầu vào. Kết quả là tín hiệu dự đoán được giảm trên tập được lấy mẫu con của các mẫu trong khối ban đầu.

3. Tín hiệu dự đoán tại các vị trí còn lại được tạo ra từ tín hiệu dự đoán trên tập được lấy mẫu con bằng việc nội suy tuyến tính mà là việc nội suy tuyến tính bước đơn theo mỗi hướng.

Toàn bộ quy trình lấy trung bình, nhân vector ma trận và nội suy tuyến tính được minh họa với các hình dạng khác nhau trên các Fig.6 đến Fig.9. Lưu ý rằng, các hình dạng còn lại được xử lý như trong một trong số các trường hợp được mô tả.

Fig.6 minh họa quy trình cho khối  $4 \times 4$ . Cho khối  $4 \times 4$ , ALWIP lấy hai trung bình dọc theo mỗi trục của biên. Bốn mẫu đầu vào sản phẩm đi vào phép nhân vector ma trận. Các vector được lấy từ tập hợp  $S_0$ . Sau khi thêm dịch vị, 16 mẫu dự đoán cuối cùng được tạo ra. Việc nội suy tuyến tính là không cần thiết cho việc tạo ra tín hiệu dự đoán. Do đó, tổng cộng  $(4 \cdot 16)/(4 \cdot 4) = 4$  phép nhân mỗi mẫu được thực hiện.

Fig.7 minh họa quy trình cho khối  $8 \times 8$ . Cho khối  $8 \times 8$ , ALWIP lấy bốn trung bình dọc theo mỗi trục của biên. Tám mẫu đầu vào sản phẩm đi vào phép nhân vector ma trận. Các vector được lấy từ tập hợp  $S_1$ . 16 mẫu được tạo ra trên các vị trí lẻ của khối dự đoán. Do đó, tổng cộng  $(8 \cdot 16)/(8 \cdot 8) = 2$  phép nhân mỗi mẫu được thực hiện. Sau khi thêm dịch vị, các mẫu này được nội suy dọc bằng việc sử dụng biên trên cùng được giảm. Việc nội suy ngang tiếp theo sau bằng việc sử dụng biên bên trái ban đầu. Do đó, tổng cộng 2 phép nhân mỗi mẫu được yêu cầu để tính toán dự đoán ALWIP.

Fig.8 minh họa quy trình cho khối  $8 \times 4$ . Cho khối  $8 \times 4$ , ALWIP lấy bốn trung bình dọc theo trục ngang của biên và bốn giá trị biên ban đầu trên biên bên trái. Tám mẫu đầu vào sản phẩm đi vào phép nhân vector ma trận. Các vector được lấy từ tập hợp  $S_1$ . 16 mẫu được tạo thành trên các vị trí ngang lẻ và mỗi vị trí dọc của khối dự đoán. Do đó, tổng cộng  $(8 \cdot 16)/(8 \cdot 4) = 4$  phép nhân mỗi mẫu được thực hiện. Sau khi thêm dịch vị, các mẫu này được nội suy ngang bằng cách sử dụng biên bên trái ban đầu. Do đó, tổng cộng 4 phép nhân mỗi mẫu được yêu cầu để tính toán việc dự đoán ALWIP.

Trường hợp chuyển vị được xử lý theo đó.

Fig.9 minh họa quy trình cho khối  $16 \times 16$ . Cho khối  $16 \times 16$ , ALWIP lấy bốn trung bình dọc theo mỗi trục của biên. Tám mẫu đầu vào sản phẩm đi vào phép nhân vector ma trận. Các vector được lấy từ tập hợp  $S_2$ . 64 mẫu được tạo ra trên các vị trí lẻ của khối dự đoán. Do đó, tổng cộng  $(8 \cdot 64)/(16 \cdot 16) = 2$  phép nhân mỗi mẫu được thực hiện. Sau khi thêm dịch vị, các mẫu này được nội suy dọc bằng cách sử dụng tám trung bình của biên trên cùng. Việc nội suy ngang tiếp theo sau bằng việc sử dụng biên

bên trái ban đầu. Do đó, tổng cộng, hai phép nhân mỗi mẫu được yêu cầu để tính toán việc dự đoán ALWIP.

Đối với các hình dạng lớn hơn, thủ tục về cơ bản là giống và dễ dàng kiểm tra rằng số lượng của phép nhân mỗi mẫu là nhỏ hơn bốn.

Đối với các khối  $W \times 8$  với  $W > 8$ , chỉ việc nội suy ngang là cần thiết do các mẫu được lấy ở các vị trí ngang lẻ và mỗi vị trí dọc. Trong trường hợp này,  $(8 \cdot 64)/(W \cdot 8) = 64/W$  phép nhân mỗi mẫu được thực hiện để tính toán việc dự đoán giảm. Đối với  $W > 16$ , số lượng của phép nhân bổ sung mỗi mẫu được yêu cầu cho việc nội suy tuyến tính là nhỏ hơn hai. Do đó, tổng số lượng của phép nhân mỗi mẫu là nhỏ hơn hoặc bằng bốn.

Cuối cùng, đối với các khối  $W \times 4$  với  $W > 8$ , đặt  $A_k$  là ma trận mà nảy sinh bằng việc bỏ lại toàn bộ hàng mà tương ứng với mục nhập lẻ dọc theo trục ngang của khối được lấy mẫu xuống. Do đó, kích thước đầu ra là 32 và một lần nữa, chỉ việc nội suy ngang còn lại cần được thực hiện. Đối với việc tính toán dự đoán giảm,  $(8 \cdot 32)/(W \cdot 4) = 64/W$  phép nhân mỗi mẫu được thực hiện. Đối với  $W = 16$ , không có phép nhân bổ sung nào được yêu cầu trong khi, đối với  $W > 16$ , ít hơn 2 phép nhân mỗi mẫu được yêu cầu cho nội suy tuyến tính. Do đó, tổng số lượng của các phép nhân là nhỏ hơn hoặc bằng bốn.

Các trường hợp chuyển vị được xử lý theo đó.

Trong thuộc tính của JVET-N0217, cách tiếp cận sử dụng danh sách chế độ có khả năng xảy nhất (Most Probable Mode - MPM) cũng được áp dụng đối với tạo mã chế độ trong ảnh MIP. Có hai danh sách MPM được sử dụng cho các khối hiện thời:

1. Khi khối hiện thời sử dụng chế độ trong ảnh bình thường (nghĩa là không phải chế độ trong ảnh MIP), danh sách 6-MPM được sử dụng
2. Khi khối hiện thời sử dụng chế độ trong ảnh MIP, danh sách 3-MPM được sử dụng

Cả hai danh sách MPM nêu trên được xây dựng dựa trên các chế độ dự đoán trong ảnh của các khối lân cận của chúng, do đó các trường hợp sau đây có thể xảy ra:

1. khối hiện thời được dự đoán trong ảnh bình thường, trong khi một hoặc nhiều khối lân cận của nó được áp dụng với việc dự đoán trong ảnh MIP, hoặc

2. khối hiện thời được áp dụng với việc dự đoán trong ảnh MIP, trong khi một hoặc nhiều khối lân cận của nó được áp dụng với việc dự đoán trong ảnh bình thường.

Trong các trường hợp như vậy, các chế độ dự đoán trong ảnh lân cận được dẫn ra không trực tiếp sử dụng các bảng tìm kiếm.

Trong một ví dụ, khi khối hiện thời được dự đoán trong ảnh bình thường, trong khi khối bên trên (A) của nó như được thể hiện trên Fig.13 được áp dụng với việc dự đoán trong ảnh MIP.

Bảng tìm kiếm 1 sau đây được sử dụng. Dựa trên các loại kích thước khối của khối bên trên và chế độ dự đoán trong ảnh MIP của khối bên trên, chế độ dự đoán trong ảnh bình thường được dẫn ra. Tương tự như vậy, nếu khối bên trái (L) như được thể hiện trên Fig.13 được áp dụng với việc dự đoán trong ảnh MIP, dựa trên các loại kích thước khối của khối bên trái và chế độ dự đoán trong ảnh MIP của khối bên trái, chế độ dự đoán trong ảnh bình thường được dẫn ra.

Bảng 1 – Quy định của ánh xạ giữa các chế độ dự đoán trong ảnh và dự đoán trong ảnh trọng số tuyến tính afin

| IntraPredModeY[ xNbX ][ yNbX ] | loại kích thước khối sizeId |    |    |
|--------------------------------|-----------------------------|----|----|
|                                | 0                           | 1  | 2  |
| 0                              | 0                           | 0  | 1  |
| 1                              | 18                          | 1  | 1  |
| 2                              | 18                          | 0  | 1  |
| 3                              | 0                           | 1  | 1  |
| 4                              | 18                          | 0  | 18 |
| 5                              | 0                           | 22 | 0  |
| 6                              | 12                          | 18 | 1  |
| 7                              | 0                           | 18 | 0  |
| 8                              | 18                          | 1  | 1  |
| 9                              | 2                           | 0  | 50 |
| 10                             | 18                          | 1  | 0  |
| 11                             | 12                          | 0  |    |
| 12                             | 18                          | 1  |    |
| 13                             | 18                          | 0  |    |
| 14                             | 1                           | 44 |    |
| 15                             | 18                          | 0  |    |
| 16                             | 18                          | 50 |    |

|    |    |   |
|----|----|---|
| 17 | 0  | 1 |
| 18 | 0  | 0 |
| 19 | 50 |   |
| 20 | 0  |   |
| 21 | 50 |   |
| 22 | 0  |   |
| 23 | 56 |   |
| 24 | 0  |   |
| 25 | 50 |   |
| 26 | 66 |   |
| 27 | 50 |   |
| 28 | 56 |   |
| 29 | 50 |   |
| 30 | 50 |   |
| 31 | 1  |   |
| 32 | 50 |   |
| 33 | 50 |   |
| 34 | 50 |   |

Trong một ví dụ, khi khối hiện thời được áp dụng với việc dự đoán trong ảnh MIP, và khối bên trên (A) của nó như được thể hiện trên Fig.14 được dự đoán sử dụng chế độ trong ảnh bình thường, bảng tìm kiếm 2 sau đây được sử dụng. Dựa trên các loại kích thước khối của khối bên trên và chế độ dự đoán trong ảnh bình thường của khối bên trên, chế độ dự đoán trong ảnh MIP được dẫn ra. Tương tự như vậy, nếu khối bên trái (L) như được thể hiện trên Fig.14 được áp dụng với việc dự đoán trong ảnh bình thường, dựa trên các loại kích thước khối của khối bên trái và chế độ dự đoán trong ảnh bình thường của khối bên trái, chế độ dự đoán trong ảnh MIP được dẫn ra.

Bảng 2 – Quy định của ánh xạ giữa các chế độ dự đoán trong ảnh và dự đoán trong ảnh trọng số tuyến tính affin

| IntraPredModeY[ xNbX ][ yNbX ] | loại kích thước khối sizeId |    |   |
|--------------------------------|-----------------------------|----|---|
|                                | 0                           | 1  | 2 |
| 0                              | 17                          | 0  | 5 |
| 1                              | 17                          | 0  | 1 |
| 2, 3                           | 17                          | 10 | 3 |
| 4, 5                           | 9                           | 10 | 3 |
| 6, 7                           | 9                           | 10 | 3 |
| 8, 9                           | 9                           | 10 | 3 |
| 10, 11                         | 9                           | 10 | 0 |
| 12, 13                         | 17                          | 4  | 0 |
| 14, 15                         | 17                          | 6  | 0 |
| 16, 17                         | 17                          | 7  | 4 |
| 18, 19                         | 17                          | 7  | 4 |
| 20, 21                         | 17                          | 7  | 4 |

|        |    |    |    |
|--------|----|----|----|
| 22, 23 | 17 | 5  | 5  |
| 24, 25 | 17 | 5  | 1  |
| 26, 27 | 5  | 0  | 1  |
| 28, 29 | 5  | 0  | 1  |
| 30, 31 | 5  | 3  | 1  |
| 32, 33 | 5  | 3  | 1  |
| 34, 35 | 34 | 12 | 6  |
| 36, 37 | 22 | 12 | 6  |
| 38, 39 | 22 | 12 | 6  |
| 40, 41 | 22 | 12 | 6  |
| 42, 43 | 22 | 14 | 6  |
| 44, 45 | 34 | 14 | 10 |
| 46, 47 | 34 | 14 | 10 |
| 48, 49 | 34 | 16 | 9  |
| 50, 51 | 34 | 16 | 9  |
| 52, 53 | 34 | 16 | 9  |
| 54, 55 | 34 | 15 | 9  |
| 56, 57 | 34 | 13 | 9  |
| 58, 59 | 26 | 1  | 8  |
| 60, 61 | 26 | 1  | 8  |
| 62, 63 | 26 | 1  | 8  |
| 64, 65 | 26 | 1  | 8  |
| 66     | 26 | 1  | 8  |

Trong JEM, việc biến đổi thứ cấp được áp dụng giữa biến đổi sơ cấp xuôi và lượng tử hóa (tại bộ mã hóa) và giữa giải lượng tử hóa và biến đổi sơ cấp ngược (tại phía bộ giải mã). Như được thể hiện trên Fig.10, việc biến đổi thứ cấp 4x4 (hoặc 8x8) được thực hiện phụ thuộc vào kích thước khối. Ví dụ, việc biến đổi thứ cấp 4x4 được áp dụng cho các khối nhỏ (nghĩa là, nhỏ nhất (chiều rộng, chiều cao) < 8) và 8x8 việc biến đổi thứ cấp được áp dụng cho các khối lớn hơn (nghĩa là, nhỏ nhất (chiều rộng, chiều cao) > 4) mỗi khối 8x8.

Ứng dụng của việc biến đổi không thể tách biệt được mô tả như sau đây sử dụng đầu vào làm ví dụ. Để áp dụng việc biến đổi không thể tách biệt, khối đầu vào 4x4 X

$$X = \begin{bmatrix} X_{00} & X_{01} & X_{02} & X_{03} \\ X_{10} & X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{20} & X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{30} & X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{bmatrix} \quad (1)$$

trước tiên được thể hiện dưới dạng vector  $\vec{X}$ :

$$\vec{X} = [X_{00} \ X_{01} \ X_{02} \ X_{03} \ X_{10} \ X_{11} \ X_{12} \ X_{13} \ X_{20} \ X_{21} \ X_{22} \ X_{23} \ X_{30} \ X_{31} \ X_{32} \ X_{33}]^T \quad (2)$$

Việc biến đổi không thể tách biệt được tính toán dưới dạng  $\vec{F} = T \cdot \vec{X}$ , trong đó  $\vec{F}$  chỉ báo vector hệ số biến đổi, và  $T$  là ma trận biến đổi 16x16. Vector hệ số 16x1  $\vec{F}$  được sắp xếp lại lần lượt dưới dạng khối 4x4 sử dụng thứ tự quét cho khối đó (ngang, thẳng đứng hoặc chéo). Các hệ số với chỉ số nhỏ hơn sẽ được đặt với hệ số quét nhỏ hơn trong khối hệ số 4x4. Có tổng cộng 35 tập biến đổi và 3 ma trận biến đổi không thể tách biệt (nhân) mỗi tập biến đổi được sử dụng. Việc ánh xạ từ chế độ dự đoán trong ảnh tới tập biến đổi được xác định trước. Đối với mỗi tập biến đổi, ứng viên biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được lựa chọn được quy định thêm bằng chỉ số đổi thứ cấp được truyền tín hiệu rõ ràng. Chỉ số được truyền tín hiệu trong dòng bit một lần cho mỗi Intra CU sau các hệ số biến đổi.

Trong biến đổi thứ cấp được giảm (RST) VVC 5.0 được áp dụng với đề xuất JVET-N0193 làm công cụ tạo mã mới với các đặc tính sau đây.

Ý tưởng chính của việc biến đổi được giảm (Reduced Transform - RT) là ánh xạ vector chiều  $N$  tới vector chiều  $R$  trong không gian khác, trong đó  $R/N$  ( $R < N$ ) là hệ số giảm.

Ma trận RT là ma trận  $R \times N$  như sau đây:

$$T_{R \times N} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & \dots & t_{1N} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & \dots & t_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{R1} & t_{R2} & t_{R3} & \dots & t_{RN} \end{bmatrix}$$

trong đó  $R$  dòng của việc biến đổi là  $R$  cơ sở của không gian chiều  $N$ . Ma trận biến đổi ngược cho RT là chuyển vị của việc biến đổi xuôi của nó. RT xuôi và ngược được mô tả trên Fig.11.

RST8x8 với hệ số giảm của 4 (1/4 kích thước) được áp dụng. Do đó, thay vì 64x64, mà là kích thước ma trận biến đổi không thể tách biệt 8x8 thông thường, ma trận trực tiếp 16x64 được sử dụng. Nói cách khác, ma trận RST ngược 64x16 được sử dụng tại phía bộ giải mã để tạo ra các hệ số biến đổi lỗi (sơ cấp) trong các vùng trên cùng bên trái 8x8. RST8x8 xuôi sử dụng các ma trận 16x64 (hoặc 8x64 cho khối 8x8) sao cho nó tạo ra các hệ số không phải không chỉ trong vùng 4x4 trên cùng bên trái trong vùng

8×8 đã cho. Nói cách khác, nếu RST được áp dụng thì vùng 8×8 ngoại trừ vùng 4×4 trên cùng bên trái sẽ có chỉ các hệ số không. Đối với RST4x4, phép nhân ma trận trực tiếp 16x16 (hoặc 8x16 cho khối 4x4) được áp dụng.

RST ngược được áp dụng có điều kiện khi hai điều kiện sau đây được thỏa mãn:

- Kích thước khối là lớn hơn hoặc bằng ngưỡng đã cho ( $W \geq 4$  &  $H \geq 4$ )
- Cờ hiệu chế độ bỏ qua biến đổi là bằng không

Nếu cả chiều rộng (W) và chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi là lớn hơn 4, thì RST8x8 được áp dụng cho vùng 8×8 trên cùng bên trái của khối hệ số biến đổi. Nếu không thì, RST4x4 được áp dụng trên vùng  $\min(8, W) \times \min(8, H)$  trên cùng bên trái của khối hệ số biến đổi.

Nếu chỉ số RST là bằng 0, RST không được áp dụng. Nếu không thì, RST được áp dụng, mà nhân được chọn với chỉ số RST của nó.

Hơn thế nữa, RST được áp dụng cho CU trong ảnh trong cả lát trong ảnh và liên ảnh, và cho cả Luma và Chroma. Nếu cây kép được kích hoạt, các chỉ số RST cho Luma và Chroma được truyền tín hiệu tách biệt. Đối với lát liên ảnh (cây kép được bất hoạt), chỉ số RST đơn lẻ được truyền tín hiệu và được sử dụng cho cả Luma và Chroma.

Các phần chia con trong ảnh (Intra Sub-Partition - ISP), làm chế độ dự đoán trong ảnh trong VVC 4.0. Khi chế độ ISP được lựa chọn, RST được bất hoạt và chỉ số RST không được truyền tín hiệu, bởi vì sự cải thiện về hiệu quả là cận biên ngay cả nếu RST được áp dụng cho mọi khối phần chia khả thi. Hơn thế nữa, bất hoạt RST đối với phần dư được dự đoán ISP có thể làm giảm sự phức tạp mã hóa.

Ma trận RST được chọn từ bốn tập biến đổi, mỗi tập biến đổi bao gồm hai biến đổi. Tập biến đổi nào được áp dụng được xác định từ chế độ dự đoán trong ảnh là như sau:

Nếu một trong số ba chế độ mô hình tuyến tính thành phần chéo ((Cross-component linear model - CCLM), trong mô hình này, thành phần sắc độ được dự đoán từ thành phần độ chói) được chỉ báo, tập biến đổi 0 được lựa chọn.

Nếu không thì, việc lựa chọn tập biến đổi được thực hiện theo bảng sau đây:

Bảng 3 - Bảng lựa chọn tập biến đổi

| IntraPredMode             | Chỉ số tập biến đổi |
|---------------------------|---------------------|
| IntraPredMode < 0         | 1                   |
| 0 <= IntraPredMode <= 1   | 0                   |
| 2 <= IntraPredMode <= 12  | 1                   |
| 13 <= IntraPredMode <= 23 | 2                   |
| 24 <= IntraPredMode <= 44 | 3                   |
| 45 <= IntraPredMode <= 55 | 2                   |
| 56 <= IntraPredMode       | 1                   |

Hệ số để truy cập bảng 3, IntraPredMode, có khoảng [-14, 83], mà là chỉ số chế độ được biến đổi được sử dụng cho việc dự đoán trong ảnh góc rộng.

Một ví dụ của tập biến đổi được thể hiện như sau đây

- Chỉ số tập biến đổi là bằng 0, lõi biến đổi 16x16 được thể hiện như sau đây:

secTransMatrix [ m ][ n ] =

```
{
{ 108 -40 25 -32 8 -25 8 2 -16 -9 -13 8 -2 4 2 0 },
{ -44 -97 -31 -39 -9 5 9 34 -27 -10 1 -7 13 9 -2 -2 },
{ -15 56 -1 -92 33 16 16 -5 -39 -34 4 -5 -6 11 8 0 },
{ 1 12 7 51 -8 -3 1 1 -109 4 -9 -15 -4 31 -16 -10 },
{ -44 -11 100 -6 -16 -38 37 -7 6 -9 -30 7 -2 4 8 -1 },
{ 19 29 -16 -16 -102 14 36 24 10 -5 -17 -30 28 9 5 -7 },
{ 7 -12 -29 36 36 11 94 -25 16 -29 -3 -28 -13 16 28 -3 },
{ -1 -3 1 -8 23 -3 -38 -3 24 5 -64 -87 -14 19 -17 -35 },
{ -11 18 -54 3 -4 -97 -7 8 3 -33 -35 31 -3 12 6 -1 },
{ 6 18 21 22 38 7 3 99 19 -26 11 4 37 33 -7 -7 },
{ 2 -15 14 18 -27 26 -47 -28 10 -96 17 4 -15 32 18 -2 },
{ -1 -3 -4 -15 -5 1 11 -29 24 33 19 33 -3 94 -45 -32 },
{ 0 -1 -7 4 5 55 -6 6 -4 14 -86 61 -2 12 40 -6 },
{ -1 -3 2 1 16 -10 -13 -43 -7 4 6 -5 107 0 36 -33 },
{ -1 2 4 -5 -8 -19 -17 21 -2 39 36 -17 -36 34 97 -16 },
{ 0 1 0 2 -6 3 10 11 -3 -14 14 22 -24 -45 -8 -112 },
}
```

- Chỉ số tập biến đổi là bằng 1, lõi biến đổi 16x16 được thể hiện như sau đây:

secTransMatrix [ m ][ n ] =

```
{
{ -111 -47 -35 13 -11 0 -17 4 5 -4 -2 5 -5 0 -1 -1 },
{ 39 -27 -23 93 -27 -35 -46 -10 -20 -1 -10 13 -7 4 2 0 },
{ 4 15 4 -27 1 32 -92 -23 32 38 35 18 -34 -2 7 -12 },
{ 3 -1 4 -4 2 -2 14 4 -5 -18 -19 34 -83 -60 -57 23 },
{ 44 -92 -17 -48 -47 26 7 16 8 -7 5 11 2 5 3 1 },
{ 11 43 -72 13 -4 60 -10 58 -3 -42 8 -4 -1 9 -7 -4 },
{ -12 20 32 -34 -36 -3 -39 -17 -46 -63 -44 18 -4 42 9 17 },
}
```

```
{ -1 -2 6 4 10 -17 29 26 -7 -6 14 18 -73 34 68 -53 },
{ 7 20 -59 -52 -2 -82 -17 30 -4 33 -25 5 4 5 -9 -3 },
{ -16 39 18 11 -85 1 27 21 2 34 25 58 20 -14 6 4 },
{ -5 -16 50 1 14 -30 -28 67 -15 -23 58 -3 15 9 -49 -21 },
{ 2 -5 -6 10 29 0 17 2 24 15 17 42 -12 80 -20 72 },
{ 3 10 0 3 -20 -37 1 -13 100 -65 7 -2 4 -5 6 -4 },
{ -1 -5 40 16 -2 21 -15 59 44 33 -84 -10 -3 13 -4 -8 },
{ 4 -13 0 -3 57 3 -13 13 0 -20 -16 85 44 -38 36 -3 },
{ 2 2 -13 1 4 12 17 -40 5 2 -18 38 12 37 -64 -83 },
{ }
```

- Chỉ số tập biến đổi là bằng 2, lỗi biến đổi 16x16 được thể hiện như sau đây:

secTransMatrix [ m ][ n ] =

```
{ -112 29 -36 28 -12 18 5 -13 -4 15 -8 -2 -3 2 4 0 },
{ 47 -7 -87 -5 -24 53 -1 -32 -13 33 -24 -6 -7 6 8 1 },
{ -2 1 69 2 15 69 2 18 -10 63 -27 -24 -16 10 21 4 },
{ 2 -1 -10 -2 -3 -74 0 -2 19 89 15 13 -21 -3 40 11 },
{ -34 -108 -17 -29 26 14 -26 15 18 8 12 -1 10 -5 -4 -2 },
{ 13 40 -33 13 80 24 6 34 46 15 41 -8 24 -16 -11 -4 },
{ 2 2 26 -2 -61 28 0 -27 60 25 26 37 46 -31 -28 -13 },
{ 0 0 -2 0 9 -30 1 7 -48 40 -29 -22 75 12 -57 -34 },
{ 15 -45 7 103 15 -6 45 -25 16 -4 -17 3 8 7 5 3 },
{ -7 13 14 -36 54 -7 -9 -80 33 -8 -50 18 20 24 14 7 },
{ 1 4 -11 -4 -36 -11 -1 47 60 -15 -39 -51 38 41 31 20 },
{ 0 -1 2 1 2 12 0 -1 -48 -8 27 22 72 -16 70 47 },
{ 8 8 6 48 0 -5 -113 -16 1 -2 0 -23 1 -16 7 -6 },
{ -3 -5 8 -16 -4 -7 28 -50 0 -6 35 -95 2 -41 18 -19 },
{ -1 1 -7 -4 6 -6 8 28 5 -9 -67 17 1 -89 32 -42 },
{ 0 0 0 1 -2 8 -1 2 -2 -7 26 17 7 49 52 -101 },
{ }
```

- Chỉ số tập biến đổi là bằng 3, lỗi biến đổi 16x16 được thể hiện như sau đây:

secTransMatrix [ m ][ n ] =

```
{ -114 -19 36 -27 -11 15 13 16 -8 -6 5 -5 1 -3 -2 -5 },
{ 37 -41 -25 -80 -21 47 25 11 -34 -30 9 -23 3 -2 -7 -12 },
{ 3 19 18 44 37 10 79 -26 -26 -42 -6 -23 23 -21 -33 -18 },
{ 2 -2 -2 -3 -10 -6 -39 13 7 -12 42 36 73 -52 -56 -12 },
{ -22 85 -42 -58 44 -16 -13 -13 -26 -3 -15 3 8 1 -4 8 },
{ -23 -60 -53 1 -4 -44 10 -74 -19 5 -18 22 5 -10 -6 22 },
{ 14 -11 35 -29 47 42 31 -20 29 57 -9 36 34 -17 21 38 },
{ 0 7 5 19 -12 10 -4 -1 -37 -52 26 40 46 44 63 36 },
{ 21 17 46 -41 -37 -80 49 5 1 -2 15 27 -12 -19 15 -5 },
{ -17 31 -60 18 -41 25 45 -6 22 37 58 -4 2 -20 31 -15 },
{ -5 -34 -25 -12 58 -40 12 29 46 -12 14 -16 35 30 32 -51 },
{ 2 2 19 -7 18 21 -8 -47 -9 6 43 56 -38 45 -22 -63 },
{ 5 -11 8 12 10 -23 3 26 -81 74 23 -25 26 27 -10 -5 },
{ 2 19 21 -17 -46 -2 -1 -49 37 10 -10 -46 52 61 -26 0 },
{ -4 2 -33 7 -16 3 43 54 14 6 -37 56 2 49 -52 15 },
{ -1 -8 -1 -6 31 -14 7 2 20 -15 75 -24 -31 21 -38 73 },
{ }
```

- Chỉ số tập biến đổi là bằng 0, lỗi biến đổi 16x48 được thể hiện như sau đây:

secTransMatrix [ m ][ n ] =

```

{
{ -117 -29 -10 -15 32 -10 1 0 -13 6 -12 0 -1 6 6 -1 },
{ 28 -91 62 15 39 1 -33 6 -13 1 -2 -3 9 2 9 7 },
{ 18 47 -11 -10 92 50 -11 -6 -37 -14 -26 0 13 -3 -2 -2 },
{ 2 1 -8 -2 -44 -15 -14 21 -101 -36 -12 -4 5 2 35 9 },
{ 4 9 -2 1 4 2 7 -4 29 9 -9 -15 14 10 110 -11 },
{ 1 0 -2 0 -10 -3 -2 2 -11 -3 2 6 -2 -1 -22 5 },
{ 2 3 -1 1 1 1 2 0 8 2 -1 -3 2 2 11 -1 },
{ 1 0 -1 0 -4 -1 0 0 -3 0 1 1 -1 0 -4 1 },
{ 32 -54 -95 10 26 -28 29 -20 -12 10 -3 -7 -8 8 -2 -7 },
{ -18 26 3 112 12 -15 -12 -24 -15 9 30 -15 3 3 0 2 },
{ -2 -8 32 -20 -15 14 37 -104 -20 -18 4 -28 -4 -1 -3 -22 },
{ 0 3 0 -17 13 6 -7 30 2 -1 34 -86 -62 -20 1 4 },
{ -1 0 4 -4 -5 1 -4 5 -11 -3 -4 19 4 0 -18 -13 },
{ 0 1 0 -4 2 1 0 5 5 1 0 -5 1 1 12 0 },
{ 0 0 2 -1 -2 1 -1 1 -2 0 -1 4 1 0 -3 -1 },
{ 0 0 0 -2 0 0 0 2 1 0 0 -1 0 0 2 0 },
{ 14 33 32 -20 29 -99 6 -7 -12 38 -30 -5 -12 -4 -5 0 },
{ -1 5 -30 -26 -16 -4 -99 -46 10 26 3 -17 23 4 -4 28 },
{ -3 -9 -4 31 -22 9 3 10 26 -13 -92 -41 16 -16 -22 0 },
{ 0 -1 4 1 8 5 26 -14 12 -1 14 42 -11 0 8 76 },
{ -1 -2 -1 0 0 5 -1 7 -6 -5 19 -6 -17 -2 -25 4 },
{ 0 0 1 0 1 2 5 0 0 -1 0 2 0 0 3 -6 },
{ 0 -1 0 0 0 2 0 1 -1 -1 3 -1 -1 1 0 0 },
{ 0 0 0 0 1 1 2 0 0 0 0 1 0 0 0 -2 },
{ 2 -3 6 2 -20 44 14 9 -32 102 -11 -1 -11 34 -3 -13 },
{ 0 3 2 -16 6 -10 30 21 -2 3 34 -40 97 23 -21 5 },
{ 0 0 -5 -1 4 -11 -27 7 11 -14 21 37 -3 6 2 -76 },
{ 0 0 0 6 -3 1 -2 -6 3 -1 -33 13 -3 -7 -3 -4 },
{ 0 0 0 0 1 -2 1 -2 3 -5 1 -4 0 -4 9 33 },
{ 0 0 0 1 0 0 -1 -1 -1 -1 -2 2 -6 -2 -2 -1 },
{ 0 0 0 0 0 -1 0 0 1 -2 0 -1 0 -1 1 3 },
{ 0 0 0 0 0 0 -1 -1 0 0 -1 1 -2 0 0 0 },
{ 3 7 6 1 1 -5 -6 2 11 -29 -9 -10 -21 108 -7 9 },
{ 0 2 -3 -4 -4 4 6 2 -5 10 -4 13 -5 -5 1 18 },
{ -1 -2 0 0 -3 -3 6 5 -1 10 18 -1 23 -30 3 -3 },
{ 0 0 0 0 2 0 -3 -2 6 0 3 -4 0 6 -5 -35 },
{ 1 -1 2 0 -4 8 1 0 -4 10 2 4 2 -27 3 -4 },
{ 0 1 0 -3 1 -1 3 3 2 -4 0 -4 -2 10 0 -1 },
{ 0 0 -1 0 0 -2 -3 4 1 -1 0 3 -1 7 -1 6 },
{ 0 0 0 1 0 0 0 -1 0 1 -2 4 6 -2 0 1 },
{ 1 2 2 0 1 -2 -1 0 3 -7 -1 -2 -3 11 0 1 },
{ 0 1 -1 -1 -1 1 1 0 -1 1 -1 2 -3 -3 1 2 },
{ 0 -1 0 0 -2 -1 1 1 1 2 3 -1 1 -1 0 0 },
{ 0 0 0 0 1 0 0 0 2 1 0 -1 0 1 -1 -3 },
{ 1 0 1 0 -2 4 0 0 -1 2 0 1 0 -4 1 -1 },
{ 0 0 0 -2 0 0 1 1 0 -1 0 -1 0 1 0 0 },
{ 0 0 0 0 0 -1 -1 2 0 0 0 1 0 0 0 2 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 -1 2 2 1 0 0 },
}

```

– Chỉ số tập biến đổi là bằng 1, lỗi biến đổi 16x48 được thể hiện như sau đây:

secTransMatrix [ m ][ n ] =

```

{
{ 110 -43 -19 -35 9 -5 14 7 -13 -11 -4 -2 3 -4 5 -5 },
{ -49 -19 17 -103 5 -5 17 35 -27 -13 -10 1 1 -8 -1 -6 },
{ -3 17 -7 39 -6 -28 27 17 -101 -3 -24 13 5 -1 26 -27 },
{ -4 -1 3 1 -1 9 -12 -4 24 -10 -11 -17 -15 -50 102 -22 },
}

```

```

{ -1 3 -2 7 -1 -3 1 -1 -8 3 3 3 1 6 -13 -12 },
{ -1 0 1 0 0 2 -3 0 6 -1 -2 -5 -2 -4 12 0 },
{ 0 1 -1 2 -1 -1 1 0 -3 1 0 1 1 2 -4 -3 },
{ -1 0 0 0 0 1 -1 0 2 0 -1 -2 -1 -2 4 0 },
{ -38 -98 -32 38 42 -20 8 3 11 -19 -6 3 7 -1 -4 -5 },
{ -1 46 -59 -13 4 -78 19 8 43 -19 -37 0 4 5 -2 8 },
{ 10 14 29 25 21 22 -13 54 6 -37 -45 -55 -7 -22 -40 -20 },
{ 0 -1 3 -6 -11 16 4 -17 28 8 -17 22 29 20 -7 -83 },
{ 2 2 4 1 1 1 -2 1 -6 4 8 6 -1 6 -23 0 },
{ 0 0 0 -1 -3 3 1 -2 3 2 -2 1 2 1 3 0 },
{ 1 1 2 0 1 0 -1 1 -1 0 2 1 -1 0 -5 0 },
{ 0 0 0 0 -1 1 0 -1 1 1 -1 0 1 0 1 0 },
{ -9 26 -72 -1 21 80 48 10 -3 -12 17 8 8 -16 -1 9 },
{ 13 26 43 7 70 -6 -1 14 14 -30 14 74 3 -15 5 7 },
{ 1 -15 34 6 -32 25 48 -11 21 3 -58 21 12 18 8 24 },
{ -2 -3 -9 -7 -21 -5 -15 -34 -12 -9 14 40 -14 -29 -23 -20 },
{ 0 -2 3 1 0 -4 -4 4 -7 5 15 -14 -9 -11 7 41 },
{ 0 -1 -2 -1 -4 -1 -2 -4 -2 0 0 0 -1 2 2 3 },
{ 0 -1 1 0 -1 -1 -1 1 -1 1 2 -2 -1 -2 1 6 },
{ 0 0 -1 0 -1 0 -1 -1 -1 0 0 0 0 1 1 1 },
{ -4 11 13 -13 34 6 1 -80 -23 -56 -10 -36 4 40 10 15 },
{ 2 -7 36 14 -26 -24 60 -7 10 -9 34 -8 29 -45 -11 20 },
{ -3 -9 -18 2 -57 7 -28 -6 -4 -47 -7 11 -15 -19 -13 12 },
{ 0 2 -10 -4 11 -9 -42 2 -12 8 28 -13 31 -22 -3 11 },
{ 0 0 0 2 4 0 5 15 3 21 4 -23 10 31 12 17 },
{ 0 0 -2 -1 2 0 -6 0 0 1 -1 1 4 2 -3 -9 },
{ 0 0 0 0 0 0 1 3 1 4 1 -3 1 4 2 1 },
{ 0 0 -1 0 1 0 -2 0 0 1 0 0 1 1 0 -2 },
{ -2 9 3 -2 -4 -7 11 -16 2 -11 23 -36 61 -25 -9 -26 },
{ 2 -3 0 11 -32 3 -11 46 9 -30 34 6 22 41 23 -1 },
{ 0 -1 -12 -6 5 13 -51 1 -10 10 -31 16 55 0 4 18 },
{ 1 2 3 -2 24 -4 11 3 0 59 4 -14 14 12 9 -1 },
{ -1 3 6 -2 1 -3 -2 2 1 -2 10 2 13 9 14 -12 },
{ 1 -3 1 4 -6 5 -10 7 -5 8 -22 19 3 7 9 32 },
{ 0 0 -3 -3 12 1 -2 -24 -4 41 -30 -4 -9 -42 -14 3 },
{ 0 0 2 0 4 -5 13 0 4 8 22 -12 -65 12 -4 -18 },
{ -1 4 1 0 -3 -2 2 2 2 2 2 4 -1 1 -3 0 -5 },
{ 1 -1 -1 3 -2 3 -6 -2 -2 5 -15 0 -11 -14 -12 10 },
{ 0 0 -2 -2 4 1 -4 -5 2 6 9 -7 -21 2 -7 -25 },
{ 0 0 0 0 -2 -2 4 8 2 -7 20 -3 -7 28 6 -5 },
{ -1 2 3 -1 0 -1 -2 1 0 -1 2 0 0 5 3 -2 },
{ 0 -1 1 1 -1 2 -3 -1 -2 3 -5 2 0 1 0 1 },
{ 0 0 -1 -1 0 -1 2 -2 1 5 9 -2 -1 6 6 -8 },
{ 0 0 1 0 0 -2 2 2 0 -2 4 -1 3 2 3 10 },
}

```

– Chỉ số tập biến đổi là bằng 2, lỗi biến đổi 16x48 được thể hiện như sau đây:

secTransMatrix [ m ][ n ] =

```

{
{ -121 0 -20 32 -3 -4 7 -8 -15 -3 -1 -5 -2 -2 -2 4 },
{ 33 -2 19 108 0 -12 1 -31 -43 1 -6 -14 0 -10 -3 -4 },
{ 4 0 -5 -43 -1 -3 2 14 -100 2 -3 -48 2 -4 -25 28 },
{ 4 0 2 10 0 1 0 -4 23 0 2 2 0 0 -2 103 },
{ 1 0 -1 -9 0 -1 0 3 -12 0 -1 -5 0 0 -3 -42 },
{ 2 0 1 3 0 0 0 -1 6 0 0 1 0 0 0 24 },
{ 0 0 0 -3 0 0 0 1 -4 0 0 -2 0 0 -1 -9 },
{ 1 0 0 1 0 0 0 0 2 0 0 0 0 0 0 7 },
{ -1 121 16 4 -29 19 4 9 -6 -6 -6 10 -2 3 -1 1 },
}

```

```

{ -1 -23 3 19 11 105 3 43 -17 3 -35 24 0 11 -3 2 },
{ 1 -7 -2 -7 -2 -31 -2 0 -48 1 9 99 1 -1 -1 4 },
{ 0 -3 0 1 1 7 0 1 10 0 0 -17 0 -1 4 0 },
{ 0 -2 0 -1 0 -6 0 -1 -5 0 2 10 0 0 -2 3 },
{ 0 -1 0 0 0 1 0 0 2 0 0 0 -4 0 0 2 -1 },
{ 0 -1 0 0 0 -2 0 0 -1 0 0 3 0 0 0 0 0 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 1 0 },
{ 24 17 -120 11 12 9 22 -13 1 0 1 4 -1 -6 -7 -1 },
{ -5 1 14 -30 7 46 -8 -105 -5 3 -6 14 -1 -40 -8 0 },
{ -1 -2 8 9 -1 -6 1 17 19 -2 11 32 1 -15 -97 -9 },
{ -1 0 1 -2 0 0 -1 -2 -6 0 -2 0 -1 6 17 -42 },
{ 0 0 3 1 0 0 0 2 3 0 2 2 0 -2 -9 17 },
{ 0 0 1 -1 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 1 3 -9 },
{ 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 -3 3 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 -2 },
{ 5 -27 -18 0 -117 8 -28 -8 2 -20 -9 -4 -1 5 -8 -1 },
{ -1 4 -2 -8 12 -29 -9 -25 7 8 -100 0 -4 57 -26 1 },
{ 0 2 3 2 9 9 4 -3 15 -2 17 -39 2 -6 -61 -14 },
{ 0 0 0 0 1 -3 0 0 -3 0 -1 6 0 2 -1 6 },
{ 0 0 1 0 3 1 1 0 1 0 1 -4 0 0 -3 -4 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 1 0 0 -1 2 },
{ 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 -1 -1 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 },
{ 3 -12 17 -7 -32 -3 117 -7 4 30 -10 2 -8 1 2 -1 },
{ -1 2 -3 -1 -3 -19 -10 32 10 13 -63 -3 -2 -95 10 -2 },
{ 0 1 -1 2 3 3 -8 -5 5 -3 1 -4 -1 18 24 -4 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 1 -1 0 2 0 1 -6 -7 4 },
{ 2 -5 6 -3 12 -4 32 -1 0 -116 -17 2 30 -10 5 0 },
{ -1 1 -1 -1 -2 -6 1 4 3 6 3 -2 4 -34 9 3 },
{ 0 0 -1 1 -1 1 -4 0 1 10 -4 -2 -4 -2 19 1 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 -1 -1 },
{ 2 -1 2 -2 7 0 3 2 -2 -35 -1 0 -102 -4 0 0 },
{ -1 0 0 -2 0 0 1 -1 1 -5 9 0 4 17 1 2 },
{ 0 0 0 1 0 0 -1 0 2 4 -1 -1 8 -2 4 0 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 -2 },
{ 1 -2 2 0 1 0 -3 1 -1 -3 3 0 -69 0 -2 2 },
{ 0 0 0 0 0 -1 1 0 1 -1 4 -1 -2 2 0 0 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 -1 1 0 -1 -1 6 1 1 0 },
{ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 },
{

```

– Chỉ số tập biến đổi là bằng 3, lời biến đổi 16x48 được thể hiện như sau đây:

secTransMatrix [ m ][ n ] =

```

{
{ -115 15 29 -36 -6 4 -20 4 12 5 -3 -1 10 4 2 3 },
{ 37 51 -22 -98 18 15 -7 29 13 20 -4 -3 -4 6 9 -3 },
{ 9 -18 16 25 3 52 -43 1 10 90 -34 2 -6 14 13 12 },
{ 2 0 -6 5 -3 -13 4 26 2 -17 -12 19 12 53 37 84 },
{ 2 -3 3 4 -1 5 0 -5 -1 4 2 -2 5 -4 19 -12 },
{ 1 0 -2 1 0 -3 1 4 3 -3 -1 4 1 4 6 8 },
{ 1 -1 1 2 0 2 -1 -2 -1 2 -1 -1 1 0 2 -2 },
{ 0 0 -1 1 0 -1 1 1 1 -1 0 2 0 2 2 3 },
{ 10 -95 -4 -59 -50 -17 -7 -17 17 6 5 9 11 0 -9 6 },
{ -29 7 -80 11 -5 -45 35 -7 -2 66 25 3 -9 -1 -3 13 },
{ 8 34 12 -17 -38 16 0 -73 -46 8 11 -35 -12 -20 -9 50 },
{ 0 -3 15 1 12 24 12 6 12 28 43 22 -2 -13 -28 -1 },
{ 1 5 0 1 0 -2 -4 6 7 -7 -10 11 -7 3 -20 45 },
{ 0 -1 3 1 2 4 1 2 0 3 4 1 0 2 -4 1 },
{ 1 2 0 0 0 -1 -1 1 2 -1 -2 2 -1 -3 7 },
{ 0 0 1 0 1 2 0 1 0 1 1 0 0 1 -1 0 },
{

```

```

{ 23 23 45 6 3 -87 -51 -5 16 29 23 -7 33 -3 1 -2 },
{ -8 -47 7 -13 67 -8 -2 21 -45 5 20 -65 -10 1 18 18 },
{ -8 1 -59 7 -7 -14 -57 -3 -9 -19 -40 -19 -4 -5 9 -22 },
{ 1 6 7 -3 -40 7 5 5 -53 12 12 -22 18 35 28 -37 },
{ -1 0 -2 0 3 8 15 -1 6 9 21 11 18 -16 24 -13 },
{ 0 1 1 0 -6 1 0 -3 1 -1 -3 4 -4 -6 6 14 },
{ 0 0 -1 0 1 2 4 0 1 1 4 2 4 -1 2 0 },
{ 0 1 0 0 -3 0 0 -1 0 0 -1 1 -1 -2 2 3 },
{ 3 8 -15 14 -12 23 7 -11 70 -10 25 -75 28 46 -20 1 },
{ 3 5 41 -4 -13 -35 39 2 16 14 -28 -18 -72 29 -5 -12 },
{ -2 -12 -3 -14 65 -6 5 -52 8 -1 -10 3 1 13 -25 -3 },
{ -1 0 -16 3 -3 -3 -55 -3 -4 -13 5 -1 -49 21 -33 2 },
{ 0 -1 2 -1 -10 1 1 27 -37 7 8 -10 15 37 -36 -15 },
{ 0 0 -3 0 0 1 -7 -2 1 0 6 2 2 -5 9 -8 },
{ 0 0 0 0 -1 0 1 5 -7 1 0 0 2 4 -2 1 },
{ 0 0 -1 0 0 0 -3 0 0 0 2 1 1 -1 2 -1 },
{ 4 3 1 2 9 2 1 0 -12 0 -4 2 56 -10 -13 19 },
{ 0 -3 0 8 -20 5 -10 27 29 -6 21 -35 -23 -53 42 14 },
{ 0 1 7 -3 -5 -17 41 8 3 13 -64 -27 22 -18 1 -4 },
{ -1 -1 -2 -5 22 0 2 -58 21 -4 -8 4 -1 8 57 -12 },
{ 1 2 -3 2 -2 3 4 2 4 0 -5 1 4 9 -22 -4 },
{ 1 1 6 0 0 -1 -3 -5 0 -4 19 8 -1 12 -2 5 },
{ 0 -2 1 0 0 -1 -2 25 5 1 10 -17 -15 -41 -25 17 },
{ 0 0 -2 0 -1 -5 3 3 -1 5 -48 -19 26 -25 -28 8 },
{ 2 1 0 0 2 0 -1 0 -3 0 3 3 6 -2 5 2 },
{ 0 -1 0 3 -3 1 -2 3 4 -1 -1 0 4 2 6 -4 },
{ 0 0 1 0 -2 -4 7 0 1 -1 10 3 -10 13 19 -4 },
{ 0 0 0 -1 3 0 1 -5 4 1 -3 -6 0 -16 -12 4 },
{ 0 1 -1 1 -1 1 1 0 2 0 0 0 0 4 -5 -2 },
{ 0 1 2 0 0 0 -1 -2 0 -1 4 2 2 1 -3 2 },
{ 0 -1 0 0 1 0 -1 7 1 0 3 -1 -3 -5 -2 1 },
{ 0 0 -1 0 0 -2 0 0 0 0 -6 -2 2 1 4 0 },
{

```

Trong trường hợp RST8x8 hoặc RST4x4, xét về phép nhân việc đếm có thể xảy ra khi tất cả các TU với kích thước là TU 4x4 hoặc TU 8x8. Do đó, các ma trận 8x64 và 8x16 trên cùng (nói cách khác, 8 vectơ cơ bản biến đổi thứ nhất từ trên cùng trong mỗi ma trận) được áp dụng lần lượt cho TU 8x8 và TU 4x4.

Trong trường hợp các khối lớn hơn TU 8x8 (cả chiều rộng và chiều cao là lớn hơn 8), RST8x8 (nghĩa là ma trận 16x64) được áp dụng cho vùng 8x8 trên cùng bên trái. Đối với TU 8x4 hoặc TU 4x8, RST4x4 (nghĩa là ma trận 16x16) được áp dụng cho vùng trên cùng bên trái 4x4 (trong ví dụ, RST 4x4 không được áp dụng cho các vùng 4x4 khác). Trong trường hợp TU 4xN hoặc Nx4 ( $N \geq 16$ ), RST4x4 được áp dụng cho hai khối 4x4 trên cùng bên trái liền kề.

Với sự đơn giản hóa được đề cập ở trên, trong một số trường hợp, số lượng phép nhân là 8 mỗi mẫu.

Để giảm kích thước các ma trận biến đổi thứ cấp, các ma trận  $16 \times 48$  được áp dụng với cùng cấu hình tập biến đổi, mỗi ma trận  $16 \times 48$  lấy 48 mẫu đầu vào từ ba khối  $4 \times 4$  trong khối  $8 \times 8$  trên cùng bên trái (trong ví dụ, các khối  $4 \times 4$  dưới cùng bên phải được loại bỏ), như được thể hiện trên Fig.12.

Trong VVC 5.0, công cụ MIP và công cụ RST được bộc lộ, và cả hai công cụ được áp dụng cho các khối trong ảnh. Tuy nhiên, cả hai công cụ không được hài hòa xét về việc lựa chọn lõi biến đổi thứ cấp. Nói cách khác, vì MIP không phải là chế độ trong ảnh thông thường, mà có nghĩa là nếu một khối trong ảnh được dự đoán sử dụng chế độ MIP, phương pháp lựa chọn lõi biến đổi RST không được xác định với cả đề xuất được áp dụng JVET-N0217 và JVET-N0193. Các giải pháp sau đây giải quyết vấn đề được đề cập

Fig.15 minh họa phương pháp theo sáng chế. Trên Fig.15, minh họa phương pháp tạo mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa. Thiết bị giải mã có thể là bộ giải mã 30 như được mô tả ở trên. Tương tự như vậy, thiết bị mã hóa có thể là bộ mã hóa 20 như được mô tả ở trên. Trên Fig.15, trong bước 1601, phương pháp bao gồm xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời. Trong bước 1603 sau đây, phương pháp bao gồm xác định việc lựa chọn của biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời. Điều này còn được nêu chi tiết hơn dưới đây.

Fig.16 minh họa bộ mã hóa 20 theo sáng chế. Trên Fig.16 bộ mã hóa 20 bao gồm đơn vị xác định 2001 được tạo cấu hình để xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời, bộ mã hóa 20 trên Fig.17 còn thể hiện đơn vị lựa chọn 2003 được tạo cấu hình để xác định lựa chọn biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời.

Fig.17 minh họa bộ giải mã 30 theo sáng chế. Trên Fig.17 bộ giải mã 30 bao gồm đơn vị xác định 3001 được tạo cấu hình để xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời, bộ giải mã 30 trên Fig.17 còn thể hiện đơn vị lựa chọn 3003 được tạo cấu hình để xác định lựa chọn biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời.

Trong phần dưới đây, phương pháp tạo mã của Fig.15, được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa của các Fig.17 và Fig.16, lần lượt được nêu chi tiết hơn.

#### Giải pháp 1.

Theo giải pháp 1, việc dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận và biến đổi thứ cấp được giảm được loại trừ cho cùng khối được dự đoán trong ảnh.

Trong ví dụ, khi khối được dự đoán trong ảnh được dự đoán sử dụng chế độ MIP (trong ví dụ, giá trị của cờ hiệu MIP có thể được sử dụng để chỉ báo xem khối được dự đoán có sử dụng chế độ MIP hay không), việc biến đổi thứ cấp được bất hoạt đối với khối được dự đoán trong ảnh này, nói cách khác, giá trị của chỉ số biến đổi thứ cấp được thiết đặt là 0, hoặc chỉ số biến đổi thứ cấp không cần thiết phải được giải mã từ dòng bit.

Khi khối được dự đoán trong ảnh không được dự đoán sử dụng chế độ MIP, lỗi biến đổi của việc biến đổi thứ cấp được lựa chọn dựa trên phương pháp đề cập trong JVET-N0193.

Các thay đổi về văn bản quy định so sánh với JVET-N0193 được đánh dấu bằng màu xám.

|                                                                                                                                                                                       |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| if( Min( cbWidth, cbHeight ) >= 4 && sps_st_enabled_flag == 1 &&<br>CuPredMode[ x0 ][ y0 ] == MODE_INTRA<br>&& IntraSubPartitionsSplitType == ISP_NO_SPLIT && intra_mip_flag == 0 ) { |       |
| if( ( numSigCoeff > ( ( treeType == SINGLE_TREE ) ? 2 : 1 ) ) &&<br>numZeroOutSigCoeff == 0 ) {                                                                                       |       |
| st_idx[ x0 ][ y0 ]                                                                                                                                                                    | ae(v) |
| }                                                                                                                                                                                     |       |
| }                                                                                                                                                                                     |       |

#### 7.4.3.1 Các ngữ nghĩa RBSP tập thông số trình tự

.....

**sps\_st\_enabled\_flag** bằng 1 quy định rằng st\_idx có thể có mặt trong cú pháp tạo mã dư cho các đơn vị tạo mã trong ảnh. sps\_st\_enabled\_flag bằng 0 quy định rằng st\_idx không có mặt trong cú pháp tạo mã dư cho các đơn vị tạo mã trong ảnh.

.....

#### 7.4.7.5 Các ngữ nghĩa đơn vị tạo mã

.....

**st\_idx[ x0 ][ y0 ]** quy định nhân biến đổi thứ cấp nào được áp dụng giữa hai nhân ứng viên trong tập biến đổi được lựa chọn. **st\_idx[ x0 ][ y0 ]** bằng 0 quy định rằng việc biến đổi thứ cấp không được áp dụng. Các chỉ số mảng **x0, y0** quy định vị trí ( **x0, y0** ) của mẫu trên cùng bên trái của khối biến đổi được xem xét tương quan với mẫu trên cùng bên trái của hình ảnh.

**intra\_mip\_flag[ x0 ][ y0 ]** bằng 1 quy định rằng loại dự đoán trong ảnh đối với các mẫu độ chói là dự đoán trong ảnh trọng số tuyến tính afin. **intra\_lwip\_flag[ x0 ][ y0 ]** bằng 0 quy định rằng loại dự đoán trong ảnh đối với các mẫu độ chói không phải là dự đoán trong ảnh trọng số tuyến tính afin.

#### Giải pháp 2

Theo giải pháp 2, trong suốt quy trình của lựa chọn lõi biến đổi của việc biến đổi thứ cấp, khi khối được dự đoán sử dụng chế độ MIP, một trong số tập lõi biến đổi thứ cấp được xem xét để được sử dụng cho khối này.

Trong một phương án,

Tập biến đổi 0 được sử dụng như tập lõi biến đổi thứ cấp được lựa chọn khi khối hiện thời được dự đoán với chế độ MIP.

Ma trận RST được chọn từ bốn tập biến đổi, mỗi tập biến đổi bao gồm hai biến đổi. Tập biến đổi mà được áp dụng cho khối, được xác định theo chế độ dự đoán trong ảnh là như sau:

Nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ CCLM, tập biến đổi 0 được lựa chọn;

Nếu không thì, nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ MIP, tập biến đổi 0 được lựa chọn;

Nếu không thì (Nếu khối trong ảnh hiện thời không được dự đoán sử dụng chế độ CCLM hoặc MIP), việc lựa chọn tập biến đổi được thực hiện theo bảng sau đây:

Bảng 4 - Bảng lựa chọn tập biến đổi

| IntraPredMode                          | Chỉ số tập biến đổi |
|----------------------------------------|---------------------|
| $\text{IntraPredMode} < 0$             | 1                   |
| $0 \leq \text{IntraPredMode} \leq 1$   | 0                   |
| $2 \leq \text{IntraPredMode} \leq 12$  | 1                   |
| $13 \leq \text{IntraPredMode} \leq 23$ | 2                   |
| $24 \leq \text{IntraPredMode} \leq 44$ | 3                   |
| $45 \leq \text{IntraPredMode} \leq 55$ | 2                   |
| $56 \leq \text{IntraPredMode}$         | 1                   |

Khoảng chỉ số đối với IntraPredMode là giữa -14 và 83 (-14 và 83 được bao gồm), mà là chỉ số chế độ được biến đổi được sử dụng cho việc dự đoán trong ảnh góc rộng.

Trong giải pháp này, một tập biến đổi được sử dụng khi khối hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ MIP, tập biến đổi 0 được sử dụng trong ví dụ, các tập biến đổi khác cũng có thể được sử dụng trong giải pháp này.

### Giải pháp 3

Theo giải pháp 3, trong suốt quy trình lựa chọn lỗi biến đổi của việc biến đổi thứ cấp, khi khối được dự đoán sử dụng chế độ MIP, tập lỗi biến đổi thứ cấp được huấn luyện được xem xét để được sử dụng cho khối này. Tập lỗi biến đổi thứ cấp được huấn luyện có thể là khác với tập lỗi biến đổi trong các ví dụ ở trên.

Trong một phương án:

Tập biến đổi 4 (được huấn luyện mới) được sử dụng như tập lỗi biến đổi thứ cấp được lựa chọn khi khối hiện thời được dự đoán với chế độ MIP.

Tập biến đổi 4 có cùng các kích thước của tập biến đổi từ 0 đến 3 (nghĩa là 16x16 và 16x48), mà được huấn luyện mới dựa trên cùng phương pháp học máy và tập huấn luyện đầu vào đối với chế độ MIP một cách cụ thể.

Ma trận RST được chọn từ bốn tập biến đổi, mỗi tập biến đổi bao gồm hai biến đổi. Tập biến đổi mà được áp dụng cho khối, được xác định theo chế độ dự đoán trong ảnh là như sau:

Nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng các chế độ CCLM, tập biến đổi 0 được lựa chọn;

Nếu không thì, nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ MIP, tập biến đổi 4 được lựa chọn;

Nếu không thì (Nếu khối trong ảnh hiện thời không được dự đoán sử dụng CCLM hoặc chế độ MIP) việc lựa chọn tập biến đổi được thực hiện theo bảng sau đây:

Bảng 5 - Bảng lựa chọn tập biến đổi

| IntraPredMode                          | Chỉ số tập biến đổi |
|----------------------------------------|---------------------|
| $\text{IntraPredMode} < 0$             | 1                   |
| $0 \leq \text{IntraPredMode} \leq 1$   | 0                   |
| $2 \leq \text{IntraPredMode} \leq 12$  | 1                   |
| $13 \leq \text{IntraPredMode} \leq 23$ | 2                   |
| $24 \leq \text{IntraPredMode} \leq 44$ | 3                   |
| $45 \leq \text{IntraPredMode} \leq 55$ | 2                   |
| $56 \leq \text{IntraPredMode}$         | 1                   |

Khoảng chỉ số đối với IntraPredMode là giữa -14 và 83 (-14 và 83 được bao gồm), mà là chỉ số chế độ được biến đổi được sử dụng cho việc dự đoán trong ảnh góc rộng.

Trong giải pháp này, tập biến đổi được huấn luyện mới (ví dụ, tập biến đổi 4) được sử dụng khi khối hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ MIP.

#### Giải pháp 4

Theo giải pháp 4, trong suốt quy trình của lựa chọn lõi biến đổi của việc biến đổi thứ cấp, khi khối được dự đoán sử dụng chế độ MIP, bảng tìm kiếm được sử dụng để ánh xạ chỉ số chế độ MIP thành chỉ số chế độ trong ảnh thông thường, thì tập lõi biến đổi thứ cấp được lựa chọn dựa trên chỉ số chế độ trong ảnh thông thường này.

Trong một phương án:

Nếu khối hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ MIP, chỉ số chế độ MIP được ánh xạ thành chỉ số chế độ trong ảnh thông thường dựa trên bảng 6. Trong ví dụ này, bảng 6 là giống như bảng tìm kiếm MPM MIP.

Bảng 6 – Quy định của ánh xạ giữa các chế độ dự đoán trong ảnh và dự đoán trong ảnh trọng số tuyến tính affin

| IntraPredModeY[ xNbX ][ yNbX ] | loại kích thước khối sizeId |    |    |
|--------------------------------|-----------------------------|----|----|
| X ]                            | 0                           | 1  | 2  |
| 0                              | 0                           | 0  | 1  |
| 1                              | 18                          | 1  | 1  |
| 2                              | 18                          | 0  | 1  |
| 3                              | 0                           | 1  | 1  |
| 4                              | 18                          | 0  | 18 |
| 5                              | 0                           | 22 | 0  |
| 6                              | 12                          | 18 | 1  |
| 7                              | 0                           | 18 | 0  |
| 8                              | 18                          | 1  | 1  |
| 9                              | 2                           | 0  | 50 |
| 10                             | 18                          | 1  | 0  |
| 11                             | 12                          | 0  |    |
| 12                             | 18                          | 1  |    |
| 13                             | 18                          | 0  |    |
| 14                             | 1                           | 44 |    |
| 15                             | 18                          | 0  |    |
| 16                             | 18                          | 50 |    |
| 17                             | 0                           | 1  |    |
| 18                             | 0                           | 0  |    |
| 19                             | 50                          |    |    |
| 20                             | 0                           |    |    |
| 21                             | 50                          |    |    |
| 22                             | 0                           |    |    |
| 23                             | 56                          |    |    |
| 24                             | 0                           |    |    |
| 25                             | 50                          |    |    |
| 26                             | 66                          |    |    |
| 27                             | 50                          |    |    |
| 28                             | 56                          |    |    |
| 29                             | 50                          |    |    |
| 30                             | 50                          |    |    |
| 31                             | 1                           |    |    |
| 32                             | 50                          |    |    |
| 33                             | 50                          |    |    |
| 34                             | 50                          |    |    |

Sau đó việc lựa chọn tập biến đổi thứ cấp được thực hiện theo bảng sau đây:

Bảng 7 - Bảng lựa chọn tập biến đổi

| IntraPredMode                          | Chỉ số tập biến đổi |
|----------------------------------------|---------------------|
| $\text{IntraPredMode} < 0$             | 1                   |
| $0 \leq \text{IntraPredMode} \leq 1$   | 0                   |
| $2 \leq \text{IntraPredMode} \leq 12$  | 1                   |
| $13 \leq \text{IntraPredMode} \leq 23$ | 2                   |
| $24 \leq \text{IntraPredMode} \leq 44$ | 3                   |
| $45 \leq \text{IntraPredMode} \leq 55$ | 2                   |
| $56 \leq \text{IntraPredMode}$         | 1                   |

Ví dụ, nếu khối hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chỉ số chế độ MIP 10, và giá trị của loại kích thước khối sizeID cho khối hiện thời là 0, thì chỉ số chế độ trong ảnh thông thường được ánh xạ là 18 dựa trên bảng 6, và tập biến đổi thứ cấp 2 được lựa chọn dựa trên bảng 7.

Trong giải pháp này, phương pháp ánh xạ từ chỉ số chế độ MIP thành chỉ số chế độ trong ảnh thông thường được sử dụng, khi khối được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ MIP, việc lựa chọn lõi biến đổi thứ cấp là dựa trên chỉ số chế độ trong ảnh thông thường được ánh xạ.

Fig.18 là sơ đồ khối thể hiện hệ thống cung cấp nội dung 3100 để thực hiện dịch vụ phân bố nội dung. Hệ thống cung cấp nội dung 3100 này bao gồm thiết bị chụp ảnh 3102, thiết bị đầu cuối 3106, và theo cách tùy chọn bao gồm màn hiển thị 3126. Thiết bị chụp ảnh 3102 truyền thông với thiết bị đầu cuối 3106 qua liên kết truyền thông 3104. Liên kết truyền thông có thể bao gồm kênh truyền thông 13 được mô tả ở trên. Liên kết truyền thông 3104 bao gồm nhưng không bị giới hạn ở WIFI, Ethernet, dây cáp, không dây (3G/4G/5G), USB, hoặc loại kết hợp bất kỳ của chúng, hoặc tương tự.

Thiết bị chụp ảnh 3102 tạo ra dữ liệu, và có thể mã hóa dữ liệu bằng phương pháp mã hóa như được thể hiện ở các phương án nêu trên. Mặt khác, thiết bị chụp ảnh 3102 có thể phân phối dữ liệu đến máy chủ phát trực tuyến (không được thể hiện trên hình vẽ), và máy chủ mã hóa dữ liệu và truyền dữ liệu được mã hóa đến thiết bị đầu cuối 3106. Thiết bị chụp ảnh 3102 bao gồm nhưng không giới hạn ở máy ghi hình, điện thoại thông minh hoặc Pad, máy tính hoặc máy tính xách tay, hệ thống hội nghị video, PDA,

thiết bị lắp trên xe, hoặc sự kết hợp của loại bất kỳ trong số chúng, hoặc tương tự. Ví dụ, thiết bị chụp ảnh 3102 có thể bao gồm thiết bị nguồn 12 như được mô tả trên đây. Khi dữ liệu bao gồm video, bộ mã hóa video 20 được chứa trong thiết bị chụp ảnh 3102 có thể thực hiện xử lý mã hóa video thực. Khi dữ liệu bao gồm âm thanh (nghĩa là, tiếng nói), bộ mã hóa âm thanh được bao gồm trong thiết bị chụp ảnh 3102 có thể thực hiện xử lý mã hóa âm thanh thực. Đối với một số bối cảnh thực tiễn, thiết bị chụp ảnh 3102 phân phối video được mã hóa và dữ liệu âm thanh bằng việc dồn kênh chúng với nhau. Đối với một số bối cảnh thực tiễn khác, ví dụ trong hệ thống hội nghị video, dữ liệu âm thanh được mã hóa và dữ liệu video được mã hóa không được dồn kênh. Thiết bị chụp ảnh 3102 phân phối dữ liệu âm thanh được mã hóa và dữ liệu video được mã hóa đến thiết bị đầu cuối 3106 một cách riêng biệt.

Trong hệ thống cung cấp nội dung 3100, thiết bị đầu cuối 310 thu và tái kết cấu dữ liệu được mã hóa. Thiết bị đầu cuối 3106 có thể được thiết bị với dữ liệu nhận và thu hồi khả năng, chẳng hạn như điện thoại thông minh hoặc Pad 3108, máy tính hoặc máy tính xách tay 3110, thiết bị ghi video mạng (network video recorder - NVR)/ thiết bị ghi video số (digital video recorder - DVR) 3112, TV 3114, đầu thu kỹ thuật số (set top box - STB) 3116, hệ thống hội nghị video 3118, hệ thống giám sát video 3120, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (personal digital assistant - PDA) 3122, thiết bị lắp trên xe 3124, hoặc sự kết hợp của loại bất kỳ trong số chúng, hoặc thiết bị tương tự có khả năng giải mã dữ liệu được mã hóa được đề cập ở trên. Ví dụ, thiết bị đầu cuối 3106 có thể bao gồm thiết bị đích 14 như được mô tả trên đây. Khi dữ liệu được mã hóa bao gồm video, bộ giải mã video 30 được bao gồm trong thiết bị đầu cuối được cấp quyền ưu tiên để thực hiện việc giải mã video. Khi dữ liệu được mã hóa bao gồm âm thanh, bộ giải mã âm thanh được bao gồm trong thiết bị đầu cuối được cấp quyền ưu tiên để thực hiện xử lý giải mã âm thanh.

Đối với thiết bị đầu cuối có màn hiển thị của chính nó, ví dụ, điện thoại thông minh hoặc Pad 3108, máy tính hoặc máy tính xách tay 3110, thiết bị ghi video mạng (NVR)/ thiết bị ghi video số (DVR) 3112, TV 3114, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (PDA) 3122, hoặc thiết bị lắp trên xe 3124, thiết bị đầu cuối có thể cấp dữ liệu giải mã đến màn hiển thị của nó. Đối với thiết bị đầu cuối không trang bị màn hiển thị, ví dụ,

STB 3116, hệ thống hội nghị video 3118, hoặc hệ thống giám sát video 3120, màn hiển thị ngoài 3126 được gắn vào đó để thu và trình chiếu dữ liệu giải mã.

Khi mỗi thiết bị trong hệ thống này thực hiện mã hóa hoặc giải mã, thiết bị mã hóa hình ảnh hoặc thiết bị giải mã hình ảnh, như được thể hiện trong các phương án được đề cập ở trên, có thể được sử dụng.

Fig.19 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của ví dụ của thiết bị đầu cuối 3106. Sau khi thiết bị đầu cuối 3106 thu luồng dữ liệu từ thiết bị chụp ảnh 3102, đơn vị thực hiện giao thức 3202 phân tích giao thức truyền của luồng. Giao thức bao gồm nhưng bị giới hạn ở giao thức phát trực tuyến thời gian thực (Real Time Streaming Protocol - RTSP), giao thức dẫn truyền siêu văn bản (Hyper Text Transfer Protocol - HTTP), giao thức phát trực tuyến trực tiếp HTTP (HPPT Live streaming protocol - HLS), MPEG-DASH, giao thức vận chuyển thời gian thực (Real-time Transport protocol - RTP), giao thức truyền thông điệp thời gian thực (Real Time Messaging Protocol - RTMP), hoặc loại bất kỳ trong sự kết hợp của chúng, hoặc tương tự.

Sau khi đơn vị thực hiện giao thức 3202 xử lý luồng dữ liệu, tệp luồng dữ liệu được tạo ra. Tệp này được gửi đến đơn vị tách kênh 3204. Đơn vị tách kênh 3204 có thể tách riêng dữ liệu được dồn kênh thành dữ liệu âm thanh được mã hóa và dữ liệu video được mã hóa. Như được mô tả trên đây, đối với một số bối cảnh thực tiễn, ví dụ trong hệ thống hội nghị video, dữ liệu âm thanh được mã hóa và dữ liệu video được mã hóa không được dồn kênh. Trong tính huống này, dữ liệu được mã hóa được truyền đến bộ giải mã video 3206 và bộ giải mã âm thanh 3208 mà không qua đơn vị tách kênh 3204.

Thông qua xử lý tách kênh, luồng sơ cấp (elementary stream - ES) video, ES âm thanh, và phụ đề tùy chọn được tạo ra. Bộ giải mã video 3206, mà bao gồm bộ giải mã video 30 như được giải thích ở các phương án được đề cập ở trên, giải mã ES video bằng phương pháp giải mã như được thể hiện trong các phương án được đề cập ở trên để tạo ra khung video, và cấp dữ liệu này tới đơn vị đồng bộ 3212. Bộ giải mã âm thanh 3208, giải mã ES âm thanh để tạo ra khung âm thanh, và cấp dữ liệu này tới đơn vị đồng bộ 3212. Mặt khác, khung video có thể lưu trữ trong bộ đệm (không được thể hiện trên Fig.19) trước khi cấp nó tới đơn vị đồng bộ 3212. Tương tự, khung âm thanh có thể lưu

trữ trong bộ đệm (không được thể hiện trên Fig.19) trước khi cấp nó tới đơn vị đồng bộ 3212.

Đơn vị đồng bộ 3212 đồng bộ khung video và khung âm thanh, và cấp video/âm thanh tới màn hiển thị video/âm thanh 3214. Ví dụ, đơn vị đồng bộ 3212 đồng bộ sự trình chiếu của thông tin video và âm thanh. Thông tin có thể tạo mã theo cú pháp có sử dụng các nhãn thời gian liên quan đến sự trình chiếu của dữ liệu hình ảnh và âm thanh được tạo mã và các nhãn thời gian liên quan đến hoạt động phân bố của chính luồng dữ liệu.

Nếu phụ đề được bao gồm trong luồng dữ liệu, bộ giải mã phụ đề 3210 giải mã phụ đề, và đồng bộ nó với khung video và khung âm thanh, và cấp video/âm thanh/phụ đề tới màn hiển thị video/âm thanh/phụ đề 3216.

#### Các toán tử toán học

Các toán tử toán học được sử dụng trong sáng chế là tương tự như các toán tử toán học được sử dụng trong ngôn ngữ lập trình C. Tuy nhiên, các kết quả của phép chia số nguyên và các phép toán dịch số học được xác định chính xác hơn, và các phép toán bổ sung được xác định, chẳng hạn như mũ hóa và chia giá trị thực. Các quy ước đánh số và đếm thường bắt đầu từ 0, ví dụ, "thứ nhất" tương đương với thứ 0, "thứ hai" tương đương với thứ 1, v.v..

#### Các toán tử số học

Các toán tử số học sau đây được định nghĩa như sau:

- + Cộng
- Trừ (dưới dạng toán tử hai đối số) hoặc phủ định (dưới dạng toán tử tiếp đầu ngữ một ngôi)
- \* Phép nhân, bao gồm phép nhân ma trận
- $x^y$  Mũ hóa. Quy định  $x$  lũy thừa  $y$ . Trong các ngữ cảnh khác, cách ký hiệu này được sử dụng cho chỉ số trên mà không được dự định để hiểu là mũ hóa.
- / Phép chia nguyên với việc cắt bỏ phần kết quả về phía không (zero). Ví dụ,  $7 / 4$  và  $-7 / -4$  được cắt bỏ thành 1 và  $-7 / 4$  và  $7 / -4$  được cắt bỏ thành -1.

$\div$  Được sử dụng để thể hiện phép chia trong các phương trình toán học trong đó không có việc cắt bỏ hoặc làm tròn được dự định.

$\frac{x}{y}$  Được sử dụng để thể hiện phép chia trong các phương trình toán học trong đó không có việc cắt bỏ hoặc làm tròn được dự định.

$\sum_{i=x}^y f(i)$  Tổng của  $f(i)$  với  $i$  lấy tất cả các giá trị nguyên từ  $x$  cho đến và bao gồm  $y$ .

Phép chia lấy dư. Phần dư của  $x$  được chia bởi  $y$ , được xác định chỉ cho các số nguyên  $x$  và  $y$  với  $x \geq 0$  và  $y > 0$ .

### Các toán tử logic

Các toán tử logic sau đây được định nghĩa như sau:

$x \&\& y$  Logic luận lý (Boolean) "and" ("và") của  $x$  và  $y$

$x || y$  Logic luận lý (Boolean) "or" ("hoặc") của  $x$  và  $y$

! Logic luận lý "not" (phủ định)

$x ? y : z$  Nếu  $x$  là TRUE (đúng) hoặc không bằng 0, đánh giá giá trị của  $y$ ; nếu không, đánh giá giá trị của  $z$ .

### Các toán tử quan hệ

Các toán tử quan hệ sau đây được định nghĩa như sau:

> Lớn hơn

>= Lớn hơn hoặc bằng

< Nhỏ hơn

<= Nhỏ hơn hoặc bằng

= = Bằng

!= Không bằng

Khi toán tử quan hệ được áp dụng vào phần tử cú pháp hoặc biến số mà được ấn định giá trị "na" (not applicable - không áp dụng được), giá trị "na" được xử lý như là

giá trị phân biệt đối với phần tử cú pháp hoặc biến số. Giá trị "na" được coi là không bằng giá trị khác bất kỳ.

Các toán tử theo từng bit

Các toán tử theo từng bit sau đây được định nghĩa như sau:

& "and" ("và") theo từng bit. Khi thao tác trên các đối số nguyên, thao tác trên biểu diễn bù hai của giá trị nguyên. Khi thao tác trên đối số nhị phân mà chứa ít bit hơn so với đối số khác, đối số ngắn hơn được mở rộng bằng cách bổ sung các bit đáng kể hơn bằng 0.

|"or" ("hoặc") theo từng bit. Khi thao tác trên các đối số nguyên, thao tác trên biểu diễn bù hai của giá trị nguyên. Khi thao tác trên đối số nhị phân mà chứa ít bit hơn so với đối số khác, đối số ngắn hơn được mở rộng bằng cách bổ sung các bit đáng kể hơn bằng 0.

^ "exclusive or" ("hoặc tuyệt đối") theo từng bit. Khi thao tác trên các đối số nguyên, thao tác trên biểu diễn bù hai của giá trị nguyên. Khi thao tác trên đối số nhị phân mà chứa ít bit hơn so với đối số khác, đối số ngắn hơn được mở rộng bằng cách bổ sung các bit đáng kể hơn bằng 0.

$x \gg y$  Dịch chuyển phải số học của biểu diễn nguyên bù hai của  $x$  theo  $y$  chữ số nhị phân. Hàm này được định nghĩa chỉ đối với các giá trị nguyên không âm của  $y$ . Các bit được dịch chuyển vào các bit đáng kể nhất (các MSB) do phép dịch chuyển phải có giá trị bằng MSB của  $x$  trước phép toán dịch chuyển.

$x \ll y$  Dịch chuyển trái số học của biểu diễn nguyên bù hai của  $x$  theo  $y$  chữ số nhị phân. Hàm này được định nghĩa chỉ đối với các giá trị nguyên không âm của  $y$ . Các bit được dịch chuyển vào các bit có trọng số nhỏ nhất (các LSB) do phép dịch chuyển trái có giá trị bằng 0.

Các toán tử gán

Các toán tử số học sau đây được định nghĩa như sau:

= Toán tử gán

$++$  Tăng, nghĩa là,  $x++$  tương đương với  $x = x + 1$ ; khi được sử dụng trong chỉ số mảng, đánh giá đến giá trị của biến số trước phép toán tăng.

$--$  Giảm, nghĩa là,  $x--$  tương đương với  $x = x - 1$ ; khi được sử dụng trong chỉ số mảng, đánh giá đến giá trị của biến số trước phép toán giảm.

$+=$  Tăng theo lượng được quy định, nghĩa là,  $x += 3$  tương đương với  $x = x + 3$ , và

$-=$  Giảm theo lượng được quy định, nghĩa là,  $x -= 3$  tương đương với  $x = x - 3$ , và  $x -= (-3)$  tương đương với  $x = x - (-3)$ .

Ký hiệu khoảng

Ký hiệu sau đây được sử dụng để quy định khoảng của các giá trị:

$x = y..z$  lấy trên các giá trị nguyên bắt đầu từ  $y$  đến  $z$ , bao gồm cả  $y$  và  $z$ , với  $x$ ,  $y$ , và  $z$  là các số nguyên và  $z$  lớn hơn  $y$ .

Các hàm toán học

Các hàm toán học sau đây được định nghĩa:

$$\text{Abs}(x) = \begin{cases} x & ; \quad x \geq 0 \\ -x & ; \quad x < 0 \end{cases}$$

$\text{Asin}(x)$  hàm sin đảo ngược lượng giác, thao tác trên đối số  $x$  mà là trong khoảng  $-1,0$  đến  $1,0$ , bao gồm cả  $-1,0$  và  $1,0$ , với giá trị đưa ra trong khoảng  $-\pi/2$  đến  $\pi/2$ , bao gồm cả  $-\pi/2$  và  $\pi/2$ , theo đơn vị radian

$\text{Atan}(x)$  hàm tan đảo ngược lượng giác, thao tác trên đối số  $x$ , với giá trị đưa ra trong khoảng  $-\pi/2$  đến  $\pi/2$ , bao gồm cả  $-\pi/2$  và  $\pi/2$ , theo đơn vị radian

$$\text{Atan2}(y, x) = \begin{cases} \text{Atan}\left(\frac{y}{x}\right) & ; \quad x > 0 \\ \text{Atan}\left(\frac{y}{x}\right) + \pi & ; \quad x < 0 \ \&\& \ y \geq 0 \\ \text{Atan}\left(\frac{y}{x}\right) - \pi & ; \quad x < 0 \ \&\& \ y < 0 \\ +\frac{\pi}{2} & ; \quad x == 0 \ \&\& \ y \geq 0 \\ -\frac{\pi}{2} & ; \quad \text{trường hợp khác} \end{cases}$$

$\text{Ceil}(x)$  số nguyên nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng  $x$ .

$\text{Clip1Y}(x) = \text{Clip3}(0, (1 \ll \text{BitDepthY}) - 1, x)$

$$\text{Clip1C}(x) = \text{Clip3}(0, (1 \ll \text{BitDepthC}) - 1, x)$$

$$\text{Clip3}(x, y, z) = \begin{cases} x & ; \quad z < x \\ y & ; \quad z > y \\ z & ; \quad \text{trường hợp khác} \end{cases}$$

$\text{Cos}(x)$  hàm cosin lượng giác thao tác trên đối số  $x$  theo đơn vị radian.

$\text{Floor}(x)$  số nguyên lớn nhất nhỏ hơn hoặc bằng  $x$ .

$$\text{GetCurrMsb}(a, b, c, d) = \begin{cases} c + d & ; \quad b - a \geq d / 2 \\ c - d & ; \quad a - b > d / 2 \\ c & ; \quad \text{trường hợp khác} \end{cases}$$

$\text{Ln}(x)$  lôgarit tự nhiên của  $x$  (lôgarit cơ số  $e$ , trong đó  $e$  là hằng số cơ số của lôgarit tự nhiên 2,718 281 828...).

$\text{Log2}(x)$  lôgarit cơ số 2 của  $x$ .

$\text{Log10}(x)$  lôgarit cơ số 10 của  $x$ .

$$\text{Min}(x, y) = \begin{cases} x & ; \quad x \leq y \\ y & ; \quad x > y \end{cases}$$

$$\text{Max}(x, y) = \begin{cases} x & ; \quad x \geq y \\ y & ; \quad x < y \end{cases}$$

$$\text{Round}(x) = \text{Sign}(x) * \text{Floor}(\text{Abs}(x) + 0.5)$$

$$\text{Sign}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x > 0 \\ 0 & ; \quad x == 0 \\ -1 & ; \quad x < 0 \end{cases}$$

$\text{Sin}(x)$  hàm sin lượng giác thao tác trên đối số  $x$  theo đơn vị radian

$$\text{Sqrt}(x) = \sqrt{x}$$

$$\text{Swap}(x, y) = (y, x)$$

$\text{Tan}(x)$  hàm tan lượng giác thao tác trên đối số  $x$  theo đơn vị radian

Thứ tự ưu tiên phép toán

Khi thứ tự ưu tiên trong biểu thức không được chỉ ra rõ ràng bằng cách sử dụng ngoặc, các quy tắc sau đây áp dụng:

– Các phép toán có mức ưu tiên cao hơn được đánh giá trước phép toán bất kỳ có mức ưu tiên thấp hơn.

– Các phép toán có cùng mức ưu tiên được đánh giá tuần tự từ trái sang phải.

Bảng dưới đây quy định mức ưu tiên của các phép toán từ cao nhất đến thấp nhất; vị trí cao hơn trong bảng chỉ ra mức ưu tiên cao hơn.

Đối với các toán tử mà cũng được sử dụng trong ngôn ngữ lập trình C, thứ tự ưu tiên được sử dụng trong bản mô tả này giống như được sử dụng trong ngôn ngữ lập trình C.

Bảng: Mức ưu tiên phép toán từ cao nhất (ở đỉnh bảng) đến thấp nhất (ở đáy bảng)

| <b>Các phép toán (với các toán hạng x, y, và z)</b>                   |
|-----------------------------------------------------------------------|
| "x++", "x--"                                                          |
| "!x", "-x" (như là toán tử tiếp đầu ngữ một ngôi)                     |
| $x^y$                                                                 |
| "x * y", "x / y", "x ÷ y", " $\frac{x}{y}$ ", "x % y"                 |
| "x + y", "x - y" (như là toán tử hai đối số), " $\sum_{i=x}^y f(i)$ " |
| "x << y", "x >> y"                                                    |
| "x < y", "x <= y", "x > y", "x >= y"                                  |
| "x == y", "x != y"                                                    |
| "x & y"                                                               |
| "x   y"                                                               |
| "x && y"                                                              |
| "x    y"                                                              |
| "x ? y : z"                                                           |
| "x..y"                                                                |
| "x = y", "x += y", "x -= y"                                           |

Phần mô tả bằng văn bản của các phép toán logic

Trong phần văn bản này, câu lệnh của các phép toán logic như sẽ được mô tả toán học theo hình thức sau đây:

if( condition 0 )

statement 0

```
else if( condition 1 )
```

```
    statement 1
```

```
...
```

```
else /* informative remark on remaining condition */
```

```
    statement n
```

có thể được mô tả theo cách sau đây:

... như sau / ... phần sau đây áp dụng:

– Nếu điều kiện 0, câu lệnh 0

– Nếu không, nếu điều kiện 1, câu lệnh 1

– ...

– Nếu không (chú thích mang tính thông tin về điều kiện còn lại), câu lệnh n

Mỗi "Nếu ... Nếu không, nếu ... Nếu không, ..." câu lệnh trong văn bản này được giới thiệu với "... như sau" hoặc "... phần sau đây áp dụng" được theo ngay sau bởi "Nếu ... ". Điều kiện cuối cùng của "Nếu ... Nếu không, nếu ... Nếu không, ..." luôn là "Nếu không, ...". Được đan xen "Nếu ... Nếu không, nếu ... Nếu không, ..." các câu lệnh có thể được nhận dạng bằng cách so khớp "... như sau" hoặc "... phần sau đây áp dụng" với kết thúc "Nếu không, ...".

Trong phần văn bản này, câu lệnh của các phép toán logic như sẽ được mô tả toán học theo hình thức sau đây:

```
if( condition 0a && condition 0b )
```

```
    statement 0
```

```
else if( condition 1a || condition 1b )
```

```
    statement 1
```

```
...
```

```
else
```

```
    statement n
```

có thể được mô tả theo cách sau đây:

... như sau / ... phần sau đây áp dụng:

- Nếu tất cả các điều kiện sau đây là đúng, câu lệnh 0:
- điều kiện 0a
- điều kiện 0b
- Nếu không, nếu một hoặc nhiều điều kiện sau đây là đúng, câu lệnh 1:
- điều kiện 1a
- điều kiện 1b
- ...
- Nếu không, câu lệnh n

Trong phần văn bản này, câu lệnh của các phép toán logic như sẽ được mô tả toán học theo hình thức sau đây:

```

if( condition 0 )
statement 0
if( condition 1 )
statement 1

```

có thể được mô tả theo cách sau đây:

Khi điều kiện 0, câu lệnh 0

Khi điều kiện 1, câu lệnh 1.

Mặc dù các phương án của sáng chế được mô tả sơ bộ dựa trên việc tạo mã video, nhưng cần lưu ý rằng các phương án của hệ thống tạo mã 10, bộ mã hóa 20 và bộ giải mã 30 (và tương ứng là hệ thống 10) và các phương án khác được mô tả ở đây cũng có thể được tạo cấu hình để xử lý hoặc tạo mã hình ảnh tĩnh, nghĩa là xử lý hoặc tạo mã hình ảnh riêng độc lập với hình ảnh trước hoặc liên tiếp bất kỳ như trong việc tạo mã video. Nói chung, chỉ các đơn vị dự đoán liên ảnh 244 (bộ mã hóa) và 344 (bộ giải mã) có thể không khả dụng trong trường hợp việc tạo mã xử lý hình ảnh được giới hạn ở một hình ảnh 17. Tất cả các chức năng khác (cũng được gọi là các công cụ hoặc các công nghệ) của bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được sử dụng tương đương để xử lý hình ảnh tĩnh, ví dụ tính toán dư 204/304, biến đổi 206, lượng tử hóa

208, lượng tử hóa ngược 210/310, biến đổi (ngược) 212/312, phân chia 262/362, dự đoán trong ảnh 254/354, và/hoặc lọc vòng lặp 220, 320, và tạo mã entropi 270 và giải mã entropi 304.

Các phương án, ví dụ, của bộ mã hóa 20 và bộ giải mã 30, và các chức năng được mô tả ở đây, ví dụ, dựa vào bộ mã hóa 20 và bộ giải mã 30, có thể được thực hiện trong phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực hiện trong phần mềm, các chức năng này có thể được lưu trữ trên phương tiện đọc được bởi máy tính hoặc được truyền qua phương tiện truyền thông dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã và được thực hiện bởi bộ phận xử lý dựa trên phần cứng. Phương tiện đọc được bởi máy tính có thể bao gồm phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính, mà tương ứng với phương tiện hữu hình chẳng hạn như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ hỗ trợ việc truyền chương trình máy tính từ nơi này đến nơi khác, ví dụ, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện đọc được bởi máy tính nói chung có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính hữu hình mà là không chuyển tiếp hoặc (2) phương tiện truyền thông chẳng hạn như sóng tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện khả dụng bất kỳ mà có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để lấy các lệnh, mã và/hoặc các cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bởi máy tính.

Ví dụ, và không phải giới hạn, phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính như vậy 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 chớp, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được sử dụng để lưu trữ mã chương trình mong muốn ở dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bởi máy tính. Ngoài ra, kết nối bất kỳ được gọi là phương tiện đọc được bởi máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ vị trí web, máy chủ, hoặc nguồn ở xa khác sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn đôi, đường dây thuê bao số (digital subscriber line - DSL), hoặc các kỹ thuật vô tuyến chẳng hạn như hồng ngoại, radio, và vi sóng, thì cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn đôi, DSL, hoặc các kỹ thuật vô tuyến chẳng hạn như hồng ngoại, radio, và vi sóng được

bao gồm trong định nghĩa về phương tiện. Tuy nhiên, nên hiểu rằng phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính và phương tiện lưu trữ dữ liệu không bao gồm các kết nối, các sóng mang, các tín hiệu, hoặc các phương tiện chuyển tiếp khác, mà thay vào đó được hướng đến phương tiện lưu trữ không chuyển tiếp, hữu hình. Đĩa (disk) và đĩa (disc), như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa (disc) compac (compact disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng số (digital versatile disc - DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó các đĩa (disk) thường tái tạo dữ liệu về mặt từ tính, trong khi các đĩa (disc) tái tạo dữ liệu về mặt quang học bằng laze. Các sự kết hợp của các nội dung trên đây cũng được bao gồm trong phạm vi của phương tiện đọc được bởi máy tính.

Các lệnh có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), các bộ vi xử lý đa năng, các mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), các mảng logic lập trình được dạng trường (field programmable logic array - FPGA), hoặc các loại tương đương được tích hợp hoặc mạch logic rời rạc. Theo đó, thuật ngữ “bộ xử lý”, như được sử dụng ở đây có thể là để chỉ cấu trúc bất kỳ trong số cấu trúc trên đây hoặc cấu trúc khác bất kỳ thích hợp để thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây. Ngoài ra, trong một số khía cạnh, chức năng được mô tả ở đây có thể được cung cấp trong các môđun phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được kết hợp trong codec 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 thực hiện trong rất nhiều loại thiết bị hoặc máy, bao gồm máy cầm tay vô tuyến, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc tập hợp các IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, các môđun, hoặc các 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, nhưng không nhất thiết đòi hỏi thực hiện bởi các bộ phận 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 codec hoặc được cung cấp bởi tập hợp các bộ phận phần cứng liên động, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như được mô tả trên đây, kết hợp với phần mềm và/hoặc phần sụn thích hợp.

Sáng chế bộc lộ các khía cạnh khác dưới đây.

Khía cạnh thứ nhất của phương pháp tạo mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa, bao gồm các bước: lựa chọn lõi biến đổi thứ cấp cho việc biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời, khi khối hiện thời không được dự đoán sử dụng chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận MIP.

Khía cạnh thứ hai của phương pháp theo khía cạnh thứ nhất, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước: bất hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời khi khối hiện thời được dự đoán sử dụng chế độ MIP.

Khía cạnh thứ ba của phương pháp theo khía cạnh thứ hai, trong đó việc bất hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời bao gồm: thiết đặt giá trị của thông tin chỉ báo biến đổi thứ cấp cho khối hiện thời thành giá trị mặc định.

Khía cạnh thứ tư của phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến thứ ba, trong đó việc liệu khối hiện thời có được dự đoán sử dụng chế độ MIP hay không được chỉ báo theo giá trị của thông tin chỉ báo MIP.

Khía cạnh thứ năm của phương pháp tạo mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa, bao gồm các bước: thu thập chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời theo chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận, MIP, của khối hiện thời và kích thước của khối hiện thời;

lựa chọn lõi biến đổi thứ cấp cho việc biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời.

Khía cạnh thứ sáu của phương pháp theo khía cạnh thứ năm, trong đó chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời được thu thập theo mối tương quan ánh xạ giữa chỉ số chế độ MIP, kích thước của khối hiện thời, mối tương quan ánh xạ được chỉ báo theo bảng được quy định trước.

Khía cạnh thứ bảy của phương pháp tạo mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa, bao gồm các bước: sử dụng lõi biến đổi thứ cấp cho việc biến đổi thứ cấp của khối hiện thời, khi khối hiện thời được dự đoán sử dụng chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận MIP.

Khía cạnh thứ tám của phương pháp theo khía cạnh thứ bảy, trong đó lỗi biến đổi thứ cấp là một trong số các lỗi biến đổi thứ cấp mà được sử dụng cho chế độ không phải MIP.

Khía cạnh thứ chín của phương pháp theo khía cạnh thứ bảy, trong đó lỗi biến đổi thứ cấp là khác với bất kỳ trong số các lỗi biến đổi thứ cấp mà được sử dụng cho chế độ không phải MIP.

Khía cạnh thứ mười của bộ mã hóa (20) bao gồm hệ mạch xử lý để tiến hành phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến thứ chín.

Khía cạnh thứ mười một của bộ giải mã (30) bao gồm hệ mạch xử lý để tiến hành phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến thứ chín.

Khía cạnh thứ mười hai của sản phẩm chương trình máy tính bao gồm mã chương trình để thực hiện phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến thứ chín.

Khía cạnh thứ mười ba của bộ giải mã, bao gồm:

một hoặc nhiều bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp được ghép nối với các bộ xử lý và lưu trữ chương trình để thực thi bởi các bộ xử lý, trong đó chương trình, khi được thực thi bởi các bộ xử lý, tạo cấu hình bộ giải mã để thực hiện phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến thứ chín.

Khía cạnh thứ mười ba của bộ mã hóa, bao gồm:

một hoặc nhiều bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp được ghép nối với các bộ xử lý và lưu trữ chương trình để thực thi bởi các bộ xử lý, trong đó chương trình, khi được thực thi bởi các bộ xử lý, tạo cấu hình bộ mã hóa để thực hiện phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến thứ chín.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tạo mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã hoặc thiết bị mã hóa, phương pháp này bao gồm các bước:

xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời; và

khi chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời không phải là chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận (Matrix-based Intra Prediction, MIP), xác định việc lựa chọn của biến đổi thứ cấp được giảm của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời,

trong đó việc lựa chọn của biến đổi thứ cấp được giảm của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời bao gồm:

xác định tập lỗi biến đổi trong số bốn tập lỗi biến đổi cần được áp dụng cho khối hiện thời theo chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời nhờ:

lựa chọn tập lỗi biến đổi sử dụng giá trị của chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời:

khi chế độ dự đoán trong ảnh nhỏ hơn 0, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1;

khi chế độ dự đoán trong ảnh là 0 hoặc 1, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 0;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 2 và nhỏ hơn hoặc bằng 12, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 13 và nhỏ hơn hoặc bằng 23, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 2;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 24 và nhỏ hơn hoặc bằng 44, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 3;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 45 và nhỏ hơn hoặc bằng 55, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 2; hoặc

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 56, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1.

2. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước:

bắt hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời khi khối hiện thời được dự đoán sử dụng chế độ MIP.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước bắt hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời bao gồm:

thiết đặt giá trị của thông tin chỉ báo biến đổi thứ cấp cho khối hiện thời thành giá trị mặc định.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó việc liệu khối hiện thời có được dự đoán sử dụng chế độ MIP hay không được chỉ báo theo giá trị của thông tin chỉ báo MIP.

5. Phương pháp theo điểm 1, bao gồm các bước:

thu thập chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời theo chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận (Matrix-based Intra Prediction, MIP) của khối hiện thời và kích thước của khối hiện thời;

lựa chọn lỗi biến đổi thứ cấp cho biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời được thu thập theo mối tương quan ánh xạ giữa chỉ số chế độ MIP, kích thước của khối hiện thời, mối tương quan ánh xạ được chỉ báo theo bảng được quy định trước.

7. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó mỗi tập lỗi biến đổi trong số bốn tập lỗi biến đổi bao gồm hai biến đổi;

nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ mô hình tuyến tính thành phần chéo (Cross-Component Linear Model, CCLM), hoặc bằng việc sử dụng chế độ MIP, việc xác định tập lỗi biến đổi trong số bốn tập lỗi biến đổi bao gồm lựa chọn tập lỗi biến đổi có chỉ số tập lỗi biến đổi 0.

8. Bộ mã hóa (20) bao gồm hệ mạch xử lý để tiến hành phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7 khi được thực hiện bởi thiết bị mã hóa.

9. Bộ giải mã (30) bao gồm hệ mạch xử lý để tiến hành phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7 khi được thực hiện bởi thiết bị giải mã.

10. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm mã chương trình để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7.

11. Bộ giải mã (30), bao gồm:

một hoặc nhiều bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp được ghép nối với các bộ xử lý và lưu trữ chương trình để thực thi bởi các bộ xử lý, trong đó chương trình, khi được thực thi bởi các bộ xử lý, tạo cấu hình bộ giải mã để tiến hành phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7.

12. Bộ mã hóa (20), bao gồm:

một hoặc nhiều bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp được ghép nối với các bộ xử lý và lưu trữ chương trình để thực thi bởi các bộ xử lý, trong đó chương trình, khi được thực thi bởi các bộ xử lý, tạo cấu hình bộ mã hóa để tiến hành phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7.

13. Bộ giải mã (30) bao gồm:

đơn vị xác định được tạo cấu hình để xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời; và

khi chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời không phải là chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận (Matrix-based Intra Prediction, MIP), đơn vị lựa chọn được tạo cấu hình để xác định việc lựa chọn biến đổi thứ cấp được giảm của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời,

trong đó việc lựa chọn của biến đổi thứ cấp được giảm của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời bao gồm:

xác định tập lỗi biến đổi trong số bốn tập lỗi biến đổi cần được áp dụng cho khối hiện thời theo chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời nhờ:

lựa chọn tập lỗi biến đổi sử dụng giá trị của chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời:

khi chế độ dự đoán trong ảnh nhỏ hơn 0, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1;

khi chế độ dự đoán trong ảnh là 0 hoặc 1, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 0;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 2 và nhỏ hơn hoặc bằng 12, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 13 và nhỏ hơn hoặc bằng 23, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 2;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 24 và nhỏ hơn hoặc bằng 44, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 3;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 45 và nhỏ hơn hoặc bằng 55, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 2; hoặc

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 56, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1.

14. Bộ giải mã (30) theo điểm 13, bộ giải mã (30) còn được tạo cấu hình để:

bắt hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời khi khối hiện thời được dự đoán sử dụng chế độ MIP.

15. Bộ giải mã (30) theo điểm 14, trong đó bước bắt hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời bao gồm:

thiết đặt giá trị của thông tin chỉ báo biến đổi thứ cấp cho khối hiện thời thành giá trị mặc định.

16. Bộ giải mã (30) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 đến 15, trong đó việc liệu khối hiện thời có được dự đoán sử dụng chế độ MIP hay không được chỉ báo theo giá trị của thông tin chỉ báo MIP.

17. Bộ giải mã (30) theo điểm 13, còn được tạo cấu hình để:

thu thập chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời theo chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận (Matrix-based Intra Prediction, MIP) của khối hiện thời và kích thước của khối hiện thời;

lựa chọn lõi biến đổi thứ cấp cho biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời.

18. Bộ giải mã (30) theo điểm 17, trong đó chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời được thu thập theo mối tương quan ánh xạ giữa chỉ số chế độ MIP, kích thước của khối hiện thời, mối tương quan ánh xạ được chỉ báo theo bảng được quy định trước.

19. Bộ giải mã (30) theo điểm 13, trong đó mỗi tập lõi biến đổi trong số bốn tập lõi biến đổi bao gồm hai biến đổi;

nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ mô hình tuyến tính thành phần chéo (Cross-Component Linear Model, CCLM), hoặc bằng việc sử dụng chế độ MIP, việc xác định tập lõi biến đổi trong số bốn tập lõi biến đổi bao gồm lựa chọn tập lõi biến đổi có chỉ số tập lõi biến đổi 0.

20. Bộ mã hóa (20) bao gồm:

đơn vị xác định được tạo cấu hình để xác định chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời; và

khi chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời không phải là chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận (Matrix-based Intra Prediction, MIP), đơn vị lựa chọn được tạo cấu hình để xác định việc lựa chọn biến đổi thứ cấp được giảm của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời,

trong đó việc lựa chọn của biến đổi thứ cấp được giảm của khối hiện thời dựa trên chế độ dự đoán trong ảnh được xác định cho khối hiện thời bao gồm:

xác định tập lõi biến đổi trong số bốn tập lõi biến đổi cần được áp dụng cho khối hiện thời theo chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời nhờ:

lựa chọn tập lỗi biến đổi sử dụng giá trị của chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời:

khi chế độ dự đoán trong ảnh nhỏ hơn 0, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1;

khi chế độ dự đoán trong ảnh là 0 hoặc 1, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 0;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 2 và nhỏ hơn hoặc bằng 12, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 13 và nhỏ hơn hoặc bằng 23, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 2;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 24 và nhỏ hơn hoặc bằng 44, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 3;

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 45 và nhỏ hơn hoặc bằng 55, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 2; hoặc

khi chế độ dự đoán trong ảnh lớn hơn hoặc bằng 56, tập lỗi biến đổi thứ cấp không thể tách biệt được thiết đặt thành 1.

21. Bộ mã hóa (20) theo điểm 20, bộ mã hóa (20) còn được tạo cấu hình để:

bất hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời khi khối hiện thời được dự đoán sử dụng chế độ MIP.

22. Bộ mã hóa (20) theo điểm 21, trong đó bước bất hoạt biến đổi thứ cấp của khối hiện thời bao gồm:

thiết đặt giá trị của thông tin chỉ báo biến đổi thứ cấp cho khối hiện thời thành giá trị mặc định.

23. Bộ mã hóa (20) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 21 đến 22, trong đó việc liệu khối hiện thời có được dự đoán sử dụng chế độ MIP hay không được chỉ báo theo giá trị của thông tin chỉ báo MIP.

24. Bộ mã hóa (20) theo điểm 20, còn được tạo cấu hình để:

thu thập chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời theo chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh trên cơ sở ma trận (Matrix-based Intra Prediction, MIP) của khối hiện thời và kích thước của khối hiện thời;

lựa chọn lõi biến đổi thứ cấp cho biến đổi thứ cấp của khối hiện thời dựa trên chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời.

25. Bộ mã hóa (20) theo điểm 24, trong đó chỉ số chế độ dự đoán trong ảnh của khối hiện thời được thu thập theo mối tương quan ánh xạ giữa chỉ số chế độ MIP, kích thước của khối hiện thời, mối tương quan ánh xạ được chỉ báo theo bảng được quy định trước.

26. Bộ mã hóa (20) theo điểm 20, trong đó mỗi tập lõi biến đổi trong số bốn tập lõi biến đổi bao gồm hai biến đổi;

nếu khối trong ảnh hiện thời được dự đoán bằng việc sử dụng chế độ mô hình tuyến tính thành phần chéo (Cross-Component Linear Model, CCLM), hoặc bằng việc sử dụng chế độ MIP, việc xác định tập lõi biến đổi trong số bốn tập lõi biến đổi bao gồm lựa chọn tập lõi biến đổi có chỉ số tập lõi biến đổi 0.

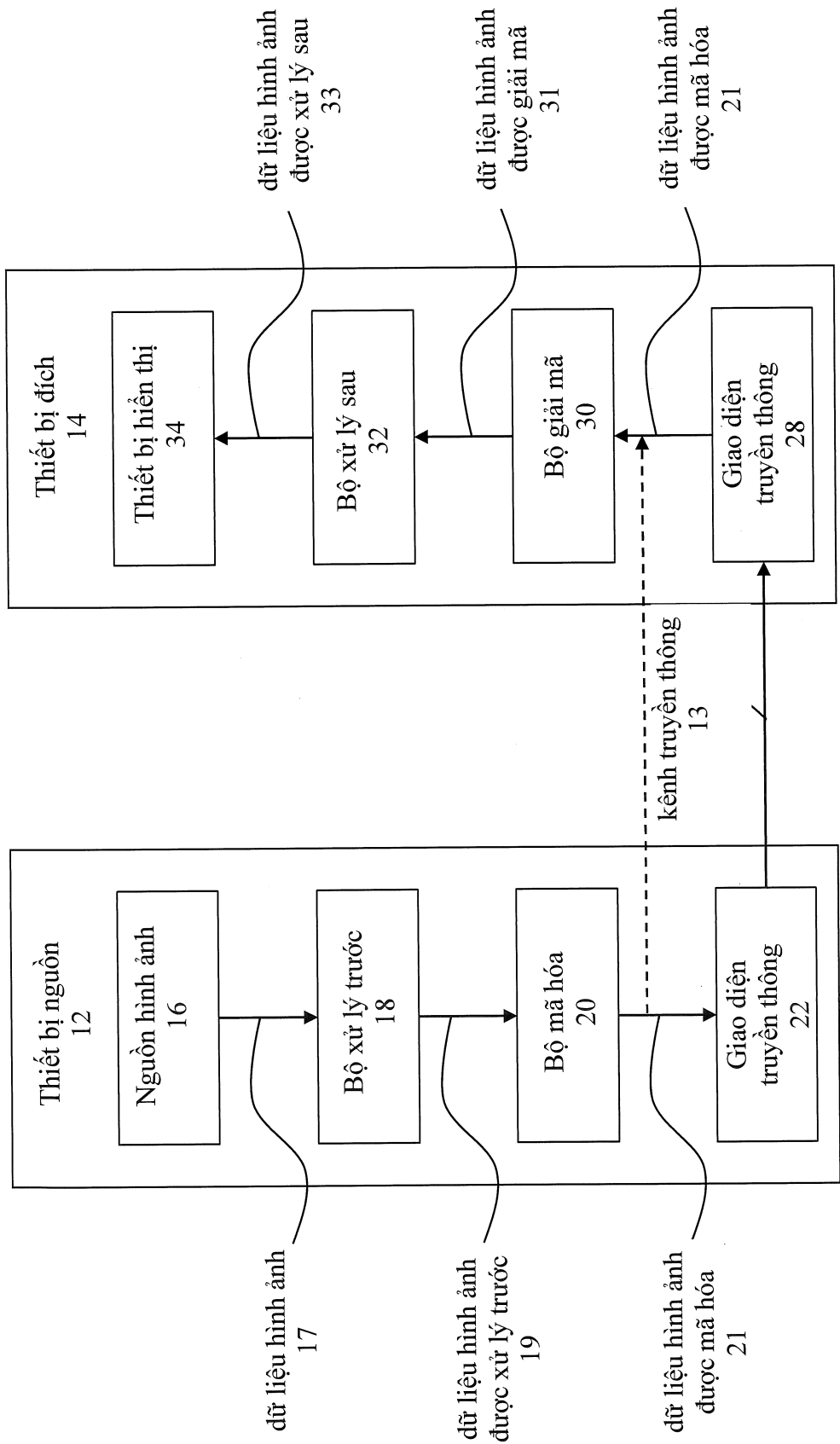


Fig.1A

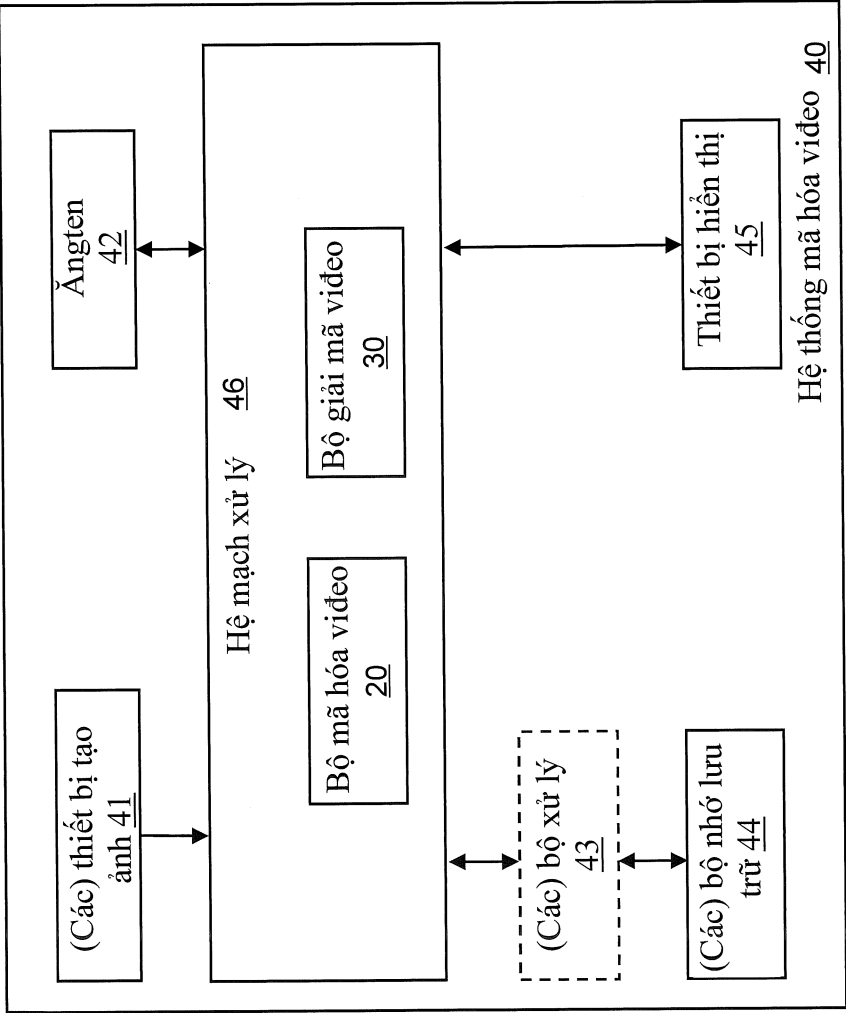


Fig.1B



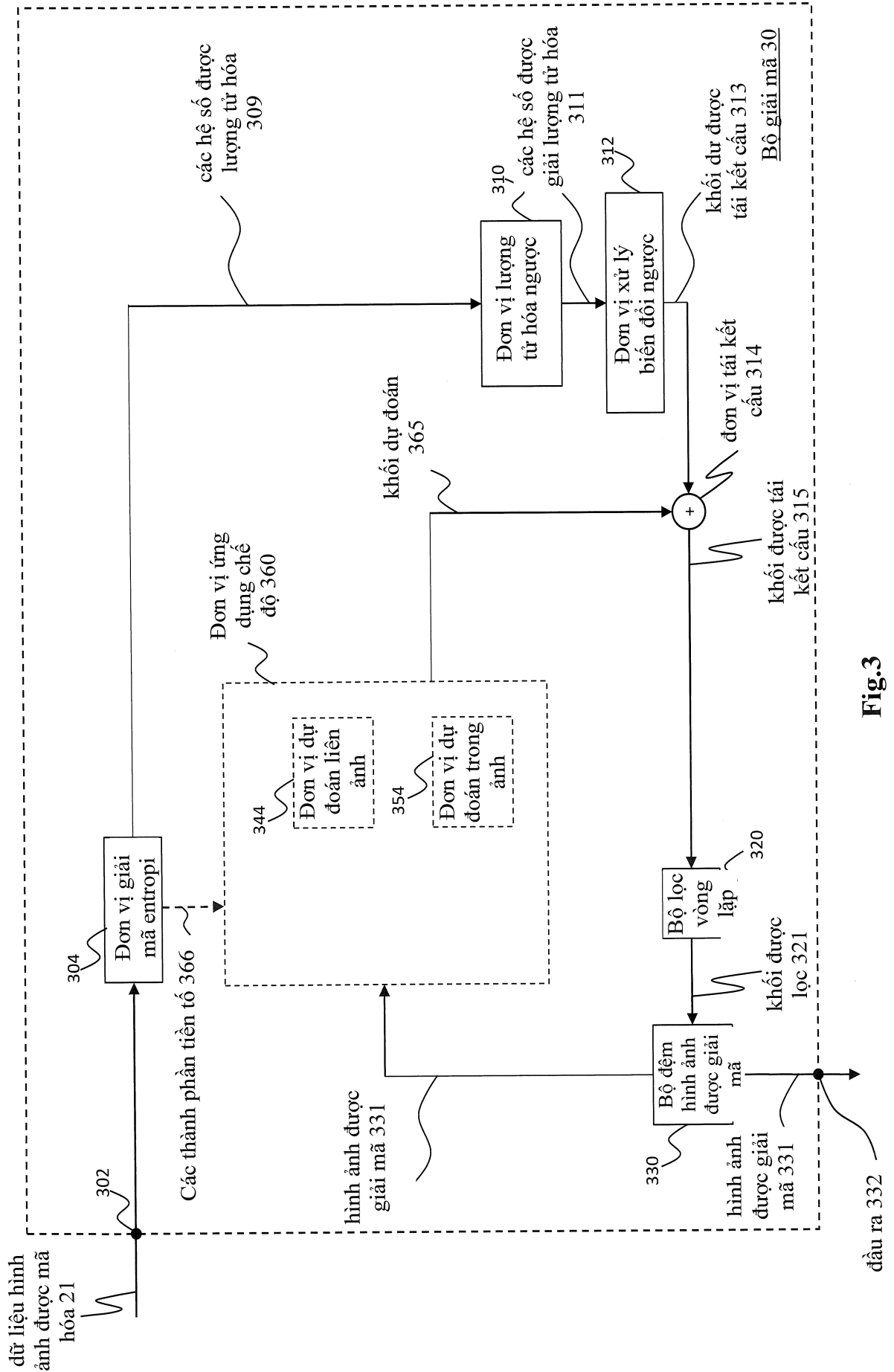


Fig.3

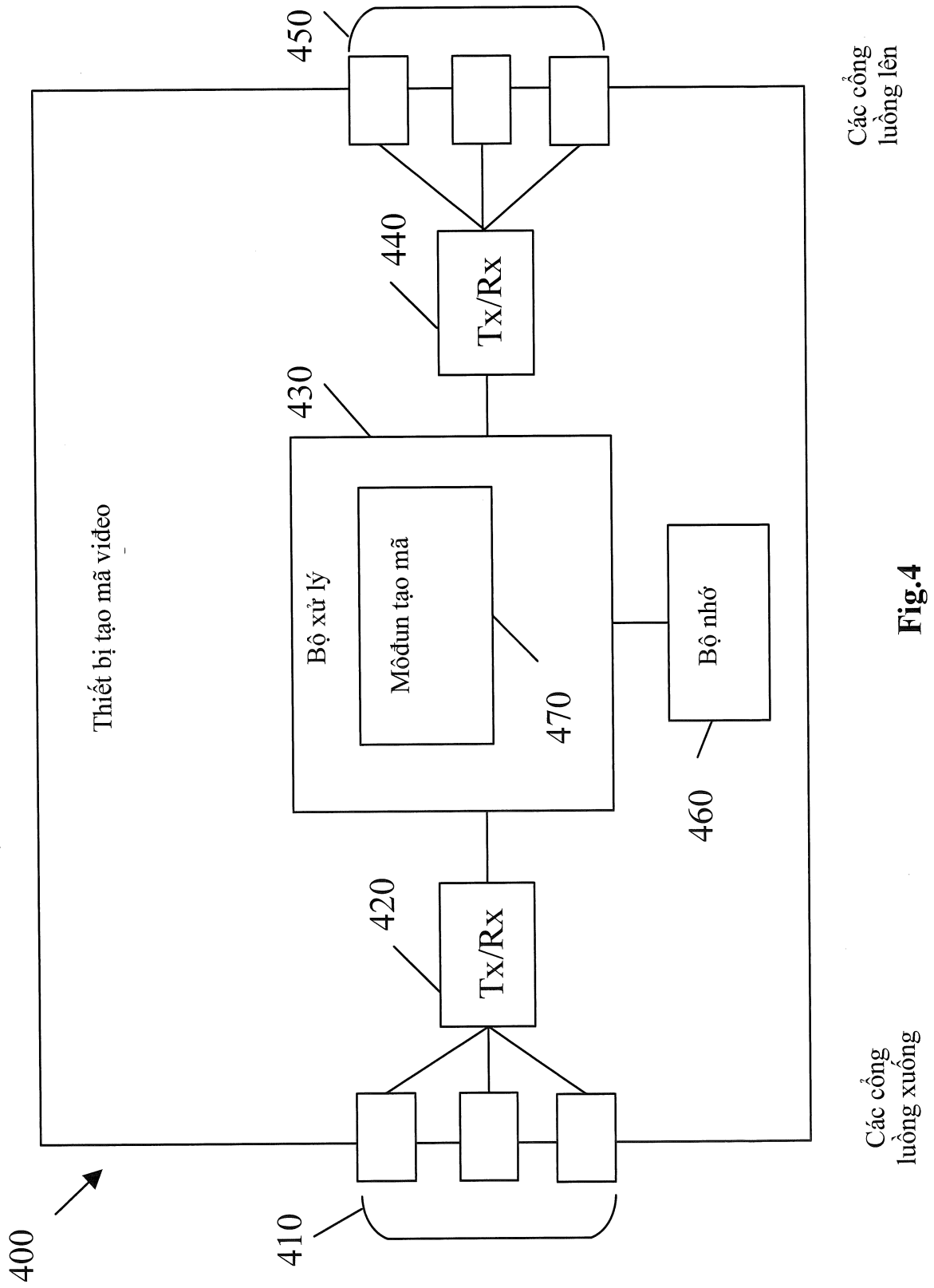


Fig.4

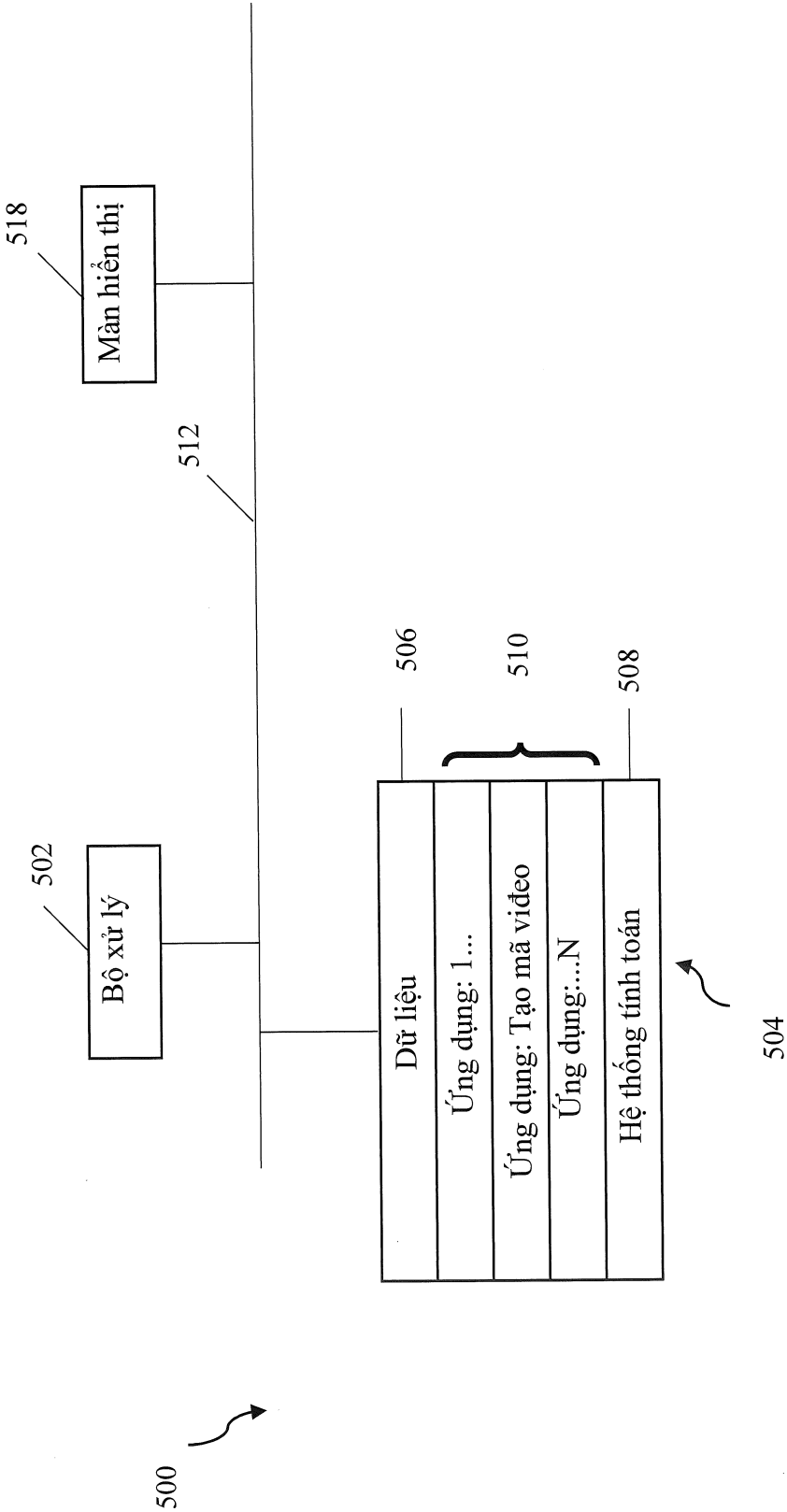


Fig.5

1. Lấy trung bình
2. Phép nhân vector ma trận
3. Nội suy tuyến tính

Trường hợp hợp 4x4:

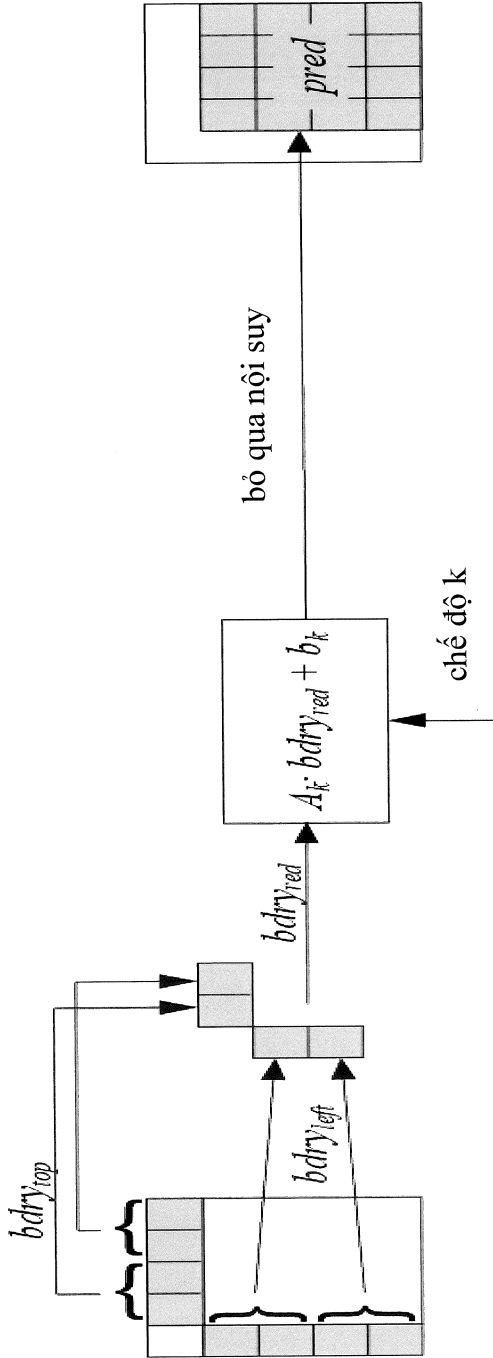


Fig.6

3. Nội suy tuyến tính

2. Phép nhân vector ma trận

1. Lấy trung bình

Trường hợp 8x8:

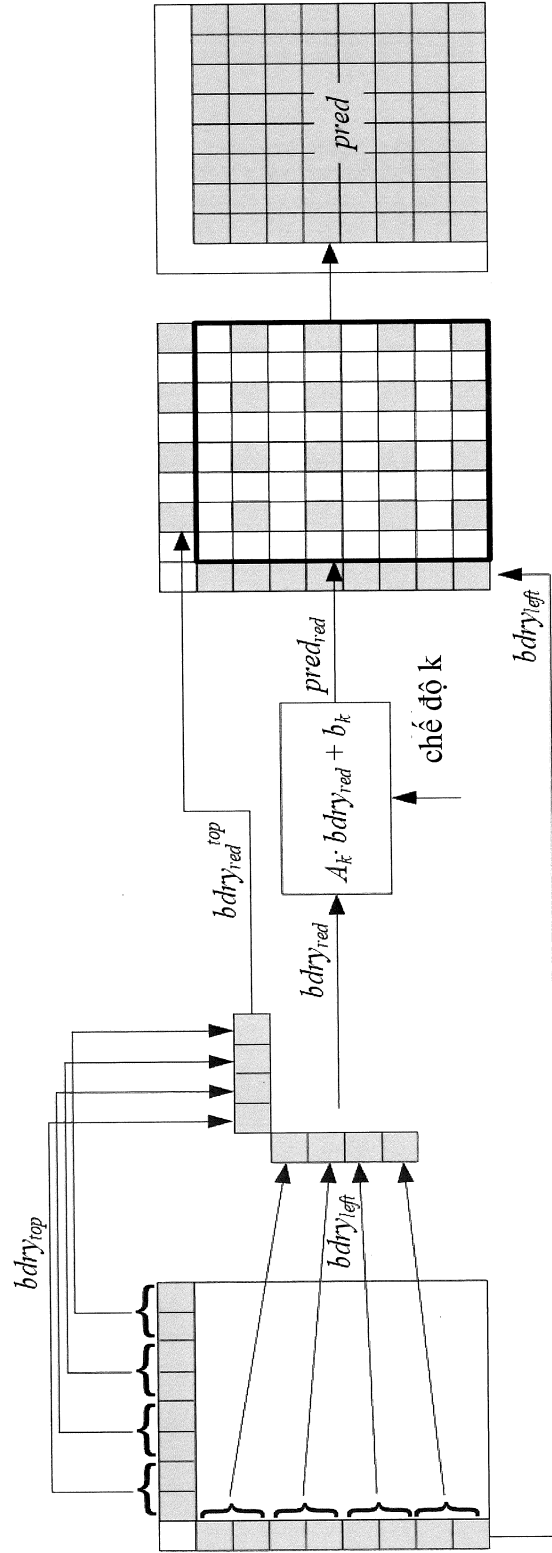


Fig.7

1. Lấy trung bình
2. Phép nhân vector ma trận
3. Nội suy tuyến tính

Trường hợp 8x4:

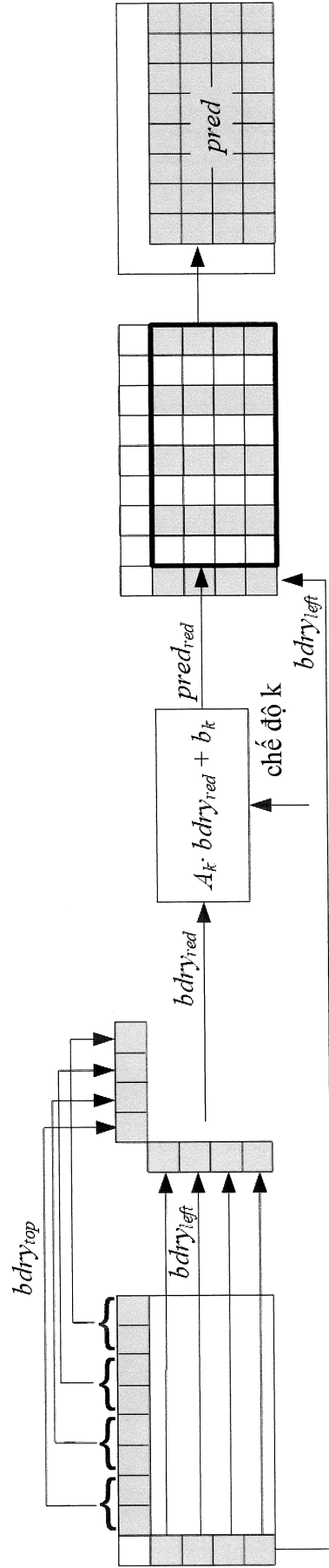


Fig.8

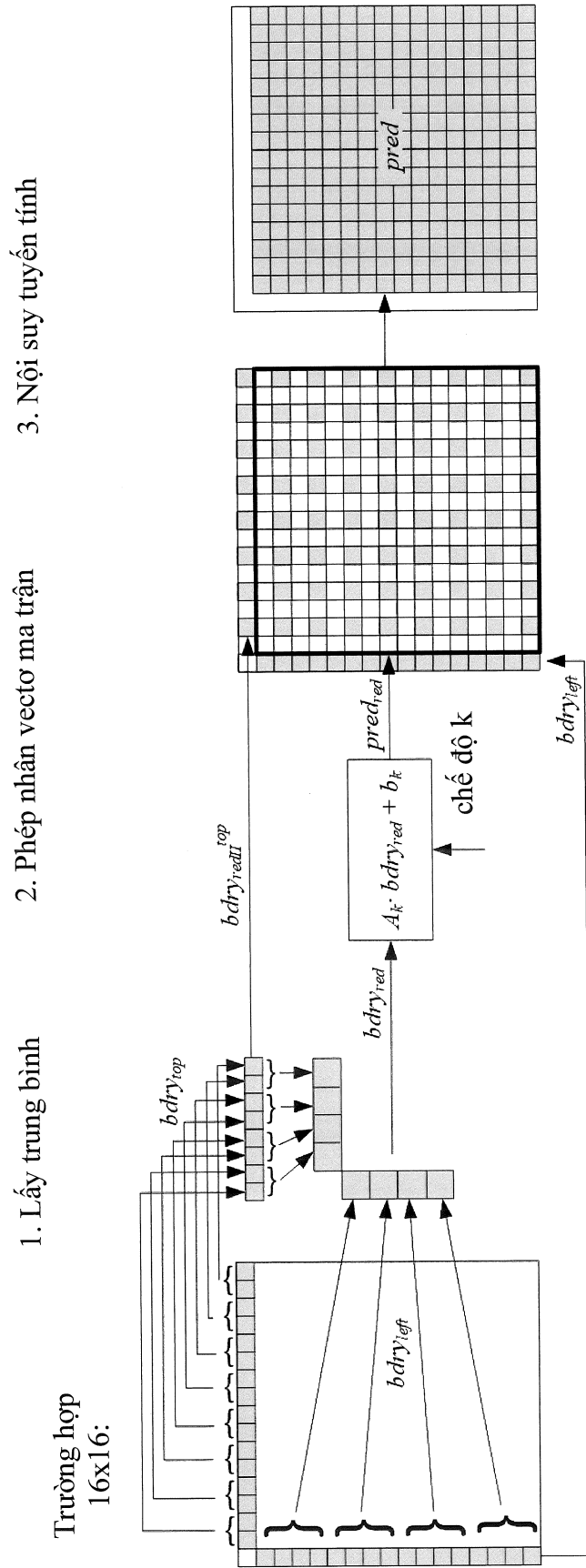
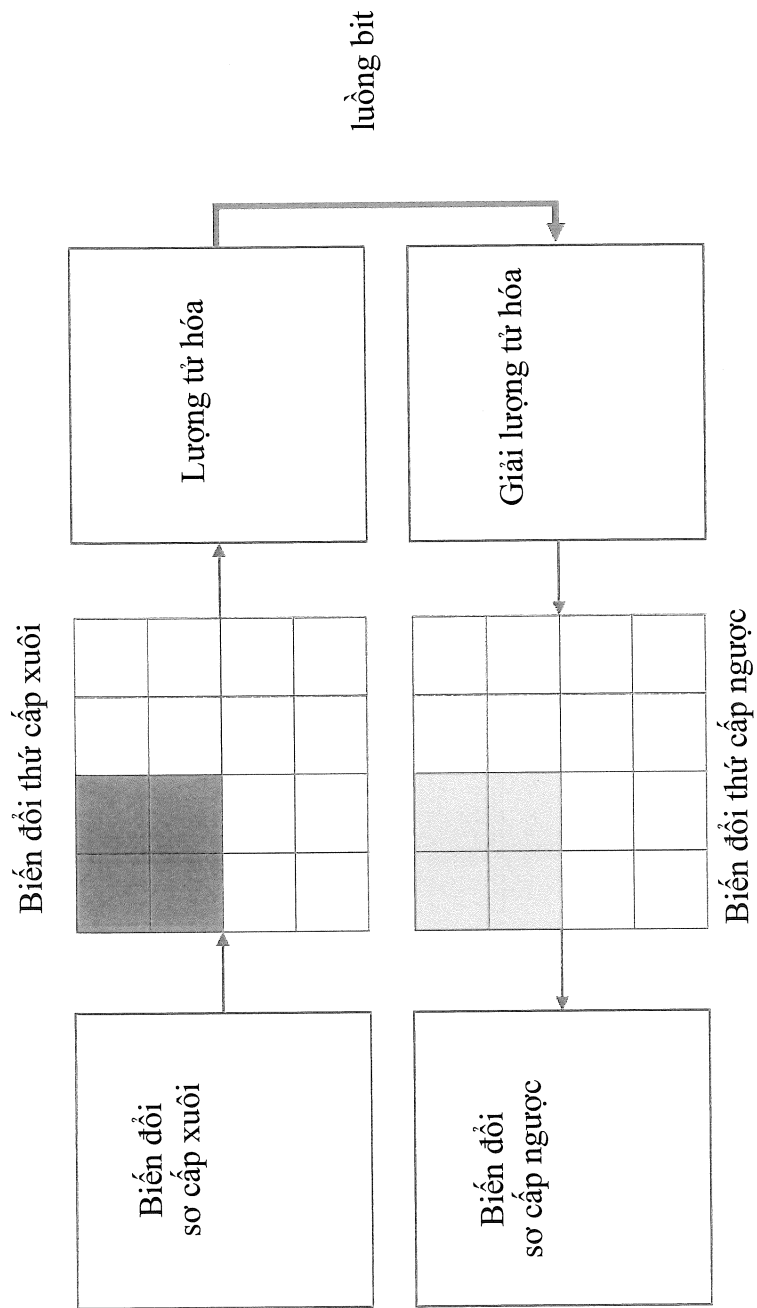
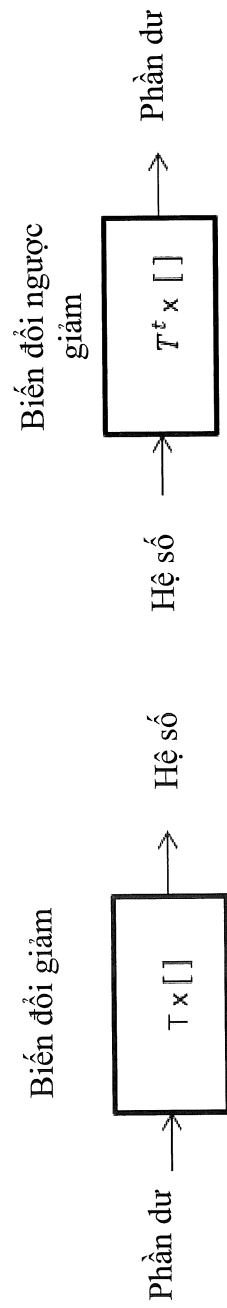


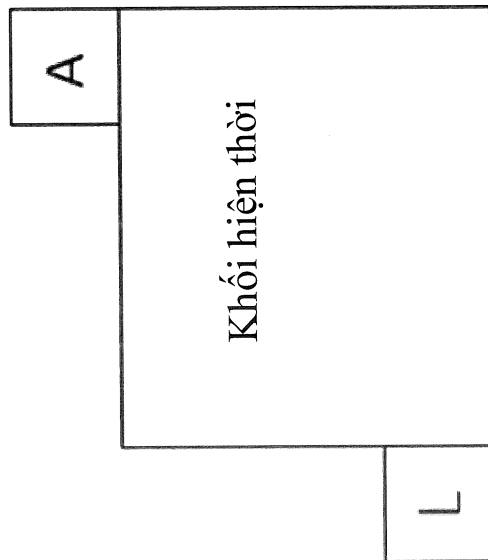
Fig.9

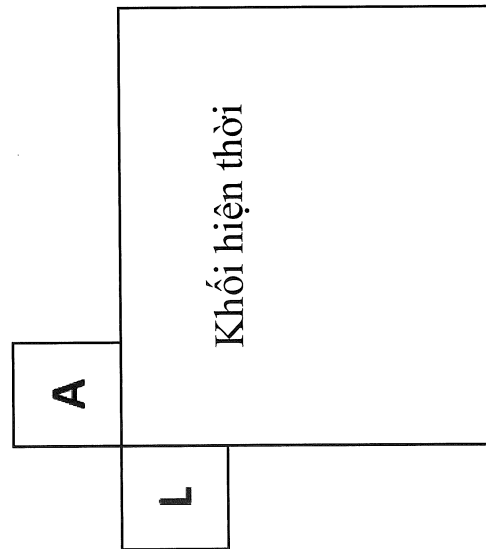


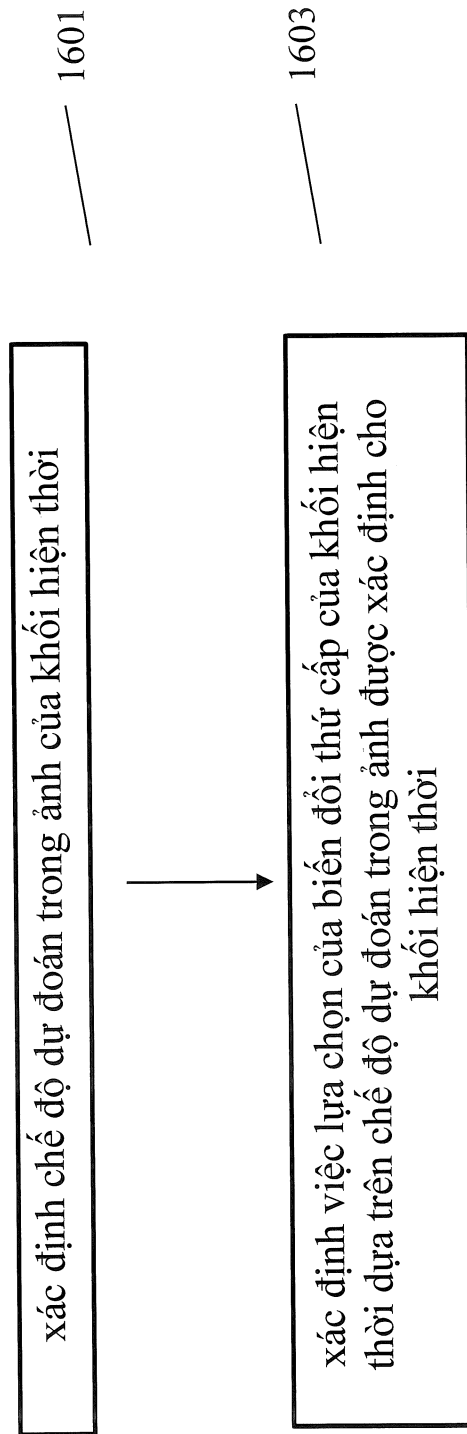
**Fig.10**

**Fig.11**

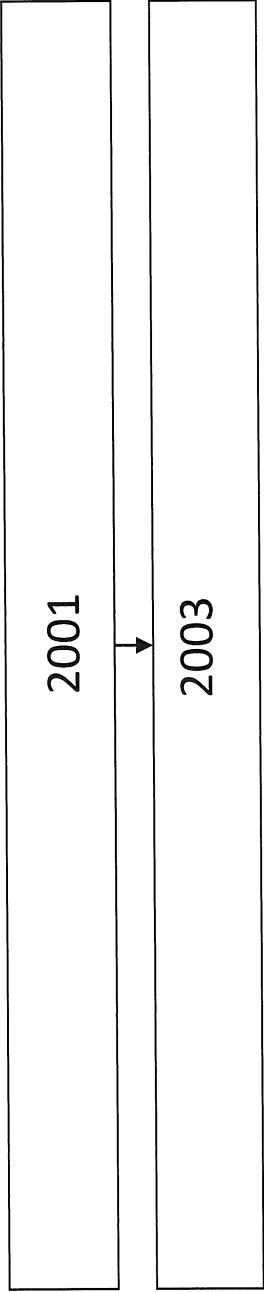


**Fig.13**

**Fig.14**

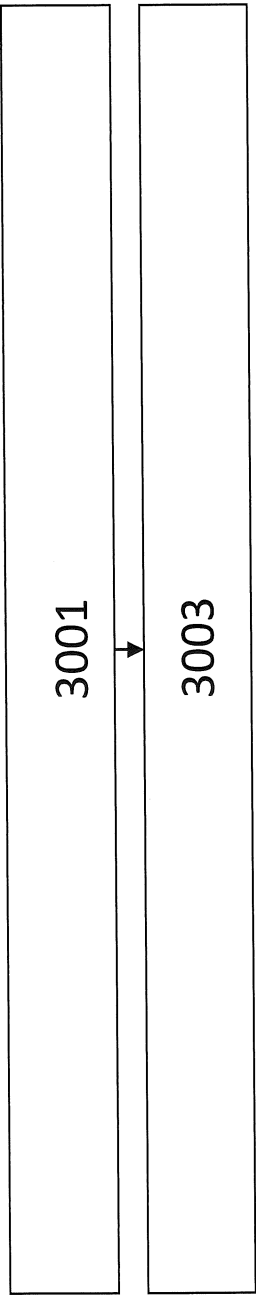
**Fig.15**

20



**Fig.16**

30



**Fig.17**

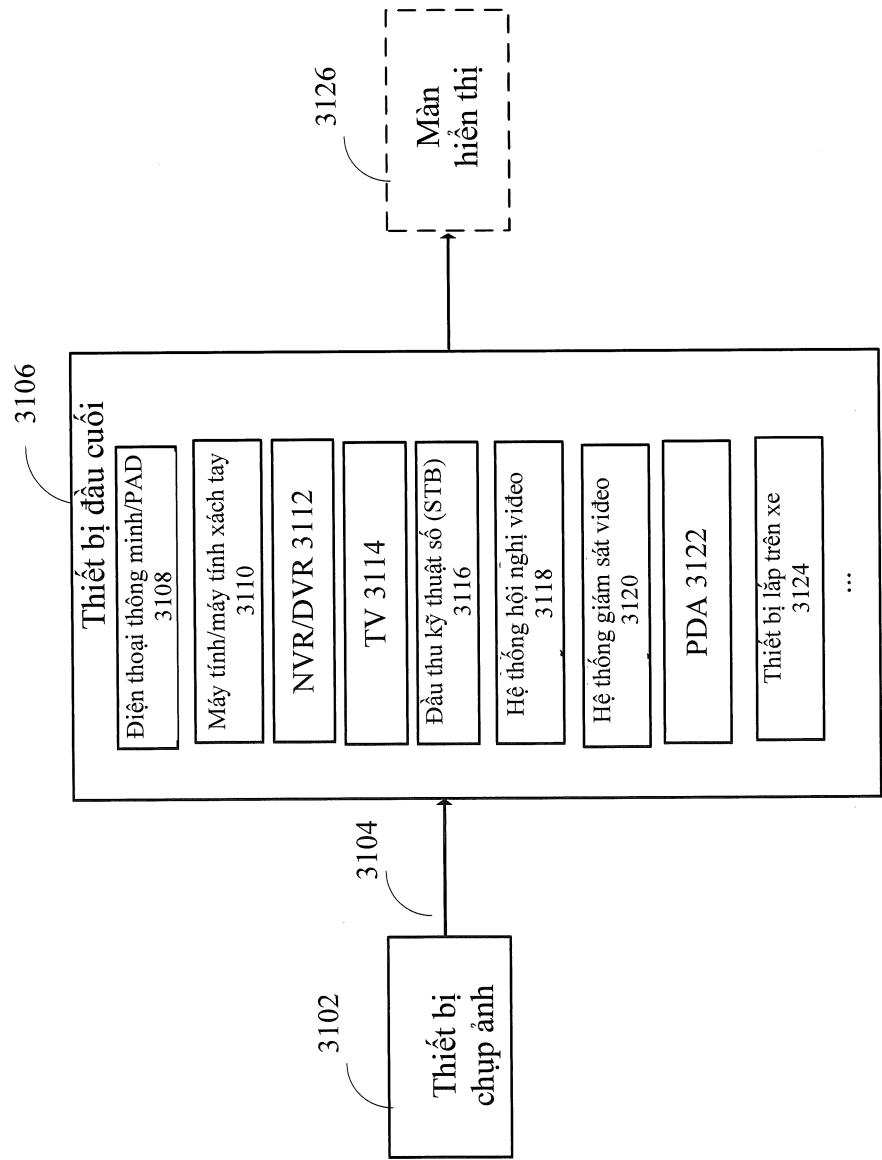


Fig.18

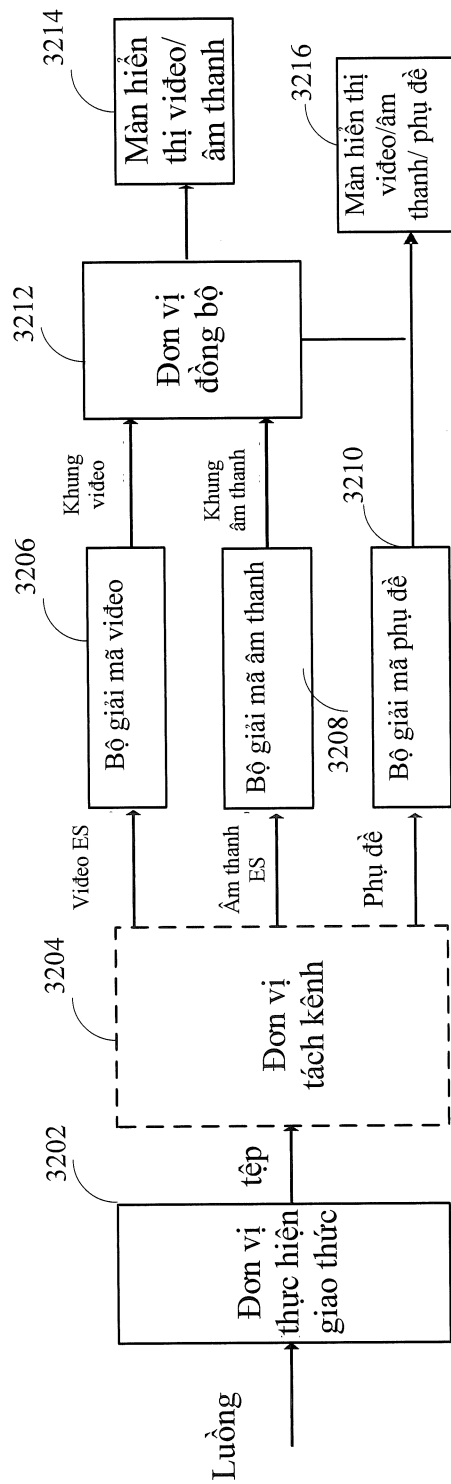


Fig.19