



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0038215

(51)⁷ H04N 19/463; H04N 19/82; H04N 19/31 (13) B

-
- (21) 1-2019-03240 (22) 04/01/2018
(86) PCT/US2018/012355 04/01/2018 (87) WO/2018/129168 A1 12/07/2018
(30) 62/442,322 04/01/2017 US; 62/445,174 11/01/2017 US; 15/861,165 03/01/2018 US
(45) 25/01/2024 430 (43) 25/09/2019 378A
(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America
(72) ZHANG, Li (CN); CHIEN, Wei-Jung (TW); KARCZEWICZ, Marta (US); WANG,
Ye-Kui (US).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)
-

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ DỮ LIỆU VIDEO VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ DỮ LIỆU BẤT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp giải mã dữ liệu video và phương tiện lưu trữ dữ liệu bất biến đọc được bằng máy tính. Bộ mã hóa dữ liệu video có thể tái tạo hình ảnh hiện thời của dữ liệu video. Vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Hơn nữa, đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số lọc vòng lặp thích ứng (ALF - adaptive loop filtering) dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng. Bộ mã hóa dữ liệu video xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc mã hóa và giải mã dữ liệu video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tính năng video số có thể được đưa vào áp dụng trong rất nhiều thiết bị, bao gồm máy thu hình số, hệ thống phát rộng trực tiếp số, hệ thống phát rộng không dây, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (personal digital assistant - PDA), máy tính xách tay hoặc máy tính để bàn, máy tính bảng, thiết bị đọc sách điện tử, máy ảnh số, thiết bị ghi số, máy phát đa phương tiện số, thiết bị chơi trò chơi điện tử, bàn giao tiếp trò chơi điện tử, điện thoại di động hoặc điện thoại vô tuyến vệ tinh, thiết bị được gọi là “điện thoại thông minh”, thiết bị hội thảo từ xa có truyền hình, thiết bị truyền dòng dữ liệu video, và thiết bị tương tự. Các thiết bị video kỹ thuật số thực hiện các kỹ thuật nén dữ liệu video, chẳng hạn như các kỹ thuật được mô tả trong các chuẩn được quy định bởi MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Phần 10, mã hóa dữ liệu video nâng cao (Advanced Video Coding - AVC), chuẩn ITU-T H.265 mã hóa dữ liệu video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), và các phần mở rộng của các chuẩn này. Các thiết bị video có thể truyền, nhận, mã hóa, giải mã, và/hoặc lưu trữ thông tin video kỹ thuật số một cách hiệu quả hơn bằng cách thực hiện các kỹ thuật nén dữ liệu video như vậy.

Các kỹ thuật nén dữ liệu video có thể thực hiện kỹ thuật dự báo không gian (dự báo nội hình) và/hoặc dự báo thời gian (dự báo liên hình) để giảm bớt hoặc loại bỏ dữ liệu dư vốn có trong các chuỗi dữ liệu video. Đối với phương pháp mã hóa dữ liệu video theo khối, lát video (ví dụ, khung video hoặc một phần của khung video) có thể được phân chia thành các khối video, như khối cây mã hóa và khối mã hóa. Dự báo không gian hoặc thời gian tạo ra khối dự báo cho khối cần mã hóa. Dữ liệu dư biểu diễn giá trị chênh lệch điểm ảnh giữa khối ban đầu cần mã hóa và khối dự báo. Để nén thêm, dữ liệu dư có thể được biến đổi từ miền điểm ảnh sang miền biến đổi, tạo ra các hệ số biến đổi dư, sau đó các hệ số này có thể được lượng tử hóa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sáng chế mô tả các kỹ thuật liên quan tới việc lọc vòng lặp thích ứng (adaptive loop filtering - ALF), nhất là để dự báo các bộ lọc ALF từ các khung, lát hoặc ô được mã hóa trước đó. Các kỹ thuật này có thể được sử dụng trong ngữ cảnh của bộ mã hóa giải mã (codec— coder-decoder) dữ liệu video tiên tiến, như các phần mở rộng của HEVC hoặc thế hệ tiếp theo của các chuẩn mã hóa dữ liệu video.

Theo một ví dụ, sáng chế đề cập đến phương pháp giải mã dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước: thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó; tái tạo hình ảnh hiện thời; đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng; xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; và áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước: tạo ra dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó; tái tạo hình ảnh hiện thời; đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng; xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn ở một trong số các mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình

lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời; và sau khi áp dụng lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, sử dụng vùng hiện thời để dự báo hình ảnh tiếp theo của dữ liệu video.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề cập đến thiết bị giải mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm: một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó; tái tạo hình ảnh hiện thời; đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng; xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; và áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề cập đến thiết bị mã hóa dữ liệu video, thiết bị này bao gồm: một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: tạo ra dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó; tái tạo hình ảnh hiện thời; đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng; xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn ở một trong số các mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời; và sau khi áp dụng quy

trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, sử dụng vùng hiện thời để dự báo hình ảnh tiếp theo của dữ liệu video.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề cập đến thiết bị giải mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm: phương tiện thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó; phương tiện tái tạo hình ảnh hiện thời; đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, phương tiện lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng; phương tiện xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; và phương tiện áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề cập đến thiết bị mã hóa dữ liệu video, thiết bị này bao gồm: phương tiện tạo ra dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó; phương tiện tái tạo hình ảnh hiện thời; đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, phương tiện lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng; phương tiện xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn ở một trong số các mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; phương tiện áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời; và phương tiện sử dụng, sau khi áp dụng quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, vùng hiện thời để dự báo hình ảnh tiếp theo của dữ liệu video.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề cập đến phương tiện lưu trữ dữ liệu đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý: thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó; tái tạo hình ảnh hiện thời; đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng; xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; và áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề cập đến phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý: tạo ra dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó; tái tạo hình ảnh hiện thời; đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, lưu trữ, trong mảng tương ứng, tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng; xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn ở một trong số các mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời; và sau khi áp dụng quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, sử dụng vùng hiện thời để dự báo hình ảnh tiếp theo của dữ liệu video.

Chi tiết về một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế được trình bày dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo và phần mô tả chi tiết sáng chế. Các dấu hiệu, mục đích

và ưu điểm khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn khi xem phần mô tả chi tiết sáng chế và hình vẽ cùng với bộ yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã dữ liệu video làm ví dụ mà có thể sử dụng một hoặc nhiều kỹ thuật được mô tả trong sáng chế.

Fig.2 minh họa ba hoạt động hỗ trợ khác nhau của bộ lọc ALF làm ví dụ.

Fig.3 minh họa ví dụ về cấu hình truy cập ngẫu nhiên với nhóm các hình ảnh (Group of Picture - GOP) bằng 16.

Fig.4A minh họa mảng lưu trữ các tham số lọc.

Fig.4B minh họa trạng thái khác của mảng lưu trữ các tham số lọc.

Fig.5 minh họa nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, theo kỹ thuật thứ nhất của sáng chế.

Fig.6 minh họa mảng để lưu trữ các tham số ALF và các giá trị chỉ số lớp thời gian liên quan, theo kỹ thuật thứ hai của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa dữ liệu video làm ví dụ mà có thể thực hiện một hoặc nhiều kỹ thuật được mô tả trong sáng chế.

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã dữ liệu video làm ví dụ mà có thể thực hiện một hoặc nhiều kỹ thuật được mô tả trong sáng chế.

Fig.9 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ mã hóa dữ liệu video theo kỹ thuật thứ nhất của sáng chế.

Fig.10 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ giải mã dữ liệu video theo kỹ thuật thứ nhất của sáng chế.

Fig.11 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ mã hóa dữ liệu video theo kỹ thuật thứ hai của sáng chế.

Fig.12 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ giải mã dữ liệu video theo kỹ thuật thứ hai của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Lọc vòng lặp thích ứng là quy trình áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc thích ứng (tức là các bộ lọc ALF) như một phần của vòng lặp mã hóa để cải thiện chất lượng dữ liệu video đã giải mã. Bộ lọc ALF được kết hợp với tập hợp các hệ số. Bộ mã hóa dữ liệu video (tức là bộ mã hóa dữ liệu video hoặc bộ giải mã dữ liệu video) có thể áp dụng các bộ lọc ALF với các hệ số khác nhau cho các khối khác nhau của cùng một hình ảnh, dựa trên các đặc điểm của các khối. Để giảm thông tin thủ tục liên quan tới báo hiệu các hệ số về các bộ lọc ALF, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng, tập tham số ALF cho các bộ lọc ALF được sử dụng trong các hình ảnh, ô hoặc lát đã mã hóa trước đó. Tập tham số ALF có thể bao gồm nhiều hệ số liên quan tới một hoặc nhiều bộ lọc ALF. Ví dụ, tập tham số ALF có thể chỉ báo các hệ số kết hợp với nhiều bộ lọc. Bộ mã hóa dữ liệu video thay thế các tập tham số ALF trong mảng trên cơ sở vào trước ra trước (First-In First-Out - FIFO).

Các hình ảnh khác nhau trong chuỗi dữ liệu video có thể thuộc các lớp thời gian khác nhau. Các lớp thời gian khác nhau được kết hợp với các ký hiệu nhận dạng thời gian khác nhau. Hình ảnh trong một lớp thời gian nhất định có thể được giải mã có tham chiếu đến các hình ảnh khác có ký hiệu nhận dạng thời gian của một lớp thời gian nhất định và các hình ảnh có các ký hiệu nhận dạng thời gian với các giá trị nhỏ hơn các giá trị của ký hiệu nhận dạng thời gian của lớp thời gian nhất định.

Vì bộ mã hóa dữ liệu video lưu trữ dữ liệu lọc (ví dụ các tập tham số ALF) trong mảng trên cơ sở FIFO, nên mảng này có thể chứa dữ liệu lọc từ hình ảnh có ký hiệu nhận dạng thời gian cao hơn ký hiệu nhận dạng thời gian của hình ảnh hiện đang được giải mã. Việc này có thể gây ra lỗi trong quy trình lọc vì việc này có thể khiến cho hình ảnh hiện thời phụ thuộc vào hình ảnh trong lớp thời gian có ký hiệu nhận dạng thời gian cao hơn lớp thời gian của hình ảnh hiện thời nếu hình ảnh có ký hiệu nhận dạng thời gian cao hơn bị mất hoặc không cần được giải mã.

Sáng chế mô tả các kỹ thuật có thể xử lý thiếu sót này. Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong nhiều mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc ALF vào các mẫu của các vùng hình ảnh của dữ liệu video được mã hóa trước hình ảnh hiện thời. Mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với lớp thời gian khác tương ứng. Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà

vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Sáng chế có thể sử dụng thuật ngữ “vùng” để chỉ lát hoặc loại khu vực khác của hình ảnh hiện thời để thực hiện ALF. Bộ mã hóa dữ liệu video có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF áp dụng được cho vùng hiện thời, bộ lọc ALF cho vùng hiện thời.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video lưu trữ, trong mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc ALF vào các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Ngoài ra, trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video lưu trữ, trong mảng, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới các tập tham số ALF. Chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập tham số ALF chỉ báo lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được dùng để áp dụng bộ lọc ALF. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan chỉ báo lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Hơn nữa, trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF áp dụng được cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

Trong một trong số các ví dụ này, việc kết hợp các tham số ALF với các lớp thời gian có thể giúp tránh được vấn đề đó là hình ảnh hiện thời có khả năng phụ thuộc vào việc giải mã hình ảnh trong lớp thời gian cao hơn.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã dữ liệu video 10 làm ví dụ mà có thể sử dụng các kỹ thuật theo sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống 10 bao gồm thiết bị nguồn 12 cung cấp dữ liệu video mã hóa cần được giải mã sau bởi thiết bị đích 14. Cụ thể là, thiết bị nguồn 12 cung cấp dữ liệu video được mã hóa cho thiết bị đích 14 qua phương tiện đọc được bằng máy tính 16. Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong số rất nhiều thiết bị, như máy tính để bàn, máy tính sổ tay (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, bộ giải mã tín hiệu, máy điện thoại cầm tay như máy điện thoại “thông minh”, máy tính bảng, máy thu hình, camera, thiết bị hiển thị, máy phát phương tiện kỹ thuật số, bàn giao tiếp chơi trò chơi có hình ảnh, thiết bị truyền dòng dữ liệu video, hoặc các thiết bị tương tự khác. Theo một số trường hợp, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 được trang bị để truyền thông không dây. Do đó, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể là các thiết bị truyền thông không dây. Các kỹ thuật nêu trong sáng chế có thể được áp dụng cho các ứng dụng không dây

và/hoặc có dây. Thiết bị nguồn 12 là thiết bị mã hóa dữ liệu video làm ví dụ (chẳng hạn, thiết bị để mã hóa dữ liệu video). Thiết bị nguồn 14 là thiết bị giải mã dữ liệu video làm ví dụ (chẳng hạn, thiết bị để giải mã dữ liệu video).

Hệ thống 10 được thể hiện trên Fig.1 chỉ là một ví dụ. Các kỹ thuật xử lý dữ liệu video có thể được thực hiện bởi thiết bị mã hóa và/hoặc giải mã dữ liệu video số bất kỳ. Theo một số ví dụ, các kỹ thuật có thể được thực hiện bởi bộ mã hóa dữ liệu video, thường được gọi là “CODEC”. Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 là các ví dụ về thiết bị mã hóa như vậy trong đó thiết bị nguồn 12 tạo ra dữ liệu video mã hóa để truyền đến thiết bị đích 14. Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 hoạt động theo cách gần như đối xứng sao cho mỗi thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 đều có các bộ phận mã hóa và giải mã dữ liệu video. Do đó, hệ thống 10 có thể hỗ trợ truyền dữ liệu video một chiều hoặc hai chiều giữa thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 ví dụ, để truyền dòng dữ liệu video, phát lại dữ liệu video, phát rộng dữ liệu video, hoặc điện thoại có video.

Trong ví dụ trên Fig.1, thiết bị nguồn 12 bao gồm nguồn video 18, phương tiện lưu trữ 19 được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video, bộ mã hóa dữ liệu video 20, và giao diện xuất 22. Thiết bị đích 14 bao gồm giao diện nhập 26, phương tiện lưu trữ 28 được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa, bộ giải mã dữ liệu video 30, và thiết bị hiển thị 32. Trong các ví dụ khác, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có các bộ phận hoặc cơ cấu khác. Ví dụ, thiết bị nguồn 12 có thể thu dữ liệu video từ nguồn video bên ngoài, như camera bên ngoài. Tương tự, thiết bị đích 14 có thể giao tiếp với thiết bị hiển thị bên ngoài, chứ không phải chỉ có thiết bị hiển thị tích hợp.

Nguồn video 18 là nguồn dữ liệu video. Dữ liệu video có thể bao gồm một loạt hình ảnh. Nguồn video 18 có thể bao gồm thiết bị thu video, như camera ghi hình, phương tiện lưu trữ dữ liệu video chứa dữ liệu video đã được thu từ trước, và/hoặc giao diện nạp video để thu dữ liệu video từ nhà cung cấp nội dung video. Theo một ví dụ khác, nguồn video 18 tạo ra dữ liệu video dựa trên đồ họa máy tính hoặc kết hợp của dữ liệu video trực tiếp, video được lưu trữ và video được tạo ra bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ 19 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video. Trong mỗi trường hợp, video được thu, thu trước hoặc tạo ra bởi máy tính có thể được mã hóa bằng bộ mã hóa dữ liệu video 20.

Giao diện xuất 22 có thể xuất ra thông tin video đã mã hóa đến phương tiện đọc được bằng máy tính 16. Giao diện xuất 22 có thể bao gồm một số loại thành phần hoặc thiết bị. Ví dụ, giao diện xuất 22 có thể bao gồm bộ phát không dây, modem, thành phần mạng nối dây (ví dụ, thẻ Ethernet), hoặc thành phần vật lý khác. Trong các ví dụ mà giao diện xuất 22 bao gồm bộ thu không dây, giao diện xuất 22 có thể được tạo cấu hình để truyền dữ liệu, như dữ liệu video được mã hóa, được điều biến theo chuẩn truyền thông di động, như 4G, 4G-LTE, LTE nâng cao, 5G, và tương tự. Theo một số ví dụ mà giao diện xuất 22 bao gồm bộ phát không dây, giao diện xuất 22 có thể được tạo cấu hình để truyền dữ liệu, như dữ liệu video, được điều biến theo các chuẩn không dây khác, như tài liệu kỹ thuật IEEE 802. 11, tài liệu kỹ thuật IEEE 802. 15 (ví dụ, ZigBee™), chuẩn Bluetooth™, và tương tự. Vì vậy, theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 12 bao gồm thiết bị truyền thông không dây có bộ phát được tạo cấu hình để truyền dữ liệu video đã mã hóa. Theo một số ví dụ như vậy, thiết bị truyền thông không dây bao gồm máy điện thoại cầm tay và bộ phát được tạo cấu hình để điều biến, theo chuẩn truyền thông không dây, tín hiệu chứa dữ liệu video đã mã hóa.

Theo một số ví dụ, hệ mạch của giao diện xuất 22 được tích hợp vào hệ mạch của bộ mã hóa dữ liệu video 20 và/hoặc các thành phần khác của thiết bị nguồn 12. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và giao diện xuất 22 có thể là các bộ phận của hệ thống trên chip (SoC - system on a chip). SoC cũng có thể bao gồm các thành phần khác, như bộ vi xử lý đa dụng, bộ xử lý đồ họa, v.v.

Thiết bị đích 14 có thể thu dữ liệu video mã hóa cần được giải mã qua phương tiện đọc được bằng máy tính 16. Phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể bao gồm loại phương tiện hoặc thiết bị bất kỳ có khả năng truyền dữ liệu video đã mã hóa từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14. Theo một số ví dụ, phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể bao gồm phương tiện truyền thông cho phép thiết bị nguồn 12 truyền trực tiếp dữ liệu video đã mã hóa đến thiết bị đích 14 theo thời gian thực. Phương tiện truyền thông có thể bao gồm phương tiện truyền thông không dây hoặc nối dây bất kỳ, như đường truyền phổ tần số vô tuyến (RF- Radio Frequency) hoặc một hay nhiều đường truyền vật lý. Phương tiện truyền thông có thể tạo nên một phần mạng truyền dữ liệu gói, như mạng cục bộ, mạng diện rộng, hoặc mạng toàn cầu như mạng Internet. Phương tiện truyền thông có thể có bộ định tuyến, bộ chuyển mạch, trạm cơ sở, hoặc mọi thiết

bị khác có thể dùng để hỗ trợ truyền thông từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14. Thiết bị đích 14 có thể bao gồm một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ dữ liệu được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa và dữ liệu video đã giải mã.

Theo một số ví dụ, giao diện xuất 22 có thể xuất ra dữ liệu, như dữ liệu video đã mã hóa, cho thiết bị trung gian, như thiết bị lưu trữ. Tương tự, thiết bị nhập 26 của thiết bị đích 14 có thể thu dữ liệu đã mã hóa từ thiết bị trung gian. Thiết bị trung gian có thể bao gồm phương tiện bất kỳ trong số rất nhiều phương tiện lưu trữ dữ liệu được phân bố hoặc truy cập cục bộ như ổ đĩa cứng, đĩa Blu-ray, đĩa số đa năng (DVD - Digital Versatile Disc), đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (CD-ROM - Compact Disc-Read Only Memory), bộ nhớ truy cập nhanh, bộ nhớ khả biến hoặc không khả biến, hoặc mọi phương tiện lưu trữ kỹ thuật số phù hợp khác để lưu trữ dữ liệu video mã hóa. Theo một số ví dụ, thiết bị trung gian tương ứng với máy chủ tập tin. Máy chủ tập tin ví dụ bao gồm máy chủ web, máy chủ giao thức truyền tập tin (FTP - File Transfer Protocol), thiết bị lưu trữ gắn mạng (NAS - Network Attached Storage), hoặc ổ đĩa cục bộ.

Thiết bị đích 14 có thể truy cập dữ liệu video đã mã hóa qua kết nối dữ liệu tiêu chuẩn bất kỳ, kể cả kết nối internet. Kết nối này có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối nối dây (ví dụ, đường thuê bao số (Digital Subscriber Line - DSL), modem cáp, v.v.), hoặc kết hợp của cả hai loại này phù hợp để truy cập dữ liệu video đã mã hóa được lưu trữ trên máy chủ tập tin. Cuộc truyền dữ liệu video mã hóa từ thiết bị lưu trữ có thể là truyền dòng, truyền tải xuống, hoặc kết hợp các loại này.

Phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể bao gồm phương tiện khả biến, như phương tiện phát rộng không dây hoặc phương tiện truyền qua mạng nối dây, hoặc phương tiện lưu trữ (tức là, phương tiện lưu trữ bất biến), như đĩa cứng, ổ đĩa truy cập nhanh, đĩa compac, đĩa video kỹ thuật số, đĩa Blu-ray, hoặc phương tiện đọc được bằng máy tính khác. Theo một số ví dụ, máy chủ mạng (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể thu dữ liệu video mã hóa từ thiết bị nguồn 12 và cung cấp dữ liệu video mã hóa này cho thiết bị đích 14, ví dụ, thông qua tín hiệu truyền trên mạng. Tương tự, thiết bị tính toán của hãng sản xuất phương tiện, như hãng sản xuất đĩa, có thể thu dữ liệu video mã hóa từ thiết bị nguồn 12 và tạo ra đĩa chứa dữ liệu video đã mã hóa. Vì vậy, phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể được hiểu bao gồm một hoặc nhiều phương tiện đọc được bằng máy tính có nhiều dạng khác nhau, trong một số ví dụ.

Giao diện nhập 26 của thiết bị đích 14 thu dữ liệu từ phương tiện đọc được bằng máy tính 16. Giao diện nhập 26 có thể bao gồm các loại thành phần hoặc thiết bị khác nhau. Ví dụ, giao diện nhập 26 có thể bao gồm bộ thu không dây, modem, thành phần mạng nối dây (ví dụ, thẻ Ethernet), hoặc một thành phần vật lý khác. Trong các ví dụ mà giao diện nhập 26 bao gồm bộ thu không dây, giao diện nhập 26 có thể được tạo cấu hình để thu dữ liệu, như dòng bit, được điều biến theo chuẩn truyền thông di động, như 4G, 4G-LTE, LTE nâng cao, 5G, và tương tự. Theo một số ví dụ mà giao diện nhập 26 bao gồm bộ thu không dây, giao diện nhập 26 có thể được tạo cấu hình để thu dữ liệu, như dòng bit, được điều biến theo các chuẩn không dây khác, như tài liệu kỹ thuật IEEE 802. 11, tài liệu kỹ thuật IEEE 802. 15 (ví dụ, ZigBee TM), chuẩn Bluetooth TM, và tương tự. Vì vậy, theo một số ví dụ, thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị truyền thông không dây bao gồm bộ thu được tạo cấu hình để thu dữ liệu video đã mã hóa. Theo một số ví dụ như vậy, thiết bị truyền thông không dây bao gồm máy điện thoại cầm tay và bộ thu này được tạo cấu hình để khử điều biến, theo chuẩn truyền thông không dây, tín hiệu chứa dữ liệu video đã mã hóa. Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 12 có thể bao gồm bộ phát và thiết bị đích 14 có thể bao gồm bộ phát và bộ thu.

Theo một số ví dụ, hệ mạch của giao diện nhập 26 có thể được tích hợp vào hệ mạch của bộ giải mã dữ liệu video 30 và/hoặc các thành phần khác của thiết bị đích 14. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 và giao diện nhập 26 có thể là bộ phận của SoC. SoC cũng có thể bao gồm các thành phần khác, như bộ vi xử lý đa dụng, bộ xử lý đồ họa, v.v

Phương tiện lưu trữ 28 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa, như dữ liệu video mã hóa (ví dụ, dòng bit) thu được bởi giao diện nhập 26. Thiết bị hiển thị 32 hiển thị dữ liệu video đã giải mã cho người dùng. Thiết bị hiển thị 32 có thể bao gồm bất kỳ trong số nhiều thiết bị hiển thị, chẳng hạn như màn hình tinh thể lỏng (liquid crystal display - LCD), màn hình plasma, màn hình điốt phát quang hữu cơ (organic light emitting diode - OLED), hoặc một loại thiết bị hiển thị khác.

Mỗi bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được thực hiện dưới dạng bất kỳ trong số rất nhiều mạch lập trình được và/hoặc thực hiện chức năng cố định phù hợp, như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (DSP - Digital Signal Processor), mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC - Application Specific Integrated Circuit), mảng công lập trình được dạng trường (FPGA - Field Programmable

Gate Array), mạch logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, phần sụn hoặc kết hợp bất kỳ của các loại trên. Khi các kỹ thuật này được thực hiện một phần trong phần mềm, thiết bị có thể lưu trữ các lệnh cho phần mềm vào phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính thích hợp và có thể thực thi các lệnh trong phần cứng bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Mỗi bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể nằm trong một hoặc nhiều bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, mỗi bộ phận này có thể được tích hợp làm một phần của bộ mã hóa/giải mã (CODEC) kết hợp trong thiết bị tương ứng.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 mã hóa và giải mã dữ liệu video theo đặc tả hoặc chuẩn mã hóa dữ liệu video. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể mã hóa và giải mã dữ liệu video theo ITU-T H. 261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H. 262 hoặc ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H. 263, ISO/IEC MPEG-4 Visual và ITU-T H. 264 (còn được biết đến là ISO/IEC MPEG-4 AVC), bao gồm cả các phần mở rộng mã hóa dữ liệu video có khả năng mở rộng cấp độ (Scalable Video Coding - SVC) và mã hóa dữ liệu video đa khung nhìn (Multi-View Video Coding - MVC), hoặc đặc tả hoặc chuẩn mã hóa dữ liệu video khác. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 mã hóa và giải mã dữ liệu video theo kỹ thuật mã hóa dữ liệu video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), được biết đến là ITU-T H. 265, các phần mở rộng mã hóa nội dung màn hình và phạm vi của nó, các phần mở rộng mã hóa dữ liệu video 3D (3D video coding extension- 3D-HEVC), phần mở rộng đa khung nhìn (multiview extension -MV-HEVC), hoặc phần mở rộng có khả năng mở rộng cấp độ (scalable extension - SHVC). Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 hoạt động theo các chuẩn khác, bao gồm các chuẩn hiện đang được phát triển.

Trong chuẩn HEVC và các tài liệu kỹ thuật mã hóa dữ liệu video khác, dữ liệu video bao gồm một loạt hình ảnh. Các hình ảnh có thể còn được gọi là các “khung”. Hình ảnh có thể bao gồm một hoặc nhiều mảng mẫu. Mỗi mảng mẫu tương ứng của hình ảnh có thể bao gồm một mảng các mẫu cho thành phần màu tương ứng. Hình ảnh có thể bao gồm ba mảng mẫu, được ký hiệu là S_L , S_{Cb} , và S_{Cr} . S_L là mảng hai chiều (tức là, khối) gồm các mẫu độ chói. S_{Cb} là mảng hai chiều gồm các mẫu màu Cb. S_{Cr} là mảng

hai chiều gồm các mẫu màu Cr. Trong các trường hợp khác, hình ảnh có thể là hình ảnh đơn sắc và có thể chỉ bao gồm mảng các mẫu độ chói.

Như một phần của quy trình mã hóa dữ liệu video, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa các hình ảnh của dữ liệu video. Nói cách khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra các dạng biểu diễn được mã hóa của các hình ảnh của dữ liệu video. Dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh có thể được gọi ở đây là "hình ảnh mã hóa" hoặc "hình ảnh được mã hóa".

Để tạo ra dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa các khối của hình ảnh. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể bao gồm, trong dòng bit, dạng biểu diễn được mã hóa của khối dữ liệu video. Theo một số ví dụ, để mã hóa khối của hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video 20 thực hiện dự báo nội hình hoặc dự báo liên hình để tạo ra một hoặc nhiều khối dự báo. Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra dữ liệu dư cho khối. Khối dư bao gồm các mẫu dư. Mỗi mẫu dư có thể biểu thị giá trị chênh lệch giữa một mẫu của một trong số các khối dự báo đã tạo ra và mẫu tương ứng của khối. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể áp dụng phép biến đổi cho các khối gồm các mẫu dư để tạo ra các hệ số biến đổi. Hơn nữa, bộ mã hóa 20 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra một hoặc nhiều phần tử cú pháp để biểu diễn hệ số biến đổi. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa entropy một hoặc nhiều trong số các phần tử cú pháp biểu diễn hệ số biến đổi.

Cụ thể hơn, khi mã hóa dữ liệu video theo chuẩn HEVC hoặc các đặc tả kỹ thuật mã hóa dữ liệu video khác, để tạo ra dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể phân chia mỗi mảng mẫu của hình ảnh thành các khối cây mã hóa (coding tree block - CTB) và mã hóa các CTB. CTB có thể là khối gồm các mẫu kích thước $N \times N$ trong mảng mẫu của hình ảnh. Trong profin chính theo chuẩn HEVC, kích thước của CTB có thể nằm trong khoảng từ 16×16 đến 64×64 , mặc dù về mặt kỹ thuật các kích thước CTB 8×8 có thể được hỗ trợ.

Đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU) của hình ảnh có thể bao gồm một hoặc nhiều CTB và có thể bao gồm các cấu trúc cú pháp được dùng để mã hóa các mẫu của một hoặc nhiều CTB. Ví dụ, mỗi CTU có thể bao gồm CTB gồm các mẫu độ chói,

hai CTB tương ứng gồm các mẫu màu, và các cấu trúc cú pháp dùng để mã hóa các mẫu của các CTB. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu riêng, CTU có thể bao gồm một CTB và các cấu trúc cú pháp dùng để mã hóa các mẫu của CTB. CTU cũng có thể được gọi là "khối cây" hoặc "đơn vị mã hóa lớn nhất" (largest coding unit - LCU). Trong bản mô tả này, "cấu trúc cú pháp" có thể được định nghĩa là 0 hoặc nhiều phần tử cú pháp cùng có mặt trong dòng bit theo thứ tự xác định. Trong một số codec, hình ảnh mã hóa là dạng biểu diễn được mã hóa chứa tất cả các CTU của hình ảnh.

Để mã hóa CTU của hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể phân chia các CTB của CTU thành một hoặc nhiều khối mã hóa. Khối mã hóa là khối mẫu kích thước $N \times N$. Trong một số codec, để mã hóa CTU của hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể thực hiện phân chia đệ quy cây tứ phân trên các khối cây mã hóa của CTU để phân chia các CTB thành các khối mã hóa, do đó có tên là "đơn vị cây mã hóa". Đơn vị mã hóa (coding unit - CU) có thể bao gồm một hoặc nhiều khối mã hóa và cấu trúc cú pháp được dùng để mã hóa các mẫu của một hoặc nhiều khối mã hóa. Ví dụ, CU có thể bao gồm khối mã hóa gồm các mẫu độ chói và hai khối mã hóa tương ứng gồm các mẫu màu của hình ảnh có mảng mẫu độ chói, mảng mẫu Cb và mảng mẫu Cr và các cấu trúc cú pháp dùng để mã hóa các mẫu của khối mã hóa. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu riêng, CU có thể bao gồm một khối mã hóa và các cấu trúc cú pháp dùng để mã hóa các mẫu của khối mã hóa.

Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa các CU của hình ảnh của dữ liệu video. Trong một số codec, như là một phần của quy trình mã hóa CU, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể phân chia khối mã hóa của CU thành một hoặc nhiều khối dự báo. Khối dự báo là khối hình chữ nhật (tức là, hình vuông hoặc không phải hình vuông) gồm các mẫu mà cùng một phép dự báo được áp dụng trên đó. Đơn vị dự báo (prediction unit - PU) của CU có thể bao gồm một hoặc nhiều khối dự báo của CU và các cấu trúc cú pháp được dùng để dự báo một hoặc nhiều khối dự báo. Ví dụ, PU có thể bao gồm khối dự báo gồm các mẫu độ chói, hai khối dự báo tương ứng gồm các mẫu màu và các cấu trúc cú pháp dùng để dự báo các khối dự báo này. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu riêng, PU có thể bao gồm một khối dự báo và các cấu trúc cú pháp được dùng để dự báo khối dự báo.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra khối dự báo (ví dụ, khối dự báo độ chói, Cb, và Cr) cho khối dự báo (ví dụ, khối dự báo độ chói, Cb, và Cr) của PU của CU. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng quy trình dự báo nội hình hoặc dự báo liên hình để tạo ra khối dự báo. Nếu bộ mã hóa dữ liệu video 20 sử dụng kỹ thuật dự báo nội hình để tạo ra khối dự báo, thì bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra khối dự báo dựa trên các mẫu đã giải mã của hình ảnh bao gồm CU. Nếu bộ mã hóa dữ liệu video 20 sử dụng quy trình dự báo liên hình để tạo ra khối dự báo của PU của hình ảnh hiện thời, thì bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra khối dự báo của PU dựa trên các mẫu đã giải mã của hình ảnh tham chiếu (tức là, hình ảnh khác với hình ảnh hiện thời). Theo chuẩn HEVC, bộ mã hóa dữ liệu video 20 tạo ra cấu trúc cú pháp “prediction_unit” trong cấu trúc cú pháp “coding_unit” cho các PU dự báo liên hình, chứ không tạo ra cấu trúc cú pháp “prediction_unit” trong cấu trúc cú pháp “coding_unit” cho các PU dự báo nội hình. Đúng hơn là, theo chuẩn HEVC, các phần tử cú pháp liên quan tới các PU dự báo nội hình được bao gồm trực tiếp trong cấu trúc cú pháp “coding_unit”.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra một hoặc nhiều khối dữ liệu dư cho CU. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra khối dữ liệu dư độ chói cho CU. Mỗi mẫu trong khối dữ liệu dư độ chói của CU biểu thị sự chênh lệch giữa mẫu độ chói trong một trong số các khối độ chói dự báo của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa độ chói ban đầu của CU. Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra khối dữ liệu dư Cb cho CU. Mỗi mẫu trong khối dữ liệu dư Cb của CU có thể biểu thị sự chênh lệch giữa mẫu Cb trong một trong số các khối Cb dự báo của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa Cb ban đầu của CU. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 còn có thể tạo ra khối dữ liệu dư Cr cho CU. Mỗi mẫu trong khối dữ liệu dư Cr của CU có thể biểu thị sự chênh lệch giữa mẫu Cr trong một trong số các khối Cr dự báo của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa Cr ban đầu của CU.

Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể phân tích các khối dữ liệu dư của CU thành một hoặc nhiều khối biến đổi. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng kỹ thuật phân chia cây tứ phân để phân tích các khối dữ liệu dư của CU thành một hoặc nhiều khối biến đổi. Khối biến đổi là khối hình chữ nhật (ví dụ, hình vuông hoặc không phải hình vuông) gồm các mẫu mà cùng một quy trình biến đổi được áp dụng trên đó. Đơn vị biến đổi (transform unit - TU) của CU có thể bao gồm một hoặc nhiều

khối biến đổi. Ví dụ, TU có thể bao gồm khối biến đổi gồm mẫu độ chói, hai khối biến đổi tương ứng gồm mẫu màu và cấu trúc cú pháp dùng để biến đổi các mẫu khối biến đổi. Do vậy, mỗi TU của CU có thể có khối biến đổi độ chói, khối biến đổi Cb, và khối biến đổi Cr. Khối biến đổi độ chói của TU có thể là khối con của khối dữ liệu dư chói của CU. Khối biến đổi Cb có thể là khối con của khối dữ liệu dư Cb của CU. Khối biến đổi Cr có thể là khối con của khối dữ liệu dư Cr của CU. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu riêng biệt, TU có thể bao gồm một khối biến đổi và các cấu trúc cú pháp được dùng để biến đổi các mẫu của khối biến đổi.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể áp dụng một hoặc nhiều quy trình biến đổi cho khối biến đổi của TU để tạo ra khối hệ số cho TU. Khối hệ số có thể là mảng hai chiều gồm các hệ số biến đổi. Hệ số biến đổi có thể là đại lượng vô hướng. Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều quy trình biến đổi biến đổi khối biến đổi từ miền điểm ảnh sang miền tần số. Do đó, trong các ví dụ này, hệ số biến đổi có thể là đại lượng vô hướng được coi là ở trong miền tần số. Mức hệ số biến đổi là đại lượng nguyên biểu diễn giá trị gần với chỉ số tần số 2 chiều cụ thể trong quy trình giải mã trước khi định tỷ lệ để tính toán giá trị của hệ số biến đổi.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 bỏ qua việc áp dụng các quy trình biến đổi cho khối biến đổi. Trong các ví dụ như vậy, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xử lý các giá trị mẫu dữ liệu dư theo cách giống như các hệ số biến đổi. Do đó, trong các ví dụ trong đó bộ mã hóa dữ liệu video 20 bỏ qua việc áp dụng các quy trình biến đổi, phần mô tả sau đây về các hệ số biến đổi và các khối hệ số có thể áp dụng được cho các khối biến đổi gồm các mẫu dữ liệu dư.

Sau khi tạo ra khối hệ số, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể lượng tử hóa khối hệ số để có thể giảm bớt lượng dữ liệu dùng để biểu diễn khối hệ số, có khả năng đạt được hiệu quả nén cao hơn. Lượng tử hóa thường đề cập đến quy trình trong đó rất nhiều giá trị được nén thành một giá trị. Ví dụ, quy trình lượng tử hóa có thể được thực hiện bằng cách chia giá trị cho một hằng số, và sau đó làm tròn đến số nguyên gần nhất. Để lượng tử hóa khối hệ số, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi của khối hệ số. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 bỏ qua quy trình lượng tử hóa.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra các phần tử cú pháp chỉ báo một số hoặc tất cả các hệ số biến đổi có khả năng được lượng tử hóa. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa entropy một hoặc nhiều trong số các phần tử cú pháp chỉ báo hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể thực hiện mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding - CABAC) trên các phần tử cú pháp biểu thị các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Do đó, khối mã hóa (ví dụ, CU mã hóa) có thể bao gồm các phần tử cú pháp được mã hóa entropy chỉ báo các hệ số biến đổi được lượng tử hóa.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xuất ra dòng bit bao gồm dữ liệu video được mã hóa. Nói cách khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xuất ra dòng bit bao gồm dạng biểu diễn được mã hóa của dữ liệu video. Dạng biểu diễn được mã hóa của dữ liệu video có thể bao gồm dạng biểu diễn được mã hóa của các hình ảnh của dữ liệu video. Ví dụ, dòng bit có thể bao gồm chuỗi các bit tạo thành dạng biểu diễn của các hình ảnh mã hóa của dữ liệu video và dữ liệu kết hợp. Theo một số ví dụ, dạng biểu diễn của hình ảnh mã hóa có thể bao gồm các dạng biểu diễn được mã hóa của các khối của hình ảnh.

Dòng bit có thể bao gồm chuỗi các đơn vị lớp trừu tượng hóa mạng (network abstraction layer - NAL). Đơn vị NAL là cấu trúc cú pháp chứa chỉ báo về kiểu dữ liệu trong đơn vị NAL và các byte chứa dữ liệu đó dưới dạng tải tin chuỗi byte thô (Raw byte sequence payload - RBSP) được lồng ghép, nếu cần, với các bit chống giả lập. Mỗi trong số các đơn vị NAL có thể bao gồm phần đầu đơn vị NAL và có thể đóng gói RBSP. Phần đầu đơn vị NAL có thể bao gồm phần tử cú pháp biểu thị mã loại đơn vị NAL. Mã loại đơn vị NAL được xác định bởi phần đầu đơn vị NAL của đơn vị NAL biểu thị loại đơn vị NAL. RBSP có thể là cấu trúc cú pháp chứa số byte nguyên được đóng gói trong đơn vị NAL. Trong một số trường hợp, RBSP bao gồm các bit 0.

Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu dòng bit được tạo ra bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20. Như đã nêu trên, dòng bit có thể bao gồm dạng biểu diễn được mã hóa của dữ liệu video. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể giải mã dòng bit để tái tạo các hình ảnh của dữ liệu video. Như là một phần của quá trình giải mã dòng bit, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu được các phần tử cú pháp từ dòng bit này. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các hình ảnh của dữ liệu video dựa ít nhất một phần vào các phần tử cú pháp thu được từ dòng bit. Quy trình tái tạo các hình ảnh của dữ liệu video có thể thường

ngược với quy trình được thực hiện bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20 để mã hóa các hình ảnh.

Ví dụ, là một phần của quy trình giải mã hình ảnh của dữ liệu video, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sử dụng kỹ thuật dự báo liên hình hoặc dự báo nội hình để tạo ra các khối dự báo. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định các hệ số biến đổi dựa trên các phần tử cú pháp thu được từ dòng bit. Theo một số ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi đã xác định. Hơn nữa, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể áp dụng phép biến đổi ngược trên các hệ số biến đổi đã xác định để xác định các giá trị của các mẫu dự. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo khối của hình ảnh dựa trên các mẫu dự và các mẫu tương ứng của các khối dự báo đã tạo ra. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể bổ sung các mẫu dự vào các mẫu tương ứng của các khối dự báo đã tạo ra để xác định các mẫu đã tái tạo của khối.

Cụ thể hơn, trong HEVC và các bản đặc tả mã hóa dữ liệu video khác, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sử dụng kỹ thuật dự báo liên hình hoặc dự báo nội hình để tạo ra một hoặc nhiều khối dự báo cho mỗi PU của CU hiện thời. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể lượng tử hóa ngược khối hệ số của các TU của CU hiện thời. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện các phép biến đổi ngược trên các khối hệ số để tái tạo các khối biến đổi của các TU của CU hiện thời. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các khối mã hóa của CU hiện thời dựa vào các mẫu của các khối dự báo của các PU của CU hiện thời và các mẫu dự của các khối biến đổi của các TU của CU hiện thời. Theo một số ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các khối mã hóa của CU hiện thời bằng cách bổ sung các mẫu của các khối dự báo cho các PU của CU hiện thời vào các mẫu được giải mã tương ứng của các khối biến đổi của các TU của CU hiện thời. Bằng cách tái tạo các khối mã hóa cho mỗi CU của hình ảnh, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo hình ảnh này.

Như nêu trên đây, bộ mã hóa dữ liệu video (ví dụ bộ mã hóa dữ liệu video 20 hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30) có thể áp dụng kỹ thuật dự báo liên hình để tạo ra khối dự báo cho khối video của hình ảnh hiện thời. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể áp dụng kỹ thuật dự báo liên hình để tạo ra khối dự báo của CU. Nếu bộ mã hóa dữ liệu video áp dụng kỹ thuật dự báo liên hình để tạo ra khối dự báo, thì bộ mã hóa dữ liệu video tạo ra khối dự báo dựa trên các mẫu giải mã của một hoặc nhiều hình ảnh tham

chiều. Thông thường, các hình ảnh tham chiếu là các hình ảnh khác với hình ảnh hiện thời. Theo một số đặc tả mã hóa dữ liệu video, bộ mã hóa dữ liệu video cũng có thể coi chính hình ảnh hiện thời là hình ảnh tham chiếu.

Khi bộ mã hóa dữ liệu video (ví dụ bộ mã hóa dữ liệu video 20 hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30) bắt đầu xử lý hình ảnh hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định một hoặc nhiều tập con của tập hình ảnh tham chiếu (RPS - reference picture set) cho hình ảnh hiện thời. Ví dụ, trong HEVC, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định các tập con RPS sau đây: RefPicSetStCurrBefore, RefPicSetStCurrAfter, RefPicSetFoll, RefPicSetLtCurr, và RefPicSetLtFoll. Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định một hoặc nhiều danh sách hình ảnh tham chiếu. Mỗi trong số các danh sách hình ảnh tham chiếu của hình ảnh hiện thời bao gồm 0 hoặc nhiều hình ảnh tham chiếu từ RPS của hình ảnh hiện thời. Một trong số các danh sách hình ảnh tham chiếu có thể được gọi là danh sách hình ảnh tham chiếu 0 (RefPicList0) và danh sách hình ảnh tham chiếu khác có thể được gọi là danh sách hình ảnh tham chiếu 1 (RefPicList1).

Lát của hình ảnh có thể bao gồm một số nguyên các khối của hình ảnh. Ví dụ, trong HEVC và các bản đặc tả mã hóa dữ liệu video khác, lát của hình ảnh có thể bao gồm một số nguyên các CTU của hình ảnh. Các CTU của lát có thể được sắp xếp liên tiếp theo thứ tự quét, như thứ tự quét mảnh. Trong chuẩn HEVC và các chuẩn mã hóa dữ liệu video khác, lát có thể được định nghĩa là một số nguyên các CTU có trong một đoạn lát độc lập và tất cả các đoạn lát phụ thuộc kế tiếp (nếu có) đứng trước đoạn lát độc lập tiếp theo (nếu có) trong cùng một đơn vị truy cập. Hơn nữa, trong HEVC và các chuẩn mã hóa dữ liệu video khác, đoạn lát được định nghĩa là một số nguyên các CTU được sắp xếp liên tiếp theo thứ tự quét ô và được chứa trong một đơn vị NAL. Quét ô là quy trình sắp xếp tuần tự cụ thể các CTB để phân chia hình ảnh trong đó các CTB được sắp xếp liên tiếp theo thứ tự quét mảnh CTB trong ô, còn các ô trong hình ảnh được sắp xếp liên tiếp theo thứ tự quét mảnh của các ô của hình ảnh. Ô là vùng hình chữ nhật gồm các CTB trong một cột ô cụ thể và hàng ô cụ thể trong hình ảnh.

Như được lưu ý trên đây, dòng bit có thể bao gồm dạng biểu diễn của các hình ảnh mã hóa của dữ liệu video và dữ liệu liên quan. Dữ liệu liên quan có thể bao gồm các tập tham số. Các đơn vị NAL có thể đóng gói các RBSP cho các tập tham số video (video parameter set - VPS), các tập tham số chuỗi (sequence parameter set - SPS), và các tập

tham số hình ảnh (picture parameter set - PPS). VPS là cấu trúc cú pháp bao gồm các phần tử cú pháp áp dụng cho 0 hoặc nhiều chuỗi dữ liệu video mã hóa (coded video sequence - CVS) toàn bộ. SPS cũng là cấu trúc cú pháp bao gồm các phần tử cú pháp áp dụng cho 0 hoặc nhiều CVS toàn bộ. SPS có thể bao gồm phần tử cú pháp nhận dạng VPS hoạt động khi SPS hoạt động. Do vậy, các phần tử cú pháp của VPS có thể có khả năng áp dụng một cách rộng rãi hơn các phần tử cú pháp của SPS. PPS là cấu trúc cú pháp bao gồm các phần tử cú pháp áp dụng cho 0 hoặc nhiều hình ảnh mã hóa. PPS có thể bao gồm phần tử cú pháp nhận dạng SPS hoạt động khi PPS hoạt động. Phần đầu lát của đoạn lát có thể bao gồm phần tử cú pháp chỉ báo PPS hoạt động khi đoạn lát này đang được mã hóa.

Như nêu trên đây, bộ mã hóa dữ liệu video có thể tạo ra dòng bit bao gồm một dãy các đơn vị NAL. Trong quy trình mã hóa dữ liệu video nhiều lớp, các đơn vị NAL khác nhau của dòng bit có thể được kết hợp với các lớp khác nhau của dòng bit. Lớp có thể được định nghĩa là tập hợp các đơn vị NAL VCL và các đơn vị NAL không VCL liên quan có cùng ký hiệu nhận dạng lớp. Lớp có thể tương đương với một khung nhìn trong mã hóa dữ liệu video đa khung nhìn. Trong quy trình mã hóa dữ liệu video đa khung nhìn, lớp có thể chứa tất cả các thành phần khung nhìn của cùng một lớp có các nấc thời gian khác nhau. Mỗi thành phần khung nhìn có thể là hình ảnh mã hóa của cảnh video thuộc một khung nhìn cụ thể ở một nấc thời gian cụ thể. Trong quy trình mã hóa dữ liệu video nhiều lớp, thuật ngữ "đơn vị truy cập" có thể chỉ tập hợp các hình ảnh mà tương ứng với cùng một nấc thời gian. Do vậy, "thành phần khung nhìn" có thể là dạng biểu diễn được mã hóa của khung nhìn trong một đơn vị truy cập. Theo một số ví dụ, thành phần khung nhìn có thể bao gồm thành phần khung nhìn theo kết cấu (tức là, hình ảnh có kết cấu) hoặc thành phần khung nhìn theo độ sâu (tức là hình ảnh có độ sâu).

Theo một số ví dụ của quy trình mã hóa dữ liệu video đa khung nhìn, lớp có thể chứa tất cả các hình ảnh có độ sâu mã hóa của một khung nhìn cụ thể hoặc các hình ảnh có kết cấu mã hóa của một khung nhìn cụ thể. Trong các ví dụ khác về mã hóa dữ liệu video đa khung nhìn, một lớp có thể chứa cả thành phần khung nhìn theo kết cấu và thành phần khung nhìn theo độ sâu của một khung nhìn cụ thể. Tương tự, trong trường hợp mã hóa dữ liệu video có khả năng mở rộng cấp độ, một lớp thường tương ứng với các hình ảnh mã hóa có các đặc điểm video khác với hình ảnh mã hóa trong các lớp

khác. Các đặc điểm video như vậy thường bao gồm độ phân giải không gian và mức chất lượng (ví dụ, tỷ số tín hiệu trên tạp âm).

Đối với mỗi lớp tương ứng của dòng bit, dữ liệu ở lớp thấp hơn có thể được giải mã mà không dựa vào dữ liệu ở lớp cao hơn bất kỳ. Trong quy trình mã hóa dữ liệu video có thể mở rộng cấp độ, ví dụ, dữ liệu ở lớp cơ sở có thể được giải mã mà không dựa vào dữ liệu ở lớp nâng cao. Nói chung, đơn vị NAL chỉ có thể đóng gói dữ liệu của một lớp. Do vậy, các đơn vị NAL đóng gói dữ liệu của lớp còn lại cao nhất của dòng bit có thể được loại bỏ ra khỏi dòng bit mà không làm ảnh hưởng đến khả năng giải mã dữ liệu ở các lớp còn lại của dòng bit. Trong quy trình mã hóa đa khung nhìn, các lớp cao hơn có thể bao gồm các thành phần khung nhìn bổ sung. Theo SHVC, các lớp cao hơn có thể bao gồm dữ liệu nâng cao tỷ số tín hiệu trên tạp âm (signal to noise ratio-SNR), dữ liệu nâng cao về không gian và/hoặc dữ liệu nâng cao về thời gian. Theo MV-HEVC và SHVC, lớp có thể được gọi là "lớp cơ sở" nếu bộ giải mã dữ liệu video có thể giải mã các hình ảnh trong lớp này mà không dựa vào dữ liệu của lớp khác bất kỳ. Lớp cơ sở có thể phù hợp với đặc điểm kỹ thuật cơ bản của HEVC (ví dụ, Rec. ITU-T H. 265 | ISO/IEC 23008-2).

Trong quy trình mã hóa dữ liệu video có thể mở rộng cấp độ, các lớp không phải là lớp cơ sở có thể được gọi là "lớp nâng cao" và có thể cung cấp thông tin để cải thiện chất lượng hình ảnh của dữ liệu video được giải mã từ dòng bit. Mã hóa dữ liệu video có thể mở rộng cấp độ có thể làm tăng độ phân giải không gian, tỷ số tín hiệu trên tạp âm (tức là, chất lượng) hoặc tốc độ thời gian.

Mã hóa đa khung nhìn có thể hỗ trợ dự báo liên khung nhìn. Dự báo liên khung nhìn tương tự với dự báo liên hình được sử dụng trong HEVC và có thể sử dụng cùng một phần tử cú pháp. Tuy nhiên, khi bộ mã hóa dữ liệu video thực hiện dự báo liên khung nhìn trên đơn vị video hiện thời (như PU), bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng, dưới dạng hình ảnh tham chiếu, hình ảnh mà ở trong đơn vị truy cập giống với đơn vị video hiện thời, nhưng trong một khung nhìn khác. Trái lại, dự báo liên hình thông thường chỉ sử dụng các hình ảnh ở các đơn vị truy cập khác làm các hình ảnh tham chiếu.

Trong quy trình mã hóa đa khung nhìn, khung nhìn có thể được gọi là “khung nhìn cơ sở” nếu bộ giải mã dữ liệu video (ví dụ bộ giải mã dữ liệu video 30) có thể giải mã các hình ảnh trong khung nhìn mà không tham chiếu đến các hình ảnh trong khung nhìn khác bất kỳ. Khi mã hóa hình ảnh ở một trong số các khung nhìn không cơ sở, bộ mã hóa dữ liệu video (như bộ mã hóa dữ liệu video 20 hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30) có thể bổ sung hình ảnh vào danh sách hình ảnh tham chiếu nếu hình ảnh ở trong một khung nhìn khác nhưng trong cùng nấc thời gian (tức là đơn vị truy cập) với hình ảnh mà bộ mã hóa dữ liệu video hiện đang mã hóa. Giống với các hình ảnh tham chiếu dự báo liên hình, bộ mã hóa dữ liệu video có thể chèn hình ảnh tham chiếu dự báo liên khung nhìn vào vị trí bất kỳ của danh sách hình ảnh tham chiếu.

Ví dụ, các đơn vị NAL có thể bao gồm các phần đầu (tức là, các phần đầu đơn vị NAL) và các phần tải tin (ví dụ các RBSP). Các phần đầu đơn vị NAL có thể bao gồm các phần tử cú pháp nhận dạng lớp (ví dụ các phần tử cú pháp `nuh_layer_id` trong HEVC). Các đơn vị NAL mà có các phần tử cú pháp nhận dạng lớp để xác định các giá trị khác nhau thuộc "các lớp" khác nhau của dòng bit. Vì vậy, trong quy trình mã hóa khung nhìn đa lớp (ví dụ MV-HEVC, SVC, hoặc SHVC), phần tử cú pháp nhận dạng lớp của đơn vị NAL xác định ký hiệu nhận dạng lớp (tức là, ID lớp) của đơn vị NAL. Ký hiệu nhận dạng lớp của đơn vị NAL bằng 0 nếu đơn vị NAL liên quan đến lớp cơ sở trong quy trình mã hóa đa lớp. Dữ liệu ở lớp cơ sở của dòng bit có thể được giải mã mà không dựa vào dữ liệu ở lớp khác bất kỳ của dòng bit. Nếu đơn vị NAL không liên quan đến lớp cơ sở trong quy trình mã hóa đa lớp, thì ký hiệu nhận dạng lớp của đơn vị NAL có thể có giá trị khác 0. Trong quy trình mã hóa đa khung nhìn, các lớp khác nhau của dòng bit có thể tương ứng với các khung nhìn khác nhau. Trong quy trình mã hóa dữ liệu video có khả năng mở rộng cấp độ (ví dụ SVC hoặc SHVC), các lớp không phải là lớp cơ sở có thể được gọi là "các lớp nâng cao" và có thể cung cấp thông tin để cải thiện chất lượng hình ảnh của dữ liệu video được giải mã từ dòng bit.

Hơn nữa, một số hình ảnh trong lớp có thể được giải mã mà không dựa vào các hình ảnh khác trong cùng một lớp. Do vậy, đơn vị NAL đóng gói dữ liệu của một số hình ảnh của lớp có thể được loại khỏi dòng bit mà không ảnh hưởng đến khả năng giải mã các hình ảnh khác trong lớp. Việc loại bỏ các đơn vị NAL đóng gói dữ liệu của các hình ảnh như vậy có thể làm giảm tốc độ khung của dòng bit. Tập con hình ảnh trong

lớp có thể được giải mã mà không tham chiếu đến các hình ảnh khác trong lớp có thể được gọi ở đây là “lớp con”, “lớp thời gian”, hoặc “lớp con thời gian”. Lớp thời gian cao nhất có thể bao gồm tất cả các hình ảnh trong lớp. Vì vậy, khả năng mở rộng cấp độ về thời gian có thể đạt được trong một lớp bằng cách xác định nhóm hình ảnh có mức thời gian cụ thể làm lớp con (tức là lớp thời gian).

Các đơn vị NAL có thể bao gồm các phần tử cú pháp nhận dạng thời gian (ví dụ temporal_id trong HEVC). Phần tử cú pháp nhận dạng thời gian của đơn vị NAL xác định ký hiệu nhận dạng thời gian của đơn vị NAL. Ký hiệu nhận dạng thời gian của đơn vị NAL nhận dạng lớp con thời gian mà đơn vị NAL có liên quan. Do vậy, mỗi lớp con thời gian của dòng bit có thể kết hợp với ký hiệu nhận dạng thời gian khác nhau. Nếu ký hiệu nhận dạng thời gian của đơn vị NAL thứ nhất nhỏ hơn ký hiệu nhận dạng thời gian của đơn vị NAL thứ hai, thì dữ liệu được đóng gói bởi đơn vị NAL thứ nhất có thể được giải mã mà không dựa vào dữ liệu được đóng gói bởi đơn vị NAL thứ hai.

Các tiêu chuẩn mã hóa dữ liệu video bao gồm ITU-T H. 261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H. 262 hoặc ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H. 263, ISO/IEC MPEG-4 Visual và ITU-T H. 264 (còn được biết đến là ISO/IEC MPEG-4 AVC), bao gồm các phần mở rộng mã hóa dữ liệu video có thể mở rộng cấp độ (Scalable video coding - SVC) và mã hóa dữ liệu video đa khung nhìn (Multiview Video Coding - MVC). Ngoài ra, chuẩn mã hóa dữ liệu video mới, cụ thể là Chuẩn mã hóa dữ liệu video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), gần đây được phát triển bởi Nhóm cộng tác chung về mã hóa dữ liệu video (JCT-VC) của Nhóm chuyên gia mã hóa dữ liệu video (Video Coding Experts Group - VCEG) ITU-T và Nhóm chuyên gia ảnh động (Motion Picture Experts Group - MPEG) ISO/IEC. Wang và các cộng sự, "Báo cáo nhược điểm của chuẩn HEVC", JCT-VC của ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC29/WG 11, Hội nghị lần thứ 14, Vienna, AT, từ 25/07 đến 2/8/2013, tài liệu: JCTVC-N1003-v1, là bản thảo đặc tả HEVC. Chuẩn HEVC đã được hoàn thành vào tháng 1/2013.

ITU-T VCEG (Q6/16) và ISO/IEC MPEG (JTC 1/SC 29/WG 11) hiện nay đang nghiên cứu nhu cầu tiềm năng để chuẩn hóa công nghệ mã hóa dữ liệu video trong tương lai với khả năng nén vượt trội so với khả năng nén của chuẩn HEVC hiện tại (bao gồm các phần mở rộng hiện tại của nó và các phần mở rộng sắp tới để mã hóa nội dung màn hình và mã hóa dải động cao). Các nhóm này làm việc cùng nhau dựa trên hoạt động

khảo sát này với nỗ lực hợp tác chung được biết đến là nhóm khảo sát dữ liệu video chung (JVET - Joint Video Exploration Team) để đánh giá các thiết kế công nghệ nén đề xuất bởi các chuyên gia trong lĩnh vực này. JVET gặp gỡ lần thứ nhất từ ngày 19 đến 21/10/2015. Mô hình khảo sát chung (Joint Exploration Model-JEM) là mô hình thử nghiệm được tạo ra bởi JVET. J. Chen và các cộng sự. “Mô tả về các thí nghiệm khảo sát trên các công cụ mã hóa”, JVET-D1011, Chengdu, tháng 10/2016 là sự mô tả thuật toán cho phiên bản thứ tư của JEM (tức là JEM4).

Trong lĩnh vực mã hóa dữ liệu video, thường áp dụng kỹ thuật lọc để tăng cường chất lượng của tín hiệu video đã giải mã. Bộ lọc có thể được áp dụng làm bộ lọc sau, ở đó khung lọc không được dùng để dự báo các khung trong tương lai hoặc làm bộ lọc trong vòng lặp, ở đó khung lọc được dùng để dự báo các khung trong tương lai. Bộ lọc có thể được thiết kế, ví dụ, bằng cách giảm thiểu sai số giữa tín hiệu gốc và tín hiệu lọc đã giải mã. Tương tự với các hệ số biến đổi, các hệ số của bộ lọc, $h(k, l)$, $k = -K, \dots, K, l = -K, \dots, K$ có thể được lượng tử hóa như sau:

$$f(k, l) = \text{round}(\text{normFactor} \cdot h(k, l))$$

và được mã hóa và gửi đến bộ giải mã. Giá trị *normFactor* thường bằng 2^n . Giá trị *normFactor* càng lớn, quy trình lượng tử hóa càng chính xác và các hệ số lọc được lượng tử hóa $f(k, l)$ tạo ra hiệu suất tốt hơn. Mặt khác, các giá trị *normFactor* lớn hơn tạo ra các hệ số $f(k, l)$ cần nhiều bit hơn để truyền.

Trong bộ giải mã dữ liệu video 3D, các hệ số lọc đã giải mã $f(k, l)$ được áp dụng cho ảnh tái tạo $R(i, j)$ như sau:

$$\tilde{R}(i, j) = \sum_{k=-K}^K \sum_{l=-K}^K f(k, l) R(i + k, j + l) / \sum_{k=-K}^K \sum_{l=-K}^K f(k, l), \quad ((1))$$

trong đó i và j là các tọa độ của các điểm ảnh trong khung. Bộ lọc thích ứng trong vòng lặp được đánh giá trong giai đoạn HEVC, nhưng không được bao gồm trong phiên bản cuối cùng.

Bộ lọc vòng lặp thích ứng trong vòng lặp được dùng trong JEM được mô tả trong J. Chen và các cộng sự. “Khảo sát các công cụ mã hóa để mã hóa dữ liệu video thế hệ

tiếp theo”, SG16-Geneva-C806, tháng 1/2015. Ý tưởng cơ bản giống với ALF có sự thích ứng theo khối trong T. Wiegand và các cộng sự., “WD3: Dự thảo làm việc 3 về HEVC” JCT-VC của tổ chức ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, JCTVC-E603, Hội nghị lần thứ 5: Geneva, CH, từ ngày 16 đến 23/03/2011, sau đây gọi là “JCTVC-E603”.

Đối với thành phần độ sáng, các khối 4x4 trong toàn bộ hình ảnh được phân loại dựa trên hướng Laplacian 1 chiều (có đến 3 hướng) và hoạt động Laplacian 2 chiều (có đến 5 giá trị hoạt động). Việc tính toán hướng Dir_b và hoạt động chưa lượng tử hóa Act_b được thể hiện trong các phương trình từ (2) đến (5), trong đó $\hat{I}_{i,j}$ biểu thị điểm ảnh tái tạo có tọa độ tương đối (i, j) phía trên bên trái của khối 4x4. Act_b được lượng tử hóa thêm trong khoảng từ 0 đến 4, bao gồm các giá trị đầu mút, như được mô tả trong JCTVC-E603.

$$V_{i,j} = |\hat{I}_{i,j} \times 2 - \hat{I}_{i,j-1} - \hat{I}_{i,j+1}| \quad (2)$$

$$H_{i,j} = |\hat{I}_{i,j} \times 2 - \hat{I}_{i-1,j} - \hat{I}_{i+1,j}| \quad (3)$$

$$Dir_b = \begin{cases} 1, \text{if } (\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 H_{i,j} > 2 \times \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 V_{i,j}) \\ 2, \text{if } (\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 V_{i,j} > 2 \times \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 H_{i,j}) \\ 0, \text{nếu không thì} \end{cases} \quad (4)$$

$$Act_b = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (\sum_{m=i-1}^{i+1} \sum_{n=j-1}^{j+1} (V_{m,n} + H_{m,n})) \quad (5)$$

Tổng cộng, mỗi khối có thể được phân loại thành một trong số 15 (5x3) nhóm và chỉ số được gán cho mỗi khối 4x4 theo giá trị Dir_b và Act_b của khối. Biểu thị chỉ số nhóm là C và thiết lập C bằng $5Dir_b + \hat{A}$ trong đó $\hat{A}$ là giá trị được lượng tử hóa của Act_b . Do đó, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể báo hiệu nhiều nhất 15 tập tham số ALF cho thành phần độ sáng của hình ảnh. Để tiết kiệm chi phí báo hiệu, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể hợp nhất các nhóm theo giá trị chỉ số nhóm. Đối với mỗi nhóm hợp nhất, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể báo hiệu tập các hệ số ALF. Fig.2 minh họa ba hoạt động hỗ trợ bộ lọc ALF khác nhau làm ví dụ. Trong ví dụ trên Fig.2, tối đa ba dạng bộ lọc đối xứng tròn được hỗ trợ. Đối với cả hai thành phần màu trong một hình ảnh, một tập các hệ số ALF được áp dụng và bộ lọc hình kim cương 5x5 luôn luôn được sử dụng.

Ở phía bộ giải mã, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể lọc mỗi mẫu điểm ảnh $\hat{I}_{i,j}$, thu được giá trị điểm ảnh $I'_{i,j}$ như được thể hiện trên phương trình (6), trong đó L chỉ chiều dài bộ lọc, $f_{m,n}$ là hệ số lọc và o biểu thị độ lệch bộ lọc.

$$I'_{i,j} = \sum_{m=-L}^L \sum_{n=-L}^L f_{m,n} \times \hat{I}_{i+m,j+n} + o \quad (6)$$

Theo một số thiết kế, chỉ hỗ trợ nhiều nhất một bộ lọc cho hai thành phần màu.

Dưới đây là danh sách dữ liệu mà có thể được báo hiệu cho các hệ số lọc.

1. Tổng số bộ lọc: Tổng số bộ lọc (hoặc tổng số nhóm hợp nhất) đầu tiên được báo hiệu khi ALF được kích hoạt cho lát. Tổng số bộ lọc được báo hiệu áp dụng cho thành phần độ sáng. Đối với các thành phần màu, do chỉ có thể áp dụng một bộ lọc ALF, nên không cần phải báo hiệu tổng số bộ lọc.
2. Hỗ trợ bộ lọc: Chỉ số của ba hoạt động hỗ trợ bộ lọc được báo hiệu.
3. Chỉ số bộ lọc: Chỉ báo bộ lọc ALF nào được sử dụng, tức là, thông tin hợp nhất nhóm. Các nhóm mà có các giá trị C không liên tiếp có thể được hợp nhất, tức là dùng chung một bộ lọc. Bằng cách mã hóa một cờ của mỗi nhóm để chỉ báo xem nhóm có được hợp nhất không, chỉ số bộ lọc có thể suy ra. Theo một số ví dụ, thông tin hợp nhất nhóm cũng có thể được báo hiệu để hợp nhất từ chỉ số bộ lọc trái hoặc trên.
4. Cờ *forceCoeff0*: Cờ *forceCoeff0* được dùng để chỉ báo ít nhất một trong các bộ lọc không nên được mã hóa. Khi cờ bằng 0, tất cả các bộ lọc nên được mã hóa. Khi cờ *forceCoeff0* bằng 1, một cờ trong mỗi nhóm hợp nhất, được biểu thị bởi *CodedVarBin*, được báo hiệu tiếp để chỉ báo bộ lọc có nên được báo hiệu hay không. Khi bộ lọc không được báo hiệu, có nghĩa là tất cả các hệ số lọc liên quan tới bộ lọc bằng 0.
5. Phương pháp dự báo: Khi nhiều nhóm bộ lọc cần được báo hiệu, một trong hai phương pháp có thể được sử dụng:
 - Tất cả dữ liệu lọc được mã hóa trực tiếp thành thông tin bộ lọc. Trong trường hợp này, ví dụ, các giá trị của các hệ số lọc có thể được mã hóa thành dòng bit mà không cần sử dụng các kỹ thuật mã hóa dự báo bất kỳ. Nói cách khác, các bộ lọc được báo hiệu rõ ràng.

- Các hệ số lọc của bộ lọc thứ nhất được mã hóa trực tiếp. Trong khi đó đối với các bộ lọc còn lại, các hệ số lọc được mã hóa dự báo thành thông tin bộ lọc. Trong trường hợp này, các giá trị của các hệ số lọc có thể được xác định bởi các giá trị dư hoặc các giá trị chênh lệch so với các hệ số lọc liên quan tới bộ lọc được mã hóa trước đó. Bộ lọc được mã hóa trước đó là bộ lọc gần đây nhất (tức là các chỉ số lọc của bộ lọc hiện thời và bộ dự báo của nó là liên tiếp).

Để chỉ báo việc sử dụng một trong hai phương pháp dự báo, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể báo hiệu một cờ khi số lượng nhóm hợp nhất lớn hơn 1 và `forceCoeff0` bằng 0.

Tập tham số ALF có thể bao gồm một hoặc nhiều phần tử cú pháp liệt kê trên đây và cũng có thể bao gồm các hệ số lọc.

Bộ mã hóa dữ liệu video (ví dụ bộ mã hóa dữ liệu video 20 hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30) cũng có thể sử dụng kỹ thuật dự báo thời gian đối với các hệ số lọc. Bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ các hệ số ALF của các hình ảnh mã hóa trước đó và có thể tái sử dụng các hệ số ALF của các hình ảnh mã hóa trước đó làm các hệ số ALF của hình ảnh hiện thời. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể lựa chọn để sử dụng các hệ số ALF đã lưu trữ cho hình ảnh hiện thời và báo hiệu đường vòng các hệ số ALF. Trong trường hợp này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 chỉ báo hiệu chỉ số cho một trong số các hình ảnh tham chiếu (chỉ số này thực tế bằng chỉ số của ứng viên trong mảng đã lưu trữ cho các tham số ALF), và các hệ số ALF đã lưu trữ của hình ảnh được chỉ báo được kế thừa đơn giản cho hình ảnh hiện thời. Để chỉ báo việc sử dụng kỹ thuật dự báo thời gian, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa trước tiên cờ chỉ báo việc sử dụng kỹ thuật dự báo thời gian, trước khi gửi chỉ số cho hình ảnh tham chiếu.

Trong JEM4, các bộ mã hóa dữ liệu video lưu trữ các tham số ALF từ nhiều nhất sáu hình ảnh mã hóa trước đó mà được mã hóa với các tham số ALF được báo hiệu (tức là dự báo thời gian bị vô hiệu hóa) trong một mảng riêng. Bộ mã hóa dữ liệu video làm rộng hiệu quả mảng hình ảnh điểm truy cập ngẫu nhiên nội hình (intra random access point - IRAP). Để tránh các trùng lặp, bộ mã hóa dữ liệu video chỉ lưu trữ các giá trị tham số ALF trong mảng nếu các giá trị tham số ALF được báo hiệu rõ ràng. Việc lưu trữ các tham số ALF hoạt động theo dạng FIFO, vì vậy nếu mảng đầy, bộ mã hóa dữ liệu

video ghi đè tập giá trị tham số ALF mới lên các giá trị tham số ALF cũ nhất (tức là các tham số ALF), theo thứ tự giải mã.

Theo M. Karczewicz và cộng sự, “Cải tiến cho bộ lọc vòng lặp thích ứng”, Nhóm khảo sát (JVET) của tổ chức ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, Doc. JVET-B0060_r1, Hội nghị lần thứ 2: San Diego, Hoa Kỳ, từ ngày 20 đến 26 tháng 2 năm 2016 (ở đây là, “JVET-B0060”), ALF dựa trên các biến đổi hình học (Geometric transformations-based ALF - GALF) được đề xuất. Trong GALF, sự phân loại được sửa đổi với các gradien chéo được xem xét và sự biến đổi hình học có thể được áp dụng cho các hệ số lọc.

Dựa trên mọi thông tin gradien bao gồm các gradien ngang, thẳng và chéo, một trong số bốn biến đổi hình học về các hệ số lọc được xác định. Tức là, các mẫu được phân loại thành cùng một loại sẽ dùng chung cùng hệ số lọc. Tuy nhiên, vùng hỗ trợ lọc có thể được biến đổi dựa trên chỉ số biến đổi hình học được chọn. Phương pháp được mô tả trong JVET-B0060 có thể giảm hiệu quả số lần lọc phải gửi đến bộ giải mã, vì vậy giảm số lượng bit cần thiết để biểu diễn chúng, hoặc theo cách khác giảm các giá trị chênh lệch giữa các khung tái tạo và các khung gốc. Mỗi khối 2x2 được phân loại thành một trong số 25 nhóm dựa trên hướng tính của nó và giá trị lượng tử hóa của hoạt động.

Hơn nữa, trong JVET-B0060, để cải thiện hiệu suất mã hóa khi không có dự báo thời gian (ví dụ, ở các khung nội hình), bộ mã hóa dữ liệu video gán tập hợp 16 bộ lọc cố định cho mỗi nhóm. Tức là, 16*25(nhóm) bộ lọc có thể được xác định trước. Để chỉ báo việc sử dụng bộ lọc cố định, cờ cho mỗi nhóm được báo hiệu và, nếu cần, chỉ số của bộ lọc cố định. Thậm chí khi bộ lọc cố định được chọn cho một lớp nhất định, các hệ số của bộ lọc thích ứng $f(k, l)$ có thể vẫn được gửi cho nhóm này, trong trường hợp này các hệ số của bộ lọc mà sẽ được áp dụng cho ảnh được tái tạo là tổng của cả hai tập hệ số. Một hoặc nhiều trong số các nhóm có thể dùng chung cùng hệ số $f(k, l)$ được báo hiệu trong dòng bit, mặc dù các bộ lọc cố định khác nhau được chọn cho chúng. Công bố sáng chế Mỹ số 2017/0238020, ngày 17. 08. 2017, mô tả cách thức bộ lọc cố định cũng có thể được áp dụng cho các khung liên mã hóa.

Trong JVET-B0060, thiết kế dự báo thời gian từ các khung mã hóa trước đó như trong phiên bản JEM thứ hai (tức là JEM2) được giữ nguyên. JEM2 được mô tả trong

Jianle Chen và cộng sự, “Mô tả thuật toán mô hình thử nghiệm khảo sát chung 2”, JVET của tổ chức ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, hội nghị lần thứ 2, San Diego, USA, từ ngày 20 đến 26/02/2016, tài liệu JVET-B1001_v3. Tức là, cờ được mã hóa để chỉ báo liệu dự báo thời gian cho các hệ số ALF có được sử dụng không. Nếu dự báo thời gian cho các hệ số ALF được sử dụng, thì chỉ số của các hình ảnh được lựa chọn cho các tham số ALF đã lưu trữ được báo hiệu tiếp. Trong trường hợp này, không cần thiết phải báo hiệu các chỉ số lọc cho mỗi nhóm và các hệ số lọc.

Hơn nữa, việc mã hóa rõ ràng các hệ số lọc ALF có thể được sử dụng với Galf. Ví dụ, mẫu dự báo và chỉ số dự báo từ các bộ lọc cố định có thể được mã hóa rõ ràng trong Galf. Ba trường hợp được xác định:

- Trường hợp 1: liệu có phải không có bộ lọc nào trong số các bộ lọc thuộc 25 nhóm được dự báo từ các bộ lọc cố định;
- Trường hợp 2: mọi bộ lọc thuộc các nhóm được dự báo từ các bộ lọc cố định; và
- Trường hợp 3: các bộ lọc liên quan tới một số nhóm được dự báo từ các bộ lọc cố định và các bộ lọc liên quan tới các nhóm còn lại không được dự báo từ các bộ lọc cố định.

Chỉ số có thể được mã hóa trước tiên để chỉ báo một trong ba trường hợp. Ngoài ra, áp dụng như sau:

- Nếu trường hợp được chỉ báo là trường hợp 1, thì không cần phải báo hiệu tiếp chỉ số của bộ lọc cố định.
- Mặt khác, nếu trường hợp được chỉ báo là trường hợp 2, thì chỉ số của bộ lọc cố định được lựa chọn cho mỗi nhóm được báo hiệu.
- Mặt khác, nếu trường hợp được chỉ báo là trường hợp 3, thì một bit cho mỗi nhóm được báo hiệu trước tiên, và nếu bộ lọc cố định được sử dụng, thì chỉ số của bộ lọc cố định được báo hiệu tiếp.

Trong Galf, để giảm số lượng bit cần thiết để biểu diễn các hệ số lọc, các nhóm khác nhau có thể được hợp nhất. Tuy nhiên, khác với JCTVC-E603, tập hợp nhóm bất kỳ có thể được hợp nhất, thậm chí các nhóm có các giá trị không liên tiếp C . Thông tin về nhóm nào được hợp nhất được cung cấp bằng cách gửi cho mỗi trong số 25 nhóm một chỉ số i_c . Các nhóm có cùng chỉ số i_c dùng chung cùng hệ số lọc được mã hóa. Chỉ số i_c được mã hóa bằng phương pháp có chiều dài cố định được rút gọn.

Tương tự, cờ `forceCoeff0` cũng có thể được sử dụng. Khi cờ `forceCoeff0flag` bằng 1, cờ một bit, biểu thị bởi `CodedVarBin`, được báo hiệu tiếp cho mỗi trong số các nhóm đã hợp nhất (tất cả các bộ lọc cần được mã hóa) để chỉ báo xem các hệ số lọc được báo hiệu có bằng 0 hay không. Hơn nữa, khi `forceCoeff0` bằng 1, quy trình mã hóa dự báo (tức là mã hóa sự chênh lệch giữa bộ lọc hiện thời và bộ lọc được mã hóa trước đó) bị vô hiệu hóa. Khi được phép dự báo từ các bộ lọc cố định, các bộ lọc cần được báo hiệu/mã hóa nêu trên là các giá trị chênh lệch giữa bộ lọc áp dụng cho ảnh tái tạo và bộ lọc cố định được chọn. Các thông tin khác, như các hệ số được mã hóa theo cách giống như trong JEM2.0.

Vì GALF là một dạng của ALF, nên sáng chế có thể sử dụng thuật ngữ “ALF” để áp dụng cho cả ALF và GALF.

Các thiết kế hiện thời dùng để dự báo thời gian cho các bộ lọc trong ALF và GALF có một số thiếu sót. Ví dụ, nếu hình ảnh sử dụng kỹ thuật mã hóa rõ ràng của các bộ lọc, thì sau khi giải mã hình ảnh, các bộ lọc ALF tương ứng có thể được thêm vào mảng các bộ lọc ALF để dự báo thời gian, bất kể các lớp thời gian. Tức là, sau khi giải mã hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video có thể bao gồm tập tham số ALF ở mục nhập trong mảng. Tập tham số ALF có thể bao gồm các hệ số lọc và thông tin hợp nhất nhóm cho mỗi trong số các bộ lọc ALF được dùng trong hình ảnh. Thiết kế này dẫn đến sự thất bại khi giải mã tập con các lớp thời gian theo một số cấu hình, như cấu hình truy cập ngẫu nhiên. Theo một ví dụ được đưa ra trên Fig.3 trong đó kích cỡ GOP bằng 16. Trong ví dụ trên Fig.3, năm lớp thời gian được hỗ trợ (được biểu thị từ T_0 đến T_4). Thứ tự mã hóa/giải mã các hình ảnh là: Bộ đếm thứ tự hình ảnh (Picture Order Counter - POC) 0 [T_0], POC 16 [T_0], POC8 [T_1], POC4 [T_2], POC2 [T_3], POC1 [T_4], POC3 [T_4], POC6 [T_3], POC5 [T_4], POC7 [T_4], POC12 [T_2], POC10 [T_3], POC9 [T_4], POC11 [T_4], POC14 [T_3], POC13 [T_4], POC15 [T_4]. Các mũi tên có dạng nét đứt khác nhau trở vào các hình ảnh có thể sử dụng các hình ảnh được trở này làm hình ảnh tham chiếu. Lưu ý rằng Fig.3 bỏ bớt một số mũi tên để rõ ràng.

Fig.4A minh họa mảng 50 để lưu trữ các tham số lọc. Fig.4B minh họa trạng thái khác nhau của mảng 50. Giả sử rằng mỗi hình ảnh được mã hóa với ALF được cho phép và các bộ lọc ALF cho mỗi hình ảnh được báo hiệu rõ ràng, trước khi giải mã POC3 trên Fig.3, mảng của các bộ lọc đã lưu trữ có trạng thái được thể hiện trên Fig.4A. Sau khi

giải mã POC3 và trước khi giải mã POC6 trên Fig.3, mảng của các bộ lọc ALF đã lưu trữ được cập nhật như được thể hiện trên Fig.4B. Như thể hiện trong ví dụ trên Fig.4B, các bộ lọc cho POC0 đã được thay thế bằng các bộ lọc cho POC3 vì các bộ lọc được thay thế theo dạng FIFO và các bộ lọc cho POC0 là các bộ lọc thứ nhất được thêm vào mảng 50.

Do đó, để giải mã POC6 với chỉ số lớp thời gian (TempIdx) bằng 3, các bộ lọc của POC1, POC3 với chỉ số lớp thời gian bằng 4 cần được giải mã. Điều này xung đột với mục đích có thể mở rộng cấp độ thời gian, trong đó việc giải mã hình ảnh với một giá trị TempIdx nhất định không nên dựa vào các hình ảnh có giá trị TempIdx lớn hơn.

Nhược điểm thứ hai của các thiết kế hiện thời để dự báo thời gian cho các bộ lọc trong ALF đó là, khi dự báo thời gian các bộ lọc ALF được kích hoạt cho một lát, thì trong một số ví dụ, tất cả các bộ lọc ALF từ một khung nhất định mã hóa trước đó sẽ được kế thừa. Điều đó có nghĩa là việc hợp nhất các nhóm và các hệ số lọc được tái sử dụng trực tiếp mà không có khả năng sửa đổi đơn giản các nhóm và các hệ số lọc để thu tốt hơn các đặc điểm cho lát hiện thời.

Các kỹ thuật sau đây được đề xuất để giải quyết một hoặc nhiều trong số các nhược điểm của các thiết kế hiện thời để dự báo thời gian các bộ lọc trong ALF nêu trên. Các kỹ thuật phân loại sau đây có thể được áp dụng riêng. Theo cách khác, dạng kết hợp bất kỳ của chúng có thể được áp dụng.

Theo kỹ thuật thứ nhất, nhiều mảng có thể được phân bổ để lưu trữ một hoặc nhiều tập bộ lọc ALF mã hóa trước đó. Nói cách khác, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ các tập tham số ALF trong nhiều mảng. Mỗi mảng tương ứng với chỉ số lớp thời gian được gán (TempIdx, tương đương với TemporalId định nghĩa trong bản đặc tả HEVC). Theo kỹ thuật thứ nhất, mỗi mảng chỉ chứa các tham số ALF từ các hình ảnh có cùng TempIdx hoặc TempIdx thấp hơn. Lát (hoặc đơn vị khác để thực hiện ALF) có chỉ số TempIdx có thể lựa chọn một tập bộ lọc được bao gồm trong mảng này. Nói cách khác, bộ mã hóa dữ liệu video có thể áp dụng, cho các mẫu trong khối của lát, một bộ lọc ALF dựa trên các tham số ALF trong mảng tương ứng với TempIdx của lát. Đối với vùng mà được mã hóa với ALF cho phép, và giả sử các tham số ALF được báo hiệu rõ ràng (tức là không dự báo thời gian), tập tham số ALF cho vùng này có thể được thêm

vào mảng được kết hợp với cùng TempIdx hoặc TempIdx cao hơn. Điều này có thể giải quyết các nhược điểm nêu trên về mảng tham số ALF lưu trữ bao gồm một hoặc nhiều tham số ALF tương ứng với các bộ lọc ALF dùng trong các hình ảnh của các lớp thời gian cao hơn lớp thời gian của hình ảnh hiện thời.

Fig.5 minh họa nhiều mảng từ 60A đến 60E (gọi chung là, “các mảng 60”) tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, theo kỹ thuật của sáng chế. Trong ví dụ trên Fig.5, giả sử rằng mỗi hình ảnh trên Fig.3 được mã hóa với ALF cho phép và các bộ lọc ALF cho mỗi hình ảnh được báo hiệu rõ ràng, trước khi giải mã POC6 trên Fig.3, các mảng cho các bộ lọc ALF đã lưu trữ có các trạng thái được thể hiện trên Fig.5.

Theo ví dụ trên Fig.5, vì POC6 thuộc lớp thời gian T_3 , nên bộ mã hóa dữ liệu video có thể sử dụng các bộ lọc ALF từ mảng 60D. Do đó, không giống với ví dụ trên Fig.4B, việc POC1 có được giải mã hay không cũng không ảnh hưởng đến bộ lọc ALF nào có sẵn để dùng khi giải mã POC 6.

Theo cách này, theo kỹ thuật thứ nhất, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video. Vùng hiện thời (ví dụ lát hoặc loại đơn vị khác để thực hiện ALF) của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian (tức là chỉ số lớp thời gian) biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 20 tái tạo tất cả hoặc một phần của hình ảnh hiện thời. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 lưu trữ, trong nhiều mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước vùng hiện thời. Ví dụ, đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể lưu trữ, trong mảng tương ứng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng. Mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với lớp thời gian khác tương ứng. Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 20 xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn ở một trong số các mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xác định tập

tham số ALF được chọn dựa trên phép phân tích tốc độ - méo của các tập tham số ALF trong các mảng. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể báo hiệu chỉ số của tập tham số ALF được chọn trong dòng bit. Hơn nữa, trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời. Việc áp dụng lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời có thể bao gồm áp dụng bộ lọc ALF cho một hoặc nhiều, nhưng không nhất thiết tất cả, các khối trong vùng hiện thời. Sau khi áp dụng quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng vùng hiện thời để dự báo hình ảnh tiếp theo của dữ liệu video.

Tương tự, theo kỹ thuật thứ nhất, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video. Vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sau đó tái tạo tất cả hoặc một phần của hình ảnh hiện thời. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 lưu trữ, trong nhiều mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với lớp thời gian khác tương ứng. Ví dụ, đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể lưu trữ, trong mảng tương ứng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng. Bộ giải mã dữ liệu video 30 xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc các mảng trong số nhiều mảng tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Theo một số ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 xác định tập tham số ALF được chọn dựa trên chỉ số được báo hiệu trong dòng bit. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sau đó áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời. Việc áp dụng bộ lọc ALF cho vùng hiện thời có thể bao gồm áp dụng bộ lọc ALF cho một hoặc nhiều, nhưng không nhất thiết tất cả, các khối trong vùng hiện thời.

Mỗi mảng được gán bởi TempIdx có thể bao gồm tập bộ lọc giải mã trước đó liên quan đến hình ảnh có chỉ số TempIdx bằng nhau hoặc thấp hơn. Ví dụ, mảng thứ k được gán sẽ kết hợp với TempIdx bằng k , và nó sẽ chỉ chứa các tập hợp đầy đủ hoặc các tập con bộ lọc (ví dụ các tham số ALF cho các bộ lọc) từ các hình ảnh có TempIdx bằng hoặc thấp hơn k .

Vì vậy, đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng, bộ mã hóa dữ liệu video (ví dụ bộ mã hóa dữ liệu video 20 hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30) có thể lưu trữ trong mảng tương ứng các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời mà thuộc lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng và thuộc các lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng.

Theo một số ví dụ, số lượng tập bộ lọc kết hợp với các mảng khác nhau có thể khác nhau (có thể lớn hơn hoặc bằng 0). Theo cách khác, trong một số ví dụ, số lượng tập bộ lọc liên quan tới các lớp thời gian khác nhau có thể khác nhau và có thể phụ thuộc vào chỉ số lớp thời gian. Vì vậy, theo một số ví dụ, ít nhất hai trong số nhiều mảng bao gồm số lượng tập tham số ALF khác nhau. Ví dụ, trong ví dụ trên Fig.5, có thể không cần thiết phải có năm vị trí trong mảng 60A vì, trong GOP gồm 16 hình ảnh, sẽ không bao giờ có nhiều hơn hai hình ảnh trong lớp thời gian T_0 . Vì vậy, mảng 60A có thể chỉ có hai vị trí. Cụ thể, trong ví dụ trên Fig.5, trong GOP gồm 16 hình ảnh, sẽ có nhiều nhất một hình ảnh trong lớp thời gian T_1 . Vì vậy, mảng 60B có thể chỉ có ba vị trí.

Theo một số ví dụ, sau khi mã hóa lát/đơn vị nhất định để thực hiện ALF, bộ mã hóa dữ liệu video có thể sử dụng tập bộ lọc liên quan tới lát để cập nhật các mảng liên quan tới TempIdx bằng nhau hoặc cao hơn. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó (và, trong một số trường hợp, các mảng tương ứng với các lớp thời gian tương ứng với các lớp thời gian cao hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó), tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời (tức là lát hoặc một đơn vị khác để thực hiện ALF). Ví dụ, trong ví dụ trên Fig.3 và Fig.5, nếu vùng hiện thời thuộc hình ảnh được kết hợp với POC 8, thì bộ mã hóa dữ liệu video có thể cập nhật các mảng 60B, 60C, 60D, và 60E để bao gồm tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

Theo một số ví dụ, giá trị POC liên quan tới mỗi tập bộ lọc (ví dụ tập tham số ALF) có thể cũng được ghi. Vì vậy, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời thuộc vào đó, giá trị POC của hình ảnh hiện thời. Theo một ví dụ, khi lựa chọn bộ lọc làm ứng viên từ một mảng cho trước để dự báo thời gian ALF, có thể cần giá trị POC kết hợp với bộ lọc bằng giá trị POC của một trong số các hình ảnh tham chiếu trong các danh sách hình ảnh tham chiếu hiện thời. Ví dụ, ngoài việc lưu trữ các tham số ALF cho các bộ lọc ALF được sử dụng bởi hình ảnh ở POC0 trên Fig.5, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ trong mảng 60A dữ liệu biểu thị giá trị của POC0. Trong ví dụ này, nếu hình ảnh ở POC0 không nằm trong hình ảnh tham chiếu của hình ảnh ở POC6 khi mã hóa vùng của hình ảnh ở POC6, bộ mã hóa dữ liệu video 20 không được phép lựa chọn bộ lọc ALF từ trong số các bộ lọc ALF được lưu trữ trong mảng 60A cho hình ảnh ở POC0.

Theo kỹ thuật thứ hai, mảng vẫn được dùng để lưu trữ các tập bộ lọc ALF mã hóa trước đó. Ngoài các bộ lọc, đối với mỗi tập (mà có thể chứa nhiều bộ lọc dùng để mã hóa lát/hình ảnh), chỉ số lớp thời gian (TempIdx) kết hợp với tập bộ lọc cũng được ghi. Nói cách khác, các chỉ số lớp thời gian có thể được lưu trữ cùng với các tham số ALF cho các bộ lọc ALF.

Theo một số ví dụ dựa trên kỹ thuật thứ hai, kích thước của mảng có thể được thiết lập bằng (số lượng lớp thời gian có thể có)*(số lượng tối đa các tập bộ lọc để dự báo thời gian cho lát/hình ảnh hoặc đơn vị khác cho việc sử dụng ALF). Theo một ví dụ, số lượng lớp thời gian có thể có có thể phụ thuộc vào cấu trúc mã hóa (ví dụ bao nhiêu mức được hỗ trợ trong cấu trúc B phân cấp) hoặc cờ kiểm tra trễ thấp (NoBackwardPredFlag trong đặc tả kỹ thuật HEVC).

Theo một ví dụ, số lượng tối đa tập bộ lọc để dự báo thời gian cho lát/hình ảnh hoặc đơn vị khác cho việc sử dụng ALF có thể được xác định trước hoặc được báo hiệu hoặc phụ thuộc vào TempIdx. Theo một ví dụ, số lượng lớp thời gian có thể có được thiết lập bằng 5 và số lượng tối đa tập bộ lọc để dự báo thời gian cho lát/hình ảnh hoặc đơn vị khác cho việc sử dụng ALF được thiết lập bằng 6. Khi mã hóa lát/hình ảnh, các ứng viên có thể có để dự báo thời gian có thể được quyết định bằng cách duyệt qua các tập được bao gồm trong mảng và tất cả hoặc một số tập bộ lọc có chỉ số TempIdx bằng nhau hoặc nhỏ hơn được coi như là các ứng viên hiệu quả.

Sau khi mã hóa lát/đơn vị nhất định để thực hiện ALF, tập bộ lọc liên quan tới lát và chỉ số TempIdx liên quan có thể được sử dụng để cập nhật mảng. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video (ví dụ bộ mã hóa dữ liệu video 20 hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30) có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng. Trong ví dụ này, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã có thể lưu trữ, trong mảng, tập tham số ALF có thể áp dụng. Bộ mã hóa hoặc bộ giải mã cũng có thể lưu trữ tập tham số ALF có thể áp dụng được trong một hoặc nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian cao hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video có thể không lưu trữ các tham số ALF trong mảng nếu các tham số ALF không được báo hiệu rõ ràng trong dòng bit. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã chỉ lưu trữ tập tham số ALF có thể áp dụng trong mảng nếu tập tham số ALF có thể áp dụng chưa được lưu trữ trong mảng.

Fig.6 minh họa mảng 70 để lưu trữ các tham số ALF và các giá trị chỉ số lớp thời gian (TempIdx), theo kỹ thuật thứ hai của sáng chế. Trong ví dụ trên Fig.6, số lượng lớp thời gian có thể có là 5 và số lượng tối đa tập bộ lọc để dự báo thời gian cho vùng được thiết lập bằng 6, kết quả là mảng 70 chứa 30 mục nhập. Trong ví dụ trên Fig.6, giả sử rằng mỗi hình ảnh trên Fig.3 được mã hóa với ALF cho phép và các bộ lọc ALF của mỗi hình ảnh được báo hiệu rõ ràng, trước khi giải mã POC6 trên Fig.3, các mảng cho các bộ lọc ALF đã lưu trữ có các trạng thái được thể hiện trên Fig.6.

Theo ví dụ trên Fig.6, bộ mã hóa dữ liệu video có thể rà soát các giá trị TempIdx lưu trữ trong mảng 70 để xác định mục nhập nào trong số các mục nhập trong mảng 70 lưu trữ các tham số ALF mà bộ mã hóa dữ liệu video có thể sử dụng làm bộ dự báo của các tham số ALF dùng để mã hóa POC6. Để làm được như vậy, bộ mã hóa dữ liệu video có thể bỏ qua mọi mục nhập xác định các giá trị TempIdx lớn hơn T_3 (tức là TempIdx của POC6). Trái với ví dụ trên Fig.4B, các bộ lọc của POC0 không được ghi đè bởi các bộ lọc của POC3.

Theo cách này, theo kỹ thuật thứ hai của sáng chế, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video. Vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tái tạo hình ảnh hiện thời. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 cũng lưu trữ, trong mảng, các

tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 20 lưu trữ, trong mảng, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới các tập tham số ALF. Chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập tham số ALF biểu thị lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được sử dụng để áp dụng bộ lọc ALF. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sau đó áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng được cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời. Sau khi áp dụng quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng vùng hiện thời để dự báo hình ảnh tiếp theo của dữ liệu video.

Tương tự, theo kỹ thuật thứ hai của sáng chế, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video. Vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Hơn nữa, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo hình ảnh hiện thời. Trong ví dụ này, bộ giải mã dữ liệu video 30 lưu trữ, trong mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 lưu trữ, trong mảng, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới các tập tham số ALF. Chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập tham số ALF biểu thị lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được sử dụng để áp dụng bộ lọc ALF. Trong ví dụ này, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Ngoài ra, trong ví dụ này, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng được cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

Theo một số ví dụ dựa trên kỹ thuật thứ hai của sáng chế, giá trị POC liên quan tới mỗi tập bộ lọc ALF có thể cũng được ghi. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video cũng có thể lưu trữ, trong mảng (ví dụ mảng 70), giá trị POC của hình ảnh hiện thời có các tham

số ALF được mã hóa rõ ràng. Vì vậy, trong ví dụ này, sau khi mã hóa/giải mã nhiều hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video đã lưu trữ, trong mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời mới.

Theo một ví dụ, các ứng viên có thể có để dự báo thời gian có thể được quyết định bằng cách duyệt qua các tập được bao gồm trong mảng, tất cả hoặc một số tập bộ lọc có TempIdx bằng nhau hoặc nhỏ hơn và tất cả có giá trị POC bằng giá trị POC của một trong hình ảnh tham chiếu trong danh sách hình ảnh tham chiếu hiện thời có thể được coi như là các ứng viên hiệu quả. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời thuộc vào đó hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Trong ví dụ này, cần thiết là, khi xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, giá trị POC liên quan tới tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bằng giá trị POC của hình ảnh tham chiếu trong danh sách hình ảnh tham chiếu của hình ảnh hiện thời.

Theo một số ví dụ dựa trên kỹ thuật thứ hai của sáng chế, mỗi bộ lọc ALF cần được lưu trữ trong mảng phải được kết hợp với hình ảnh tham chiếu mà được bao gồm trong tập hình ảnh tham chiếu của hình ảnh hiện thời (các hình ảnh này cũng sẽ có sẵn trong bộ đệm hình ảnh giải mã). Tức là, nếu hình ảnh không được bao gồm trong tập hình ảnh tham chiếu của hình ảnh hiện thời, thì các bộ lọc liên quan tới hình ảnh hiện thời không thể được lưu trữ và được dùng để dự báo thời gian ALF.

Theo một số ví dụ dựa trên kỹ thuật thứ hai của sáng chế, kích thước của mảng có thể phụ thuộc vào kích thước của tập hình ảnh tham chiếu. Ví dụ, kích thước của mảng có thể bằng số lượng tối đa hình ảnh tham chiếu được phép ở trong hình ảnh tham chiếu.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video không tạo ra danh sách riêng cho các tham số bộ lọc ALF (tức là các tham số ALF), nhưng danh sách này giống với các danh sách hình ảnh tham chiếu được tạo ra cho lát hiện thời. Trong trường hợp này, các tham số ALF liên quan tới các hình ảnh tham chiếu của vùng hiện thời được lưu trữ trực tiếp

cùng với các thông tin khác (như các mẫu tái tạo, các thông tin chuyển động của mỗi khối với một vùng) được yêu cầu bởi việc lưu trữ các hình ảnh tham chiếu. Theo một phương án khác, danh sách tham số bộ lọc ALF được thiết lập bằng tập hình ảnh tham chiếu của lát (hoặc hình ảnh) hiện thời.

Theo một ví dụ khác trong đó mỗi bộ lọc ALF lưu trữ trong mảng (ví dụ mảng 70) được kết hợp với hình ảnh tham chiếu có trong tập hình ảnh tham chiếu của hình ảnh hiện thời, danh sách (mảng) tham số bộ lọc ALF (liên quan tới các hình ảnh tham chiếu bao gồm trong tập hình ảnh tham chiếu của hình ảnh hiện thời) được tạo ra riêng độc lập với các danh sách hình ảnh tham chiếu cho lát hiện thời. Để tạo ra hiệu quả một danh sách hiệu quả gồm các tham số bộ lọc ALF, sao cho tập tham số bộ lọc ALF được dùng thường xuyên hơn nằm ở các vị trí đầu tiên trong danh sách tham số bộ lọc ALF, các phần tử cú pháp để báo hiệu thứ tự cụ thể của các tập tham số bộ lọc ALF ứng viên trong danh sách tham số bộ lọc ALF có thể được bao gồm trong phần đầu lát, tương tự như cú pháp sửa đổi danh sách hình ảnh tham chiếu ở phần đầu lát.

Theo kỹ thuật thứ ba, thay vì sử dụng quy tắc FIFO để cập nhật (các) mảng cho các bộ lọc ALF đã lưu, sáng chế đề xuất xem xét tiếp các giá trị chênh lệch đếm thứ tự hình ảnh (Picture Order Count - POC) để cập nhật (các) mảng. Ví dụ, nếu mảng (ví dụ, mảng 50 trên Fig.4A và Fig.4B, một trong các mảng 60 trên Fig.5, hoặc mảng 70 trên Fig.6) là đầy đủ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định mục nhập nào trong mảng lưu trữ các bộ lọc ALF liên quan tới giá trị POC khác nhất với giá trị POC của hình ảnh hiện thời. Theo một ví dụ dựa trên kỹ thuật thứ nhất, khi tập tham số ALF được báo hiệu rõ ràng cho vùng của hình ảnh hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên các chênh lệch giữa giá trị POC của hình ảnh hiện thời và các giá trị POC liên quan tới các tập tham số ALF, tập tham số ALF nào trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó để thay thế bằng tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Theo một ví dụ dựa trên kỹ thuật thứ hai, khi tập tham số ALF được báo hiệu rõ ràng cho vùng của hình ảnh hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên các giá trị chênh lệch giữa giá trị POC của hình ảnh hiện thời và các giá trị POC liên quan tới các tập tham số ALF, tập tham số ALF nào trong mảng để thay thế bằng tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

Theo một số ví dụ, có thể xác định một danh sách riêng các bộ lọc lựa chọn từ tập hình ảnh tham chiếu mà khác với việc chọn các hình ảnh tham chiếu từ tập hình ảnh tham chiếu. Trong trường hợp này, các bộ lọc được chọn có thể từ hình ảnh không bao gồm trong danh sách hình ảnh tham chiếu bất kỳ gồm lát/ô/hình ảnh hiện thời.

Theo kỹ thuật thứ tư, việc báo hiệu chỉ số của tập/tập con bộ lọc được chọn để dự báo thời gian ALF có thể phụ thuộc vào chỉ số lớp thời gian. Tập con các bộ lọc để dự báo thời gian ALF là tập hợp các bộ lọc ALF cục bộ. Ví dụ, hiện nay, có thể có 25 bộ lọc ALF cho mỗi hình ảnh. Trong ví dụ này, khi sử dụng kỹ thuật dự báo thời gian, bộ mã hóa dữ liệu video có thể chọn 10 thay vì 25 bộ lọc ALF để kết hợp với hình ảnh. Theo một ví dụ, phương pháp nhị phân hóa đơn phân rút gọn có thể được dùng để mã hóa chỉ số đã chọn của tập bộ lọc và giá trị tối đa của số lượng tập hợp cho phép phụ thuộc vào chỉ số lớp thời gian.

Ví dụ, theo ví dụ về kỹ thuật thứ tư, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể bao gồm, trong dòng bit, phần tử cú pháp biểu thị chỉ số của tập tham số ALF được chọn. Tương tự, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu được, từ dòng bit, phần tử cú pháp biểu thị chỉ số của tập tham số ALF được chọn. Tập tham số ALF được chọn có thể nằm trong một trong số các mảng thuộc loại được dùng trong kỹ thuật thứ nhất hoặc mảng thuộc loại được dùng trong kỹ thuật thứ hai. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ lọc ALF cho vùng hiện thời. Trong ví dụ này, định dạng của phần tử cú pháp phụ thuộc vào chỉ số lớp thời gian. Ví dụ, phương pháp nhị phân hóa đơn phân rút gọn có thể được sử dụng để mã hóa phần tử cú pháp và giá trị tối đa của số lượng tập tham số ALF cho phép phụ thuộc vào chỉ số lớp thời gian.

Theo một số ví dụ dựa trên kỹ thuật thứ tư, việc báo hiệu chỉ số có thể còn phụ thuộc vào các giá trị chênh lệch POC. Nói cách khác, trong ngữ cảnh của ví dụ nêu ở đoạn trước, định dạng của phần tử cú pháp còn phụ thuộc vào các giá trị chênh lệch POC. Ví dụ, nếu chỉ số bằng 0, thì tập tham số ALF đã chọn được kết hợp với hình ảnh có giá trị POC gần nhất với giá trị POC của hình ảnh hiện thời; nếu chỉ số bằng 1, thì tập tham số ALF đã chọn được kết hợp với hình ảnh có giá trị POC gần nhất tiếp theo

với giá trị POC của hình ảnh hiện thời, v.v.. Trong ví dụ này, nếu hai hoặc nhiều trong số các tập tham số ALF trong mảng hoặc các mảng được kết hợp với các hình ảnh có cùng khoảng cách POC từ hình ảnh hiện thời, thì các tập tham số ALF liên quan tới các hình ảnh với các giá trị POC thấp hơn (hoặc, trong các ví dụ khác, cao hơn) được kết hợp với các giá trị chỉ số thấp hơn.

Theo kỹ thuật thứ năm, thay vì kế thừa cả hệ số lọc và thông tin hợp nhất nhóm, sáng chế đề xuất chỉ thông tin hợp nhất nhóm có thể được kế thừa. Tức là, các chỉ số bộ lọc cho các nhóm khác nhau có thể được kế thừa từ thông tin mã hóa trước đó. Theo cách khác, hơn nữa, các mảng riêng rẽ có thể được cấp phát một mảng để ghi các chỉ số bộ lọc cho mỗi nhóm và một mảng khác để ghi các hệ số lọc.

Vì vậy, trong một ví dụ theo kỹ thuật thứ năm, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong nhiều mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời, mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với lớp thời gian khác tương ứng. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, từ tập tham số ALF trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, thông tin hợp nhất nhóm chứ không phải các hệ số lọc.

Hơn nữa, trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong nhiều mảng thứ hai, tập hệ số lọc được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời, mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng thứ hai tương ứng với lớp thời gian khác tương ứng. Là một phần của quy trình xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên tập hệ số lọc ở một trong các mảng trong số nhiều mảng thứ hai tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó và dựa trên tập tham số ALF trong mảng trong số nhiều mảng thứ nhất tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng được.

Trong một ví dụ theo kỹ thuật thứ năm, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, từ tập tham số ALF trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, thông tin hợp nhất nhóm chứ không phải các hệ số lọc.

Hơn nữa, trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng thứ hai, tập hệ số lọc được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Trong các ví dụ như vậy, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng thứ hai, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập hệ số lọc. Chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập hệ số lọc biểu thị lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được sử dụng để áp dụng bộ lọc ALF. Là một phần của quy trình xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên tập hệ số lọc ở một trong các mảng trong số nhiều mảng thứ hai tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó và dựa trên tập tham số ALF trong mảng trong số nhiều mảng thứ nhất tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

Theo kỹ thuật thứ sáu, thay vì kế thừa cả hệ số lọc và thông tin hợp nhất nhóm, sáng chế đề xuất rằng chỉ các hệ số lọc có thể được kế thừa. Tức là, đối với lát/hình ảnh hiện thời, mối quan hệ giữa chỉ số nhóm và chỉ số bộ lọc có thể còn được báo hiệu thậm chí dự báo thời gian được sử dụng.

Vì vậy, theo ví dụ của kỹ thuật thứ sáu, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong nhiều mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với lớp thời gian khác tương ứng. Trong ví dụ này, là một phần của quy trình xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, từ tập tham số ALF trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp

thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, các hệ số lọc chứ không phải thông tin hợp nhất nhóm.

Hơn nữa, trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong nhiều mảng thứ hai, tập thông tin hợp nhất nhóm được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng thứ hai tương ứng với lớp thời gian khác tương ứng. Là một phần của quy trình xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên tập thông tin hợp nhất nhóm ở một trong các mảng trong số nhiều mảng thứ hai tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó và dựa trên tập tham số ALF trong mảng trong số nhiều mảng thứ nhất tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng.

Theo một ví dụ khác của kỹ thuật thứ sáu, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, từ tập tham số ALF trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, các hệ số lọc chứ không phải thông tin hợp nhất nhóm.

Hơn nữa, trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng thứ hai, tập thông tin hợp nhất nhóm được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video cũng có thể lưu trữ, trong mảng thứ hai, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập thông tin hợp nhất nhóm. Chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập hệ số lọc biểu thị lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được dùng để áp dụng bộ lọc ALF. Là một phần của quy trình xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video có thể xác định, dựa trên tập hệ số lọc ở một trong các mảng trong số nhiều mảng thứ hai tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời

thuộc vào đó và dựa trên tập tham số ALF trong mảng trong nhiều mảng thứ nhất tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc tương ứng với lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

Theo kỹ thuật thứ bảy, thậm chí khi dự báo thời gian được sử dụng, các giá trị chênh lệch giữa các bộ lọc lưu trữ được chọn và bộ lọc suy ra có thể được báo hiệu tiếp. Theo một ví dụ, thiết kế hiện nay để báo hiệu cờ và chỉ số cho phép dự báo thời gian của tập bộ lọc có thể vẫn được sử dụng. Ngoài ra, cờ có thể được sử dụng để chỉ báo xem có cần báo hiệu các giá trị chênh lệch bộ lọc hay không. Nếu có, các giá trị chênh lệch có thể được báo hiệu tiếp. Theo một số ví dụ, các bộ lọc từ các khung hoặc lát mã hóa trước đó có thể được bổ sung và coi như một phần của các bộ lọc cố định. Trong trường hợp này, kích thước bộ lọc cố định và các hệ số bộ lọc cố định có thể được thay đổi một cách thích ứng. Theo cách khác, hơn nữa, trong một số ví dụ, khi bộ lọc của một tập hợp được bổ sung cho bộ lọc cố định, việc rút gọn sẽ được áp dụng để tránh sự sao chép.

Trong một ví dụ theo kỹ thuật thứ bảy, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Theo cách khác, trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Trong mỗi trường hợp, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể bao gồm, trong dòng bit, thông tin biểu thị giá trị chênh lệch giữa tập tham số ALF được chọn và tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể bao gồm, trong dòng bit, phần tử cú pháp biểu thị xem dòng bit có bao gồm thông tin biểu thị giá trị chênh lệch không.

Trong một ví dụ khác theo kỹ thuật thứ bảy, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Theo cách khác, trong ví dụ này, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp

thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Trong mỗi trường hợp, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu được, từ dòng bit, thông tin biểu thị giá trị chênh lệch giữa tập tham số ALF được chọn và tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Trong ví dụ này, là một phần của quy trình xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn và giá trị chênh lệch, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Theo một số ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu được, từ dòng bit, phần tử cú pháp biểu thị xem dòng bit có bao gồm thông tin biểu thị giá trị chênh lệch không.

Theo kỹ thuật thứ tám, một hoặc nhiều tập bộ lọc ALF có thể được lưu trữ trong các tập tham số (ví dụ, các tập tham số chuỗi hoặc các tập tham số hình ảnh) sao cho các hình ảnh thậm chí trong các chuỗi dữ liệu video mã hóa khác nhau có thể sử dụng chúng. Để tránh các vấn đề biến dạng lỗi hoặc các vấn đề truy cập ngẫu nhiên, không được phép cập nhật tập bộ lọc ALF ở các tập tham số sử dụng các bộ lọc ALF được báo hiệu ở các phần đầu lát. Ví dụ, khi mã hóa dòng bit, bộ mã hóa dữ liệu video có thể lưu trữ, trong mảng, tập bộ lọc ALF xác định ở tập tham số của dòng bit. Trong ví dụ này, các phần đầu lát có thể bao gồm các tham số ALF xác định các bộ lọc ALF bổ sung hoặc các giá trị chênh lệch bộ lọc. Phần đầu lát là một phần của lát mã hóa (hoặc đoạn lát mã hóa) chứa các phần tử dữ liệu liên quan đến đơn vị cây mã hóa thứ nhất hoặc tất cả các đơn vị cây mã hóa được biểu diễn trong lát (hoặc đoạn lát).

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa dữ liệu video 20 làm ví dụ có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.7 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không được xem là giới hạn các kỹ thuật như được minh họa và mô tả rộng rãi trong sáng chế. Các kỹ thuật của sáng chế có thể áp dụng được cho các chuẩn hoặc phương pháp mã hóa khác nhau.

Hệ mạch xử lý bao gồm bộ mã hóa dữ liệu video 20, và bộ mã hóa dữ liệu video 20 được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều trong số các kỹ thuật làm ví dụ được mô tả trong sáng chế. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 bao gồm hệ mạch tích hợp, và một số đơn vị thể hiện trên Fig.5 có thể được tạo ra dưới dạng các khối mạch phần cứng mà được liên kết với bus mạch. Các khối mạch phần cứng này có thể là các khối mạch riêng hoặc hai hoặc nhiều trong số các đơn vị có thể được kết hợp vào khối mạch phần

cứng chung. Các khối mạch phần cứng có thể được tạo ra dưới dạng tổ hợp của các thành phần điện tạo ra các khối hoạt động như các đơn vị logic số học (arithmetic logic unit - ALU), các đơn vị hàm sơ cấp (elementary function unit - EFU), cũng như các khối logic như AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR, và các khối logic tương tự khác.

Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều trong số các đơn vị minh họa trên Fig.7 có thể là các đơn vị phần mềm thực hiện trên hệ mạch xử lý. Trong các ví dụ như vậy, mã đối tượng cho các đơn vị phần mềm này được lưu trữ trong bộ nhớ. Hệ điều hành có thể khiến cho bộ mã hóa dữ liệu video 20 tìm kiếm mã đối tượng và thực thi mã đối tượng, điều này khiến cho bộ mã hóa dữ liệu video 20 thực hiện các hoạt động để thực hiện các kỹ thuật làm ví dụ. Theo một số ví dụ, các đơn vị phần mềm có thể là phần sụn mà bộ mã hóa dữ liệu video 20 thực thi lúc khởi động. Do vậy, bộ mã hóa dữ liệu video 20 là thành phần cấu trúc có phần cứng thực hiện các kỹ thuật làm ví dụ hoặc có phần mềm/phần sụn thực thi trên phần cứng để đặc biệt hóa phần cứng để thực hiện các kỹ thuật làm ví dụ.

Trong ví dụ trên Fig.7, bộ mã hóa dữ liệu video 20 bao gồm đơn vị xử lý dự báo 100, bộ nhớ dữ liệu video 101, đơn vị tạo dữ liệu dư 102, đơn vị xử lý biến đổi 104, đơn vị lượng tử hóa 106, đơn vị lượng tử hóa ngược 108, đơn vị xử lý biến đổi ngược 110, đơn vị tái tạo 112, đơn vị lọc 114, bộ đệm hình ảnh giải mã 116, và đơn vị mã hóa entropy 118. Đơn vị xử lý dự báo 100 bao gồm đơn vị xử lý dự báo liên hình 120 và đơn vị xử lý dự báo nội hình 126. Đơn vị xử lý dự báo liên hình 120 bao gồm đơn vị đánh giá chuyển động và đơn vị bù chuyển động (không được thể hiện trên hình vẽ).

Bộ nhớ dữ liệu video 101 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video cần được mã hóa bởi các thành phần của bộ mã hóa dữ liệu video 20. Dữ liệu video lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 101 có thể được thu nhận, ví dụ, từ nguồn video 18. Bộ đệm hình ảnh giải mã 116 có thể là bộ nhớ hình ảnh chuẩn lưu trữ dữ liệu video chuẩn dùng để mã hóa dữ liệu video bằng bộ mã hóa dữ liệu video 20, ví dụ, theo các chế độ mã hóa dự báo nội hình hoặc liên hình. Bộ nhớ dữ liệu video 101 và bộ đệm hình ảnh giải mã 116 có thể được tạo ra bởi thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị nhớ, 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 điện trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ dữ liệu

video 101 và bộ đệm hình ảnh giải mã 116 có thể được tạo ra bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Theo các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 101 có thể nằm trên chip cùng các bộ phận khác của bộ mã hóa dữ liệu video 20, hoặc ngoài chip so với các bộ phận này. Bộ nhớ dữ liệu video 101 có thể giống với hoặc là một phần của phương tiện lưu trữ 19 trên Fig.1.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 thu dữ liệu video. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa mỗi CTU trong một lát của hình ảnh của dữ liệu video. Mỗi trong số các CTU có thể được kết hợp với các CTB độ chói có kích thước bằng nhau và các CTB tương ứng của hình ảnh. Là một phần của quy trình mã hóa CTU, đơn vị xử lý dự báo 100 có thể thực hiện kỹ thuật phân chia để chia các CTB của CTU thành các khối nhỏ dần. Khối nhỏ hơn có thể là các khối mã hóa của các CU. Ví dụ, đơn vị xử lý dự báo 100 có thể phân chia CTB liên quan đến CTU theo cấu trúc cây.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa các CU của CTU để tạo ra các dạng biểu diễn được mã hóa của các CU (tức là, các CU mã hóa). Là một phần của quy trình mã hóa CU, đơn vị xử lý dự báo 100 có thể phân chia các khối mã hóa liên quan tới CU trong số một hoặc nhiều PU của CU này. Do đó, mỗi PU có thể được kết hợp với khối dự báo độ chói và các khối dự báo màu tương ứng. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể hỗ trợ các PU có các kích thước khác nhau. Như được biểu thị ở trên, kích thước của CU có thể chỉ kích thước khối mã hóa độ chói của CU và kích thước của PU có thể chỉ kích thước khối dự báo độ chói của PU. Giả sử kích thước của một CU cụ thể là $2N \times 2N$, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể hỗ trợ các kích thước PU $2N \times 2N$ hoặc $N \times N$ đối với dự báo nội hình, và các kích thước PU đối xứng $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$, hoặc tương tự đối với dự báo liên hình. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 cũng có thể hỗ trợ phân chia không đối xứng các kích thước PU $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$, và $nR \times 2N$ đối với dự báo liên hình.

Đơn vị xử lý dự báo liên hình 120 có thể tạo ra dữ liệu dự báo cho PU. Là một phần của quy trình tạo ra dữ liệu dự báo cho PU, đơn vị xử lý dự báo liên hình 1220 thực hiện dự báo liên hình trên PU. Dữ liệu dự báo cho PU có thể bao gồm các khối dự báo của PU và thông tin chuyển động cho PU. Đơn vị xử lý dự báo liên hình 120 có thể thực hiện các thao tác khác nhau cho PU của CU tùy thuộc vào việc PU ở trong lát I, lát

P hay lát B. Trong lát I, tất cả PU đều được dự báo nội hình. Do đó, nếu PU ở trong lát I, thì đơn vị xử lý dự báo liên hình 120 không thực hiện dự báo liên hình trên PU. Do đó, đối với các khối được mã hóa trong chế độ I, khối dự báo được tạo ra bằng cách sử dụng kỹ thuật dự báo không gian từ các khối lân cận được mã hóa trước đó trong cùng một khung. Nếu PU ở trong lát P, thì đơn vị xử lý dự báo liên hình 120 có thể sử dụng kỹ thuật dự báo liên hình một chiều để tạo ra khối dự báo cho PU. Nếu PU ở trong lát B, thì đơn vị xử lý dự báo nội hình 120 có thể sử dụng kỹ thuật dự báo liên hình một chiều hoặc hai chiều để tạo ra khối dự báo cho PU.

Đơn vị xử lý dự báo nội hình 126 có thể tạo ra dữ liệu dự báo cho PU bằng cách thực hiện dự báo nội hình trên PU. Dữ liệu dự báo cho PU có thể bao gồm các khối dự báo của PU và một số phần tử cú pháp. Đơn vị xử lý dự báo nội hình 126 có thể thực hiện dự báo nội hình trên các PU trong các lát I, lát P và lát B.

Để thực hiện dự báo nội hình trên PU, đơn vị xử lý dự báo nội hình 126 có thể sử dụng nhiều chế độ dự báo nội hình để tạo ra nhiều tập hợp dữ liệu dự báo cho PU. Đơn vị xử lý dự báo nội hình 126 có thể sử dụng mẫu từ các khối mẫu của các PU lân cận để tạo ra khối dự báo cho PU. Các PU lân cận có thể ở trên, ở trên và về bên phải, ở trên và về bên trái, hoặc ở bên trái của PU, giả sử thứ tự mã hóa từ trái sang phải, từ trên xuống dưới cho các PU, CU và CTU. Đơn vị xử lý dự báo nội hình 126 có thể sử dụng các chế độ dự báo nội hình khác nhau, ví dụ, 33 chế độ dự báo nội hình có hướng. Theo một số ví dụ, số lượng chế độ dự báo nội hình có thể phụ thuộc vào kích thước của vùng liên quan tới PU đó.

Đơn vị xử lý dự báo 100 có thể chọn dữ liệu dự báo cho các PU của CU từ trong số dữ liệu dự báo được tạo ra bởi đơn vị xử lý dự báo liên hình 120 cho các PU hoặc dữ liệu dự báo được tạo ra bởi đơn vị xử lý dự báo nội hình 126 cho các PU. Theo một số ví dụ, đơn vị xử lý dự báo 100 lựa chọn dữ liệu dự báo cho các PU của CU dựa trên số đo tốc độ/độ méo của các tập hợp dữ liệu dự báo. Các khối dự báo của dữ liệu dự báo được chọn ở đây có thể được gọi là các khối dự báo được chọn.

Dựa trên các khối mã hóa (ví dụ, các khối mã hóa độ chói, Cb và Cr) của CU và các khối dự báo đã chọn (ví dụ, các khối dự báo độ chói, Cb và Cr) của PU trong CU, đơn vị tạo ra dữ liệu dư 102 có thể tạo ra các khối dữ liệu dư (ví dụ, các khối dữ liệu dư

độ chói, Cb và Cr) cho CU. Ví dụ, đơn vị tạo ra dữ liệu dư 102 có thể tạo ra các khối dữ liệu dư của CU sao cho mỗi mẫu trong các khối dữ liệu dư này có giá trị bằng hiệu số giữa mẫu trong khối mã hóa của CU và mẫu tương ứng trong khối dự báo được chọn tương ứng của PU trong CU.

Đơn vị xử lý biến đổi 104 có thể phân chia các khối dữ liệu dư của CU thành các khối biến đổi của các TU của CU. Ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi 104 có thể thực hiện phân chia cây tứ phân để phân chia các khối dữ liệu dư của CU thành các khối biến đổi của các TU của CU. Do đó, TU có thể được kết hợp với một khối biến đổi độ chói và hai khối biến đổi màu. Kích thước và vị trí của các khối biến đổi độ chói và màu của các TU trong CU có thể dựa vào hoặc không dựa vào kích thước và vị trí của các khối dự báo của PU trong CU. Cấu trúc cây tứ phân được biết đến là “cây tứ phân dư” (residual quad-tree - RQT) có thể bao gồm các nút kết hợp với mỗi trong số các vùng. Các TU của CU có thể tương ứng với các nút lá của cây RQT.

Đơn vị xử lý biến đổi 104 có thể tạo ra các khối hệ số biến đổi cho mỗi TU của CU bằng cách áp dụng một hoặc nhiều kỹ thuật biến đổi vào các khối biến đổi của TU. Đơn vị xử lý biến đổi 104 có thể áp dụng một số kỹ thuật biến đổi cho khối biến đổi kết hợp với TU. Ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi 104 có thể áp dụng kỹ thuật biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi có hướng, hoặc biến đổi tương tự về mặt khái niệm cho khối biến đổi. Theo một số ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi 104 không áp dụng các kỹ thuật biến đổi cho khối biến đổi. Trong các ví dụ như vậy, khối biến đổi có thể được xem như một khối hệ số biến đổi.

Đơn vị lượng tử hóa 106 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi trong khối hệ số. Quy trình lượng tử hóa có thể giảm độ sâu bit liên quan đến một số hoặc tất cả hệ số biến đổi. Ví dụ, hệ số biến đổi n bit có thể được làm tròn xuống hệ số biến đổi m bit khi lượng tử hóa, trong đó n lớn hơn m . Đơn vị lượng tử hóa 106 có thể lượng tử hóa khối hệ số liên quan tới TU trong CU dựa trên giá trị tham số lượng tử hóa (quantization parameter - QP) liên quan tới CU. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể điều chỉnh mức độ lượng tử hóa áp dụng cho các khối hệ số kết hợp với CU bằng cách điều chỉnh giá trị QP liên quan đến CU. Quy trình lượng tử hóa có thể làm mất thông tin. Do đó, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể có độ chính xác thấp hơn so với các hệ số biến đổi ban đầu.

Đơn vị lượng tử hóa ngược 108 và đơn vị xử lý biến đổi ngược 110 có thể áp dụng lần lượt kỹ thuật lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược cho khối hệ số để tái tạo khối dữ liệu dư từ khối hệ số này. Đơn vị tái tạo 112 có thể bổ sung các mẫu của khối dữ liệu dư đã tái tạo cho các mẫu tương ứng từ một hoặc nhiều khối dự báo tạo ra bởi đơn vị xử lý dự báo 100 để tạo ra khối biến đổi đã tái tạo gắn với TU. Bằng cách tái tạo các khối biến đổi cho từng TU của CU theo cách này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tái tạo các khối mã hóa của CU.

Đơn vị lọc 114 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động tách khối để giảm các thành phần lạ tạo khối trong các khối mã hóa liên quan đến CU. Đơn vị lọc 114 có thể thực hiện các kỹ thuật lọc theo sáng chế. Ví dụ, đơn vị lọc 114 có thể lưu trữ, trong nhiều mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Trong ví dụ này, mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với một lớp thời gian khác tương ứng. Hơn nữa, trong ví dụ này, đơn vị lọc 114 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn ở một trong số các mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Trong ví dụ này, đơn vị lọc 114 có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho một hoặc nhiều khối trong vùng hiện thời.

Theo một ví dụ khác, đơn vị lọc 114 có thể lưu trữ, trong mảng (ví dụ, mảng 70 trên Fig.6), các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Ngoài ra, đơn vị lọc 114 có thể lưu trữ, trong mảng, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới các tập tham số ALF. Chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập tham số ALF biểu thị lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được sử dụng để áp dụng bộ lọc ALF. Hơn nữa, trong ví dụ này, đơn vị lọc 114 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Trong ví dụ này, đơn vị lọc 114 có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho một hoặc nhiều khối trong vùng hiện thời.

Bộ đệm hình ảnh giải mã 116 có thể lưu trữ các khối mã hóa đã tái tạo sau khi đơn vị lọc 114 thực hiện một hoặc nhiều hoạt động tách khối trên các khối mã hóa đã tái tạo. Đơn vị xử lý dự báo liên hình 120 có thể sử dụng hình ảnh chuẩn chứa các khối mã hóa tái tạo để thực hiện dự báo liên hình trên các PU của các hình ảnh khác. Ngoài ra, đơn vị xử lý dự báo nội hình 126 có thể sử dụng các khối mã hóa tái tạo trong bộ đệm hình ảnh giải mã 116 để thực hiện dự báo nội hình trên các PU khác trong hình ảnh giống với CU.

Đơn vị mã hóa entropy 118 có thể thu dữ liệu từ các thành phần chức năng khác của bộ mã hóa dữ liệu video 20. Ví dụ, đơn vị mã hóa entropy 118 có thể thu các khối hệ số từ đơn vị lượng tử hóa 106 và có thể thu các phần tử cú pháp từ đơn vị xử lý dự báo 100. Đơn vị mã hóa entropy 118 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động mã hóa entropy trên dữ liệu để tạo ra dữ liệu được mã hóa entropy. Ví dụ, đơn vị mã hóa entropy 118 có thể thực hiện hoạt động CABAC, hoạt động mã hóa chiều dài thay đổi thích ứng theo ngữ cảnh (context-adaptive variable length coding - CAVLC), hoạt động mã hóa chiều dài biến đổi theo sự biến đổi (variable-to-variable - V2V), hoạt động mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), hoạt động mã hóa entropy phân chia khoảng xác suất (Probability Interval Partitioning Entropy - PIPE), hoạt động mã hóa hàm mũ- Golomb, hoặc kiểu hoạt động mã hóa entropy khác trên dữ liệu. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xuất ra dòng bit bao gồm dữ liệu mã hóa entropy được tạo ra bởi đơn vị mã hóa entropy 118. Ví dụ, dòng bit có thể chứa dữ liệu biểu diễn giá trị của các hệ số biến đổi cho CU.

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã dữ liệu video 30 làm ví dụ được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.8 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không làm giới hạn các kỹ thuật như được minh họa và mô tả theo nghĩa rộng trong sáng chế. Nhằm mục đích giải thích, sáng chế mô tả bộ giải mã dữ liệu video 30 theo ngữ cảnh mã hóa HEVC. Tuy nhiên, các kỹ thuật trong bản mô tả này có thể áp dụng được cho các phương pháp hoặc chuẩn mã hóa khác.

Hệ mạch xử lý bao gồm bộ giải mã dữ liệu video 30, và bộ giải mã dữ liệu video 30 được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều trong số các kỹ thuật ví dụ được mô tả trong sáng chế. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 bao gồm hệ mạch tích hợp, và một

số đơn vị minh họa trên Fig.8 có thể được tạo ra dưới dạng các khối mạch phần cứng được liên kết nối với bus mạch. Các khối mạch phần cứng này có thể là các khối mạch riêng hoặc hai hoặc nhiều trong số các đơn vị có thể được kết hợp vào khối mạch phần cứng chung. Các khối mạch phần cứng có thể được tạo ra dưới dạng tổ hợp của các thành phần điện tạo thành các khối hoạt động như các đơn vị logic số học (ALU - arithmetic logic unit), các đơn vị hàm sơ cấp (EFU - elementary function unit), cũng như các khối logic như AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR, và các khối logic tương tự khác.

Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều trong số các đơn vị minh họa trên Fig.8 có thể là các đơn vị phần mềm thực hiện trên hệ mạch xử lý. Trong các ví dụ như vậy, mã đối tượng cho các đơn vị phần mềm này được lưu trữ trong bộ nhớ. Hệ điều hành có thể khiến cho bộ giải mã dữ liệu video 30 tìm kiếm mã đối tượng và thực thi mã đối tượng, điều này khiến cho bộ giải mã dữ liệu video 30 thực hiện các hoạt động để thực hiện các kỹ thuật làm ví dụ. Theo một số ví dụ, các đơn vị phần mềm có thể là phần sụn mà bộ giải mã dữ liệu video 30 thực thi khi khởi động. Do vậy, bộ giải mã dữ liệu video 30 là thành phần cấu trúc có phần cứng để thực hiện các kỹ thuật làm ví dụ hoặc có phần mềm/phần sụn thực thi trên phần cứng để đặc biệt hóa phần cứng để thực thi các kỹ thuật làm ví dụ.

Trong ví dụ trên Fig.8, bộ giải mã dữ liệu video 30 bao gồm đơn vị giải mã entropy 150, bộ nhớ dữ liệu video 151, đơn vị xử lý dự báo 152, đơn vị lượng tử hóa ngược 154, đơn vị xử lý biến đổi ngược 156, đơn vị tái tạo 158, đơn vị lọc 160, và bộ đệm hình ảnh giải mã 162. Đơn vị xử lý dự báo 152 bao gồm đơn vị bù chuyển động 164 và đơn vị xử lý dự báo nội hình 166. Trong các ví dụ khác, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể bao gồm nhiều hơn, ít hơn, hoặc các thành phần chức năng khác.

Bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể lưu trữ dữ liệu video mã hóa, ví dụ như dòng bit video mã hóa, cần được giải mã bởi các thành phần của bộ giải mã dữ liệu video 30. Dữ liệu video được lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể được thu, ví dụ, từ phương tiện đọc được bằng máy tính 16, ví dụ, từ nguồn video cục bộ, như máy quay, qua truyền dữ liệu video trên mạng có dây hoặc không dây, hoặc bằng cách truy cập phương tiện lưu trữ dữ liệu vật lý. Bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể tạo ra bộ đệm hình ảnh mã hóa (CPB - coded picture buffer) để lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa từ dòng bit video mã

hóa. Bộ đệm hình ảnh giải mã 162 có thể là bộ nhớ hình ảnh chuẩn lưu trữ dữ liệu video chuẩn dùng để giải mã dữ liệu video bằng bộ giải mã dữ liệu video 30, ví dụ, theo các chế độ nội mã hóa hoặc liên mã hóa, hoặc xuất ra dữ liệu video. Bộ nhớ dữ liệu video 151 và bộ đệm hình ảnh giải mã 162 có thể được tạo ra bởi thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị nhớ, 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 điện trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ dữ liệu video 151 và bộ đệm hình ảnh giải mã 162 có thể được tạo ra bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Trong các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể nằm trên chip cùng các bộ phận khác của bộ giải mã dữ liệu video 30, hoặc không nằm trên chip so với các bộ phận đó. Bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể giống hoặc là một phần của phương tiện lưu trữ 28 trên Fig.1.

Bộ nhớ dữ liệu video 151 nhận và lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa (ví dụ, các đơn vị NAL) từ dòng bit. Đơn vị giải mã entropy 150 có thể nhận dữ liệu video đã mã hóa (ví dụ, đơn vị NAL) từ bộ nhớ dữ liệu video 151 và có thể phân tích các đơn vị NAL để thu được các phần tử cú pháp. Đơn vị giải mã entropy 150 có thể giải mã entropy các phần tử cú pháp được mã hóa entropy trong các đơn vị NAL. Đơn vị xử lý dự báo 152, đơn vị lượng tử hóa ngược 154, đơn vị xử lý biến đổi ngược 156, đơn vị tái tạo 158, và đơn vị lọc 160 có thể tạo ra dữ liệu video đã giải mã dựa trên các phần tử cú pháp trích ra từ dòng bit. Đơn vị giải mã entropy 150 có thể thực hiện quy trình thường ngược với quy trình của đơn vị mã hóa entropy 118.

Ngoài việc thu nhận các phần tử cú pháp từ dòng bit, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện hoạt động tái tạo trên CU không phân chia. Để thực hiện hoạt động tái tạo này, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện hoạt động tái tạo trên từng TU của CU. Bằng cách thực hiện hoạt động tái tạo cho từng TU của CU, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các khối dữ liệu dư của CU.

Là một phần của quy trình thực hiện hoạt động tái tạo trên TU của CU, đơn vị lượng tử hóa ngược 154 có thể lượng tử hóa ngược, tức là, khử lượng tử hóa, các khối hệ số liên quan đến TU. Sau khi đơn vị lượng tử hóa ngược 154 lượng tử hóa ngược khối hệ số, đơn vị xử lý biến đổi ngược 156 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi ngược cho khối hệ số để tạo ra khối dữ liệu dư liên quan đến TU. Ví dụ, đơn vị xử

lý biến đổi ngược 156 có thể áp dụng phép biến đổi DCT ngược, biến đổi số nguyên ngược, biến đổi Karhunen-Loeve ngược (Karhunen-Loeve transform - KLT), biến đổi quay ngược, biến đổi hướng ngược, hoặc phép biến đổi ngược khác cho khối hệ số.

Đơn vị lượng tử hóa ngược 154 có thể thực hiện các kỹ thuật cụ thể theo sáng chế. Ví dụ, với ít nhất một nhóm lượng tử hóa tương ứng trong số nhiều nhóm lượng tử hóa trong CTB của CTU trong hình ảnh của dữ liệu video, đơn vị lượng tử hóa ngược 154 có thể suy ra, dựa ít nhất một phần vào thông tin lượng tử hóa cục bộ được báo hiệu trong dòng bit, tham số lượng tử hóa tương ứng cho nhóm lượng tử hóa tương ứng. Ngoài ra, trong ví dụ này, đơn vị lượng tử hóa ngược 154 có thể lượng tử hóa ngược, dựa vào tham số lượng tử hóa tương ứng cho nhóm lượng tử hóa tương ứng, ít nhất một hệ số biến đổi của khối biến đổi của TU của CU của CTU. Trong ví dụ này, nhóm lượng tử hóa tương ứng được định nghĩa là nhóm gồm các CU hoặc khối mã hóa liên tiếp theo thứ tự mã hóa sao cho các biên của nhóm lượng tử hóa tương ứng phải là các biên của các CU hoặc khối mã hóa và kích thước của nhóm lượng tử hóa tương ứng lớn hơn hoặc bằng ngưỡng. Bộ giải mã dữ liệu video 30 (ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi ngược 156, đơn vị tái tạo 158, và đơn vị lọc 160) có thể tái tạo, dựa vào các hệ số biến đổi được lượng tử hóa ngược của khối biến đổi, khối mã hóa của CU.

Nếu PU được mã hóa bằng cách sử dụng kỹ thuật dự báo nội hình, thì đơn vị xử lý dự báo nội hình 166 có thể thực hiện dự báo nội hình để tạo ra các khối dự báo cho PU này. Đơn vị xử lý dự báo nội hình 166 có thể sử dụng chế độ dự báo nội hình để tạo ra các khối dự báo của PU dựa trên các khối lân cận theo không gian. Đơn vị xử lý dự báo nội hình 166 có thể xác định chế độ dự báo nội hình cho PU dựa trên một hoặc nhiều phần tử cú pháp thu được từ dòng bit.

Nếu PU được mã hóa bằng cách sử dụng kỹ thuật dự báo liên hình, thì đơn vị giải mã entropy 150 có thể xác định thông tin chuyển động cho PU. Đơn vị bù chuyển động 164 có thể xác định một hoặc nhiều khối tham chiếu dựa trên thông tin chuyển động của PU. Đơn vị bù chuyển động 164 có thể tạo ra các khối dự báo (ví dụ, các khối dự báo độ chói, Cb và Cr) cho PU dựa trên một hoặc nhiều khối tham chiếu.

Đơn vị tái tạo 158 có thể sử dụng các khối biến đổi (ví dụ, các khối biến đổi độ chói, Cb và Cr) của các TU trong CU và các khối dự báo (ví dụ, các khối dự báo độ

chói, Cb và Cr) của các PU trong CU, tức là dữ liệu dự báo nội hình hoặc dữ liệu dự báo liên hình, tùy trường hợp, để tái tạo các khối mã hóa (ví dụ, các khối mã hóa độ chói, Cb và Cr) cho CU. Ví dụ, đơn vị tái tạo 158 có thể bổ sung các mẫu của các khối biến đổi (ví dụ, các khối biến đổi độ chói, Cb và Cr) vào các mẫu tương ứng của các khối dự báo (ví dụ, các khối dự báo độ chói, Cb và Cr) để tái tạo các khối mã hóa (ví dụ, các khối mã hóa độ chói, Cb và Cr) của CU.

Đơn vị lọc 160 có thể thực hiện hoạt động tách khối để giảm các thành phần lạ tạo khối gắn với các khối mã hóa của CU. Đơn vị lọc 160 có thể thực hiện các kỹ thuật lọc của sáng chế. Ví dụ, đơn vị lọc 160 có thể lưu trữ, trong nhiều mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Trong ví dụ này, mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác tương ứng. Ví dụ, đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, đơn vị lọc 160 có thể lưu trữ, trong mảng tương ứng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với một mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng. Trong ví dụ này, đơn vị lọc 160 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời. Hơn nữa, trong ví dụ này, đơn vị lọc 160 có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ lọc ALF cho một hoặc nhiều khối trong vùng hiện thời.

Theo một ví dụ khác, đơn vị lọc 160 lưu trữ, trong mảng, các tập tham số ALF được dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời. Hơn nữa, trong ví dụ này, đơn vị lọc 160 lưu trữ, trong mảng, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới các tập tham số ALF. Chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập tham số ALF biểu thị lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được dùng để áp dụng bộ lọc ALF. Trong ví dụ này, đơn vị lọc 160 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng

hiện thời. Trong ví dụ này, đơn vị lọc 160 có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ lọc ALF cho một hoặc nhiều khối của vùng hiện thời.

Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể lưu trữ các khối mã hóa của CU vào bộ đệm hình ảnh giải mã 162. Bộ đệm hình ảnh giải mã 162 có thể tạo ra các hình ảnh tham chiếu để bù chuyển động tiếp theo, dự báo nội hình, và hiển thị trên thiết bị hiển thị, chẳng hạn như thiết bị hiển thị 32 trên Fig.1. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện, dựa trên các khối trong bộ đệm hình ảnh giải mã 162, các hoạt động dự báo nội hình hoặc dự báo liên hình cho các PU của các CU khác.

Một số khía cạnh của sáng chế đã được mô tả có liên quan đến các phiên bản mở rộng của chuẩn HEVC nhằm mục đích minh họa. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế có thể hữu ích cho các quy trình mã hóa dữ liệu video khác, bao gồm các quy trình mã hóa dữ liệu video chuẩn hoặc độc quyền khác vẫn chưa được phát triển.

Fig.9 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ mã hóa dữ liệu video 20, theo kỹ thuật thứ nhất của sáng chế. Các lưu đồ trong bản mô tả được đưa ra làm ví dụ. Trong các ví dụ khác, các hành động có thể được thực hiện theo các thứ tự khác nhau, hoặc các hoạt động có thể bao gồm nhiều hành động hơn, ít hành động hơn hoặc các hành động khác.

Trong ví dụ trên Fig.9, bộ mã hóa dữ liệu video 20 tạo ra dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video (200). Vùng hiện thời (ví dụ, lát hiện thời hoặc đơn vị khác) của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra dòng bit theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được mô tả ở phần khác trong bản mô tả, như ví dụ trên Fig.5.

Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 20 tái tạo hình ảnh hiện thời (202). Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tái tạo khối của hình ảnh hiện thời bằng cách bổ sung các mẫu của các khối dự đã tái tạo vào các mẫu tương ứng từ một hoặc nhiều khối dự báo để tạo ra các khối tái tạo. Bằng cách tái tạo các khối theo cách này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tái tạo các khối mã hóa của hình ảnh hiện thời.

Hơn nữa, đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể lưu trữ, trong mảng tương

ứng (ví dụ, một trong các mảng 60 trên Fig.5), các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng (204). Mỗi tập tham số ALF có thể bao gồm tập hệ số lọc và/hoặc tập thông tin hợp nhất nhóm ALF.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn ở một trong số các mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời (206). Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể chọn tập tham số ALF được chọn bằng cách sử dụng phép phân tích tốc độ - méo của các tập tham số ALF trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Theo một số ví dụ, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời có thể giống với tập tham số ALF được chọn. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể bao gồm, trong dòng bit, thông tin biểu thị sự chênh lệch giữa tập tham số ALF được chọn và tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 sau đó có thể áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời (208). Khi áp dụng quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể áp dụng bộ lọc ALF cho một hoặc nhiều, nhưng không nhất thiết tất cả, trong số các khối ở vùng hiện thời. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể chia vùng hiện thời thành các khối (ví dụ các khối 4x4). Trong ví dụ này, đối với mỗi trong số các khối, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xác định (ví dụ dựa trên hướng và hoạt động của khối) loại tương ứng cho khối. Trong ví dụ này, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời có thể bao gồm các hệ số lọc của bộ lọc ALF của loại cho khối. Trong ví dụ này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sau đó áp dụng bộ lọc ALF cho khối.

Sau khi áp dụng quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video 20 sử dụng vùng hiện thời để dự báo hình ảnh tiếp theo của dữ liệu video (210). Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng vùng hiện thời để dự báo liên hình khối của hình ảnh tiếp theo.

Fig.10B là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ giải mã dữ liệu video 30, theo kỹ thuật thứ nhất của sáng chế. Trong ví dụ trên Fig.10, bộ giải mã dữ liệu video

30 thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video (250). Vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó.

Hơn nữa, bộ giải mã dữ liệu video 30 tái tạo hình ảnh hiện thời (252). Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo hình ảnh hiện thời theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được nêu trong các phần khác trong bản mô tả này. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo khối của hình ảnh hiện thời bằng cách bổ sung các mẫu của các khối dư đã tái tạo vào các mẫu tương ứng từ một hoặc nhiều khối dự báo để tạo ra các khối tái tạo. Bằng cách tái tạo các khối theo cách này, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các khối mã hóa của hình ảnh hiện thời.

Bộ giải mã dữ liệu video 30 còn lưu trữ, trong nhiều mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời (254). Mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với lớp thời gian khác tương ứng. Ví dụ, đối với mỗi mảng tương ứng trong số nhiều mảng tương ứng với các lớp thời gian khác nhau, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể lưu trữ, trong mảng tương ứng (ví dụ, một trong các mảng 60 trên Fig.5), các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời và nằm trong lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian tương ứng với mảng tương ứng.

Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời (256). Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu được, từ dòng bit, chỉ số biểu thị tập tham số ALF được chọn trong mảng tương ứng với lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Theo một số ví dụ, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời có thể giống với tập tham số ALF được chọn. Theo một số ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu được, từ dòng bit, thông tin biểu thị sự chênh lệch giữa tập tham số ALF được chọn và tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sau đó áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời

(258). Khi áp dụng lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể áp dụng bộ lọc ALF cho một hoặc nhiều, nhưng không nhất thiết tất cả, khối trong vùng hiện thời. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể chia vùng hiện thời thành nhiều khối (ví dụ các khối 4x4). Trong ví dụ này, đối với mỗi trong số các khối, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định (ví dụ dựa trên hướng và hoạt động của khối) loại tương ứng cho khối. Trong ví dụ này, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời có thể bao gồm các hệ số lọc của bộ lọc ALF của loại cho khối. Trong ví dụ này, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sau đó áp dụng bộ lọc ALF cho khối.

Fig.11 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ mã hóa dữ liệu video 20, theo kỹ thuật thứ hai của sáng chế. Trong ví dụ trên Fig.11, bộ mã hóa dữ liệu video 20 tạo ra dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video (300). Vùng hiện thời (ví dụ lát hiện thời hoặc đơn vị khác) của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra dòng bit theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ mô tả ở phần khác trong bản mô tả, như ví dụ trên Fig.5.

Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tái tạo hình ảnh hiện thời (302). Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tái tạo khối của hình ảnh hiện thời bằng cách bổ sung các mẫu của các khối dư đã tái tạo vào các mẫu tương ứng từ một hoặc nhiều khối dư báo để tạo ra các khối tái tạo. Bằng cách tái tạo các khối theo cách này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tái tạo các khối mã hóa của hình ảnh hiện thời.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 lưu trữ, trong mảng (ví dụ, mảng 70 trên Fig.6), các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời (304). Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 20 lưu trữ, trong mảng, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới các tập tham số ALF (306). Chỉ số lớp thời gian liên quan tới tập tham số ALF biểu thị lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được sử dụng để áp dụng bộ lọc ALF.

Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 20 xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó hoặc lớp thời gian thấp hơn lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời (308). Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu

video 20 có thể chọn tập tham số ALF được chọn bằng cách sử dụng phép phân tích tốc độ - méo của các tập tham số ALF trong mảng. Theo một số ví dụ, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời có thể giống với tập tham số ALF được chọn. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể bao gồm, trong dòng bit, thông tin biểu thị sự chênh lệch giữa tập tham số ALF được chọn và tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, ALF cho vùng hiện thời (310). Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể áp dụng bộ lọc ALF cho vùng hiện thời theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được nêu trong các phần khác của bản mô tả này.

Sau khi áp dụng bộ lọc ALF cho vùng hiện thời, bộ mã hóa dữ liệu video 20 sử dụng vùng hiện thời để dự báo hình ảnh tiếp theo của dữ liệu video (312). Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng vùng hiện thời để dự báo liên hình đối với khối của hình ảnh tiếp theo.

Fig.12 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ giải mã dữ liệu video 30, theo một kỹ thuật của sáng chế. Trong ví dụ trên Fig.12, bộ giải mã dữ liệu video 30 thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video (350). Vùng hiện thời (ví dụ lát hiện thời hoặc đơn vị khác) của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó.

Bộ giải mã dữ liệu video 30 sau đó có thể tái tạo hình ảnh hiện thời (352). Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo hình ảnh hiện thời theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được nêu trong các phần khác của bản mô tả này. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo khối của hình ảnh hiện thời bằng cách bổ sung các mẫu của các khối dư đã tái tạo cho các mẫu tương ứng từ một hoặc nhiều khối dự báo để tạo ra các khối tái tạo. Bằng cách tái tạo các khối theo cách này, bộ mã hóa dữ liệu video 30 có thể tái tạo các khối mã hóa của hình ảnh hiện thời.

Trong ví dụ trên Fig.12, bộ giải mã dữ liệu video 30 lưu trữ, trong mảng, các tập tham số ALF dùng để áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu hình ảnh của dữ liệu video được giải mã trước hình ảnh hiện thời (354). Hơn nữa, bộ giải mã dữ liệu video 30 lưu trữ, trong mảng, các chỉ số lớp thời gian liên quan tới các tập tham số ALF (356). Chỉ

số lớp thời gian liên quan tới tập tham số ALF biểu thị lớp thời gian của vùng trong đó tập tham số ALF được sử dụng để áp dụng bộ lọc ALF.

Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong mảng có chỉ số lớp thời gian liên quan biểu thị lớp thời gian mà vùng hiện thời thuộc vào đó, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời (358). Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu được, từ dòng bit, chỉ số biểu thị tập tham số ALF được chọn trong mảng. Theo một số ví dụ, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời có thể giống với tập tham số ALF được chọn. Theo một số ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu được, từ dòng bit, thông tin biểu thị sự chênh lệch giữa tập tham số ALF được chọn và tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

Bộ giải mã dữ liệu video 30 sau đó áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, bộ lọc ALF cho vùng hiện thời (360). Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể áp dụng bộ lọc ALF cho vùng hiện thời theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được nêu trong các phần khác của bản mô tả này.

Bộ mã hóa dữ liệu video, như được mô tả trong sáng chế, có thể được dùng để chỉ bộ mã hóa dữ liệu video hoặc bộ giải mã dữ liệu video. Tương tự, đơn vị mã hóa dữ liệu video có thể dùng để chỉ bộ mã hóa dữ liệu video hoặc bộ giải mã dữ liệu video. Tương tự, mã hóa dữ liệu video có thể được dùng để chỉ mã hóa dữ liệu video hoặc giải mã dữ liệu video, tùy trường hợp. Trong bản mô tả này, cụm từ “dựa vào” có thể có nghĩa là chỉ dựa vào, dựa ít nhất một phần vào, hoặc theo cách nào đó dựa vào. Bản mô tả này có thể sử dụng thuật ngữ "đơn vị video" hoặc "khối video" hoặc "khối" để chỉ một hoặc nhiều khối mẫu và cấu trúc cú pháp mẫu dùng để mã hóa các mẫu của một hoặc nhiều khối mẫu. Các dạng đơn vị video làm ví dụ có thể bao gồm CTU, CU, PU, các đơn vị biến đổi (transform unit - TU), các khối macrô, các phần chia khối macrô, v.v Theo một số trường hợp, phần mô tả các PU có thể được dùng thay thế cho phần mô tả các khối macrô hoặc các phần chia khối macrô. Ví dụ về các loại khối dữ liệu video có thể bao gồm các khối cây mã hóa, các khối mã hóa, và các loại khối dữ liệu video khác.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng cho việc mã hóa dữ liệu video để hỗ trợ ứng dụng đa phương tiện bất kỳ trong số nhiều ứng dụng đa phương tiện, như

phát sóng truyền hình qua không trung, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, truyền dòng dữ liệu video qua mạng internet, như truyền dòng thích ứng động qua giao thức HTTP (DASH - Dynamic Adaptive Streaming over HTTP), dữ liệu video dạng số được mã hóa trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã dữ liệu video dạng số lưu trữ trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác.

Cần phải hiểu rằng, tùy thuộc vào từng phương án làm ví dụ, một số thao tác hoặc sự kiện nhất định của kỹ thuật bất kỳ trong số các kỹ thuật nêu trong sáng chế có thể được thực hiện theo thứ tự khác, có thể được bổ sung vào, được hợp nhất với hoặc bị loại bỏ (ví dụ, không phải tất cả các thao tác hoặc sự kiện được mô tả đều cần thiết để thực hiện các kỹ thuật này). Ngoài ra, theo một số phương án làm ví dụ, các thao tác hoặc sự kiện có thể được thực hiện đồng thời, ví dụ, thông qua quy trình xử lý đa xử lý chuỗi, quy trình xử lý ngắt, hoặc nhiều bộ xử lý, chứ không phải chỉ có thực hiện tuần tự.

Theo một hoặc nhiều phương án làm ví dụ, các chức năng đã mô tả có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc mọi dạng kết hợp của chúng. Nếu được thực hiện trong phần mềm, thì các chức năng này có thể được lưu trữ hoặc truyền qua, dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã, phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi bộ xử lý dựa trên phần cứng. Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể là phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, tương ứng với phương tiện lưu trữ hữu hình chẳng hạn như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm mọi phương tiện tạo điều kiện thuận lợi cho việc truyền chương trình máy tính từ nơi này sang nơi khác, ví dụ theo giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện đọc được bằng máy tính thông thường có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ hữu hình đọc được bằng máy tính thuộc loại không khả biến hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là mọi phương tiện có sẵn có thể truy cập được bằng một hoặc nhiều máy tính hay một hoặc nhiều mạch xử lý để tìm kiếm các lệnh, mã và/hoặc cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật nêu trong sáng chế. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính.

Ví dụ, và không giới hạn ở ví dụ, các phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính như vậy có thể bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM - Random Access

Memory), bộ nhớ chỉ đọc (ROM - Read Only Memory), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xoá được bằng điện (EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (CD-ROM - Compact Disc-Read Only Memory) hoặc các thiết bị lưu trữ đĩa quang khác, thiết bị lưu trữ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ tác động nhanh, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được dùng 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, mọi dạng kết nối được gọi theo cách thích hợp là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ website, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn đôi, đường thuê bao số (DSL - Digital Subscriber Line), hoặc sử dụng công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba, thì cáp đồng trục, cáp quang sợi, cáp xoắn đôi, DSL, hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba đó cũng nằm trong định nghĩa về phương tiện. Tuy nhiên, cần hiểu rằng phương tiện trữ đọc được bằng máy tính và các 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, nhưng thay vào đó là hướng đến các phương tiện lưu trữ hữu hình, không chuyển tiếp. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa nén (Compact Disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa kỹ thuật số đa năng (Digital Versatile Disc - DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó các đĩa từ thường sao chép dữ liệu theo cách từ tính, còn đĩa quang sao chép dữ liệu theo cách quang học bằng các tia laze. Kết hợp của cả hai loại này cũng được bao gồm trong phạm vi của phương tiện đọc được bằng máy tính.

Chức năng được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện bằng chức năng cố định và/hoặc hệ mạch xử lý lập trình được. Ví dụ, các lệnh có thể được thực thi bằng chức năng cố định và/hoặc hệ mạch xử lý lập trình được. Các mạch xử lý này có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật 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 bằng trường (field programmable logic array - FPGA), hoặc mạch logic rời rạc hoặc mạch tích hợp tương đương khác. Do vậy, thuật ngữ “bộ xử lý”, như được sử dụng ở đây có thể chỉ cấu trúc bất kỳ trong các cấu trúc nêu trên hoặc cấu trúc khác bất kỳ phù hợp để thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức

năng mô tả ở đây có thể được tạo ra trong các modul phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được đưa vào trong bộ mã hóa-giải mã kết hợp. Ngoài ra, các kỹ thuật này có thể được thực hiện đầy đủ trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic. Các mạch xử lý có thể được nối với các thành phần khác theo nhiều cách khác nhau. Ví dụ, mạch xử lý có thể được nối với các thành phần khác qua liên kết bằng thiết bị bên trong, kết nối mạng có dây hoặc không dây, hoặc một phương tiện truyền thông khác.

Các kỹ thuật theo sáng chế có thể được thực hiện bằng rất nhiều thiết bị hoặc máy móc, như thiết bị cầm tay không dây, mạch tích hợp (IC - Integrated Circuit) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, modul hoặc bộ phận 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 đã bộc lộ, chứ không nhất thiết phải được thực hiện bằng các bộ phận phần cứng khác nhau. Thực ra, như đã nêu trên, các bộ phận khác nhau có thể được kết hợp lại thành một bộ phận phần cứng mã hóa-giải mã hoặc được thực hiện bởi một tập hợp gồm các bộ phận phần cứng tương tác với nhau, có một hoặc nhiều bộ xử lý như đã nêu trên, kết hợp với phần mềm và/hoặc phần sụn phù hợp.

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

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị giải mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm:

bộ nhớ; và

bộ xử lý được ghép nối với bộ nhớ và được tạo cấu hình để:

thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian thứ nhất chỉ báo lớp thời gian thứ nhất mà vùng hiện thời thuộc vào đó;

tái tạo hình ảnh hiện thời;

khi tập tham số lọc vòng lặp thích ứng (adaptive loop filtering - ALF) trong số các tập tham số ALF dùng trong việc áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của các vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời là nằm trong lớp thời gian thứ nhất tương ứng với chỉ số thời gian thứ nhất, lưu trữ tập tham số ALF vào trong các tập tham số ALF đã lưu trữ;

khi tập tham số ALF trong số các tập tham số ALF là nằm trong lớp thời gian tương ứng với chỉ số thời gian thấp hơn chỉ số thời gian thứ nhất, lưu trữ tập tham số ALF vào trong các tập tham số ALF đã lưu trữ;

xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong số các tập tham số ALF đã lưu trữ, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; và

áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó số lượng tập tham số ALF trong số các tập tham số ALF là có thể thay đổi.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để cấp phát nhiều mảng, trong đó các tập tham số ALF được lưu trữ trong nhiều mảng này.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để cấp phát cấu trúc dữ liệu danh sách, trong đó các tập tham số ALF được lưu trữ trong cấu trúc dữ liệu danh sách.

5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để lưu trữ tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bằng cách xác định, dựa trên các chênh lệch giữa giá trị đếm thứ tự hình ảnh (Picture Order Count - POC) của hình ảnh hiện thời và các giá trị POC gắn với các tập tham số ALF, tập tham số ALF nào để thay thế bằng tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

6. Thiết bị theo điểm 1, trong đó yêu cầu rằng, khi xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, giá trị đếm thứ tự hình ảnh (POC) gắn với tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bằng với giá trị POC của hình ảnh tham chiếu trong danh sách hình ảnh tham chiếu của hình ảnh hiện thời.

7. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

thu được, từ dòng bit, phần tử cú pháp chỉ báo chỉ số của tập tham số ALF được chọn,

trong đó việc xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bao gồm xác định, dựa trên phần tử cú pháp, tập tham số ALF được chọn, và

trong đó định dạng của phần tử cú pháp phụ thuộc vào chỉ số thời gian.

8. Thiết bị theo điểm 1, trong đó việc xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bao gồm xác định, từ tập tham số ALF được chọn, thông tin hợp nhất nhóm chứ không phải các hệ số lọc.

9. Thiết bị theo điểm 1, trong đó việc xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bao gồm xác định, từ tập tham số ALF được chọn, các hệ số lọc chứ không phải thông tin hợp nhất nhóm.

10. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

thu được, từ dòng bit, thông tin chỉ báo về sự chênh lệch giữa tập tham số ALF được chọn và tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời,

trong đó việc xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bao gồm xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn và sự chênh lệch, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

11. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này bao gồm thiết bị truyền thông không dây.

12. Phương pháp giải mã dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước:

thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian thứ nhất chỉ báo lớp thời gian thứ nhất mà vùng hiện thời thuộc vào đó;

tái tạo hình ảnh hiện thời;

khi tập tham số lọc vòng lặp thích ứng (adaptive loop filtering - ALF) trong số các tập tham số ALF dùng trong việc áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của các vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời là nằm trong lớp thời gian thứ nhất tương ứng với chỉ số thời gian thứ nhất, lưu trữ tập tham số ALF vào trong các tập tham số ALF đã lưu trữ;

khi tập tham số ALF trong số các tập tham số ALF là nằm trong lớp thời gian tương ứng với chỉ số thời gian thấp hơn chỉ số thời gian thứ nhất, lưu trữ tập tham số ALF vào trong các tập tham số ALF đã lưu trữ;

xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong số các tập tham số ALF đã lưu trữ, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; và

áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó số lượng tập tham số ALF trong số các tập tham số ALF là có thể thay đổi.

14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cấp phát nhiều mảng, trong đó các tập tham số ALF được lưu trữ trong nhiều mảng này.

15. Phương pháp theo điểm 12, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cấp phát cấu trúc dữ liệu danh sách, trong đó các tập tham số ALF được lưu trữ trong cấu trúc dữ liệu danh sách.

16. Phương pháp theo điểm 12, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước lưu trữ tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bằng cách xác định, dựa trên các chênh lệch giữa giá trị đếm thứ tự hình ảnh (Picture Order Count - POC) của hình ảnh hiện thời và các giá trị POC gắn với các tập tham số ALF, tập tham số ALF nào để thay thế bằng tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

17. Phương pháp theo điểm 12, trong đó yêu cầu rằng, khi xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, giá trị đếm thứ tự hình ảnh (POC) gắn với tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bằng với giá trị POC của hình ảnh tham chiếu trong danh sách hình ảnh tham chiếu của hình ảnh hiện thời.

18. Phương pháp theo điểm 12, trong đó việc xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bao gồm xác định, từ tập tham số ALF được chọn, thông tin hợp nhất nhóm chứ không phải các hệ số lọc.

19. Phương pháp theo điểm 12, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

thu được, từ dòng bit, thông tin chỉ báo về sự chênh lệch giữa tập tham số ALF được chọn và tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời,

trong đó việc xác định tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời bao gồm xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn và sự chênh lệch, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời.

20. Phương tiện lưu trữ dữ liệu bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho bộ xử lý:

thu dòng bit chứa dạng biểu diễn được mã hóa của hình ảnh hiện thời của dữ liệu video, trong đó vùng hiện thời của hình ảnh hiện thời được kết hợp với chỉ số thời gian thứ nhất chỉ báo lớp thời gian thứ nhất mà vùng hiện thời thuộc vào đó;

tái tạo hình ảnh hiện thời;

khi tập tham số lọc vòng lặp thích ứng (adaptive loop filtering - ALF) trong số các tập tham số ALF dùng trong việc áp dụng các bộ lọc ALF cho các mẫu của các vùng hình ảnh của dữ liệu video mà được giải mã trước vùng hiện thời là nằm trong lớp thời gian thứ nhất tương ứng với chỉ số thời gian thứ nhất, lưu trữ tập tham số ALF vào trong các tập tham số ALF đã lưu trữ;

khi tập tham số ALF trong số các tập tham số ALF là nằm trong lớp thời gian tương ứng với chỉ số thời gian thấp hơn chỉ số thời gian thứ nhất, lưu trữ tập tham số ALF vào trong các tập tham số ALF đã lưu trữ;

xác định, dựa trên tập tham số ALF được chọn trong số các tập tham số ALF đã lưu trữ, tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời; và

áp dụng, dựa trên tập tham số ALF có thể áp dụng cho vùng hiện thời, quy trình lọc vòng lặp thích ứng cho vùng hiện thời.

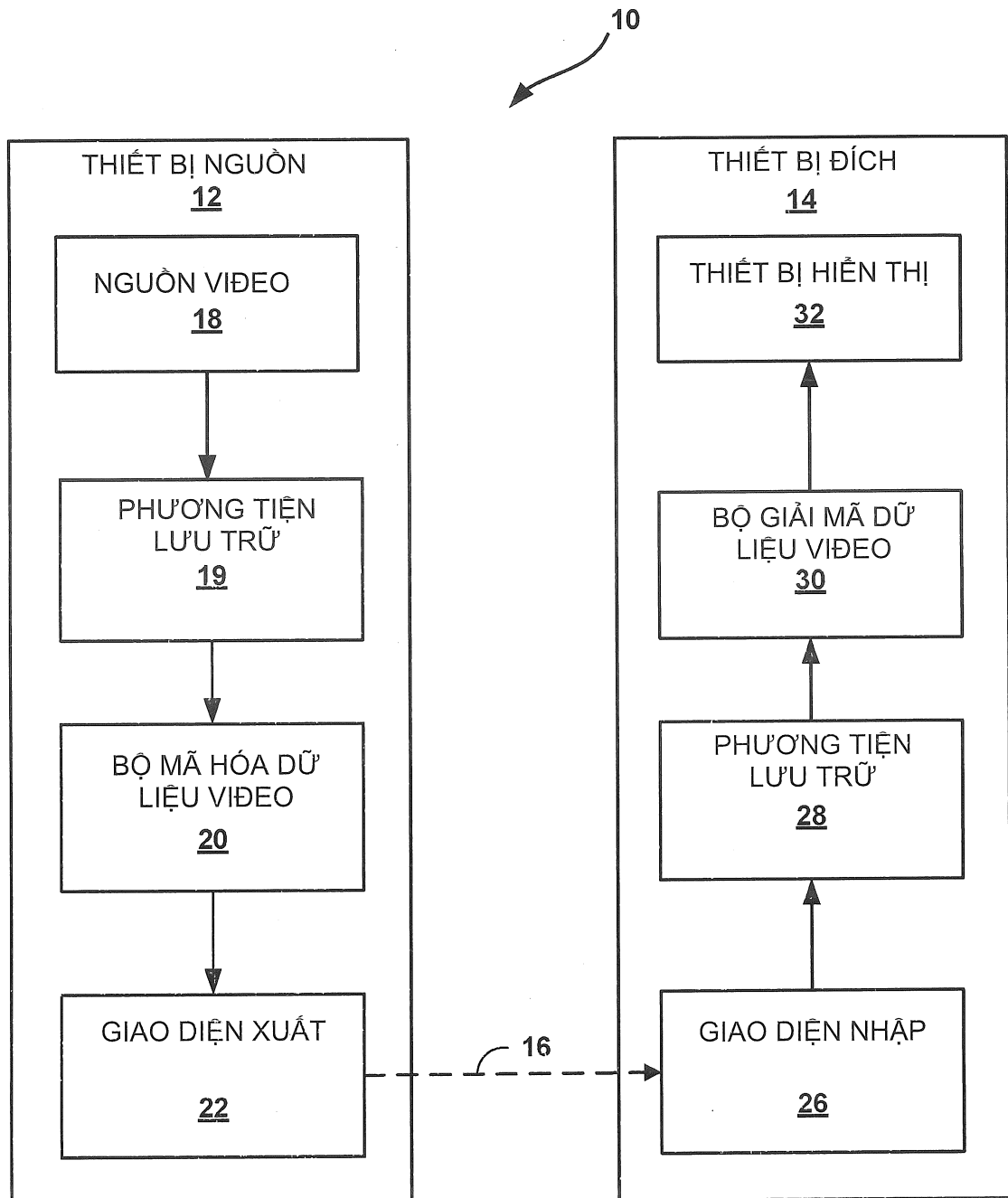


Fig.1

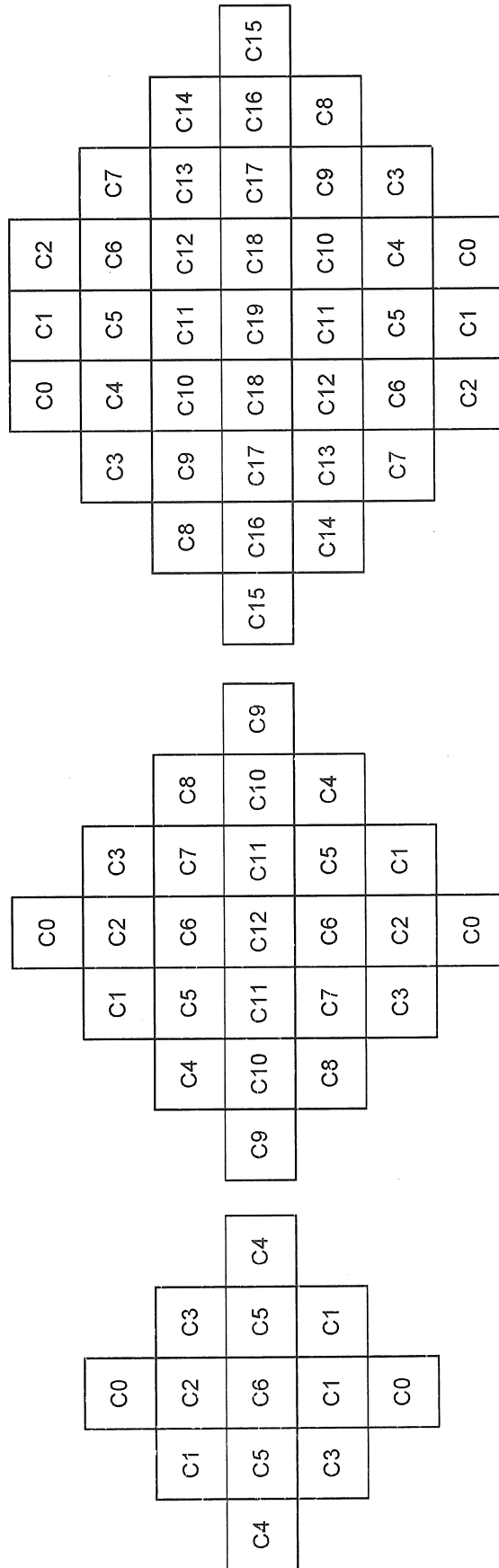


Fig.2

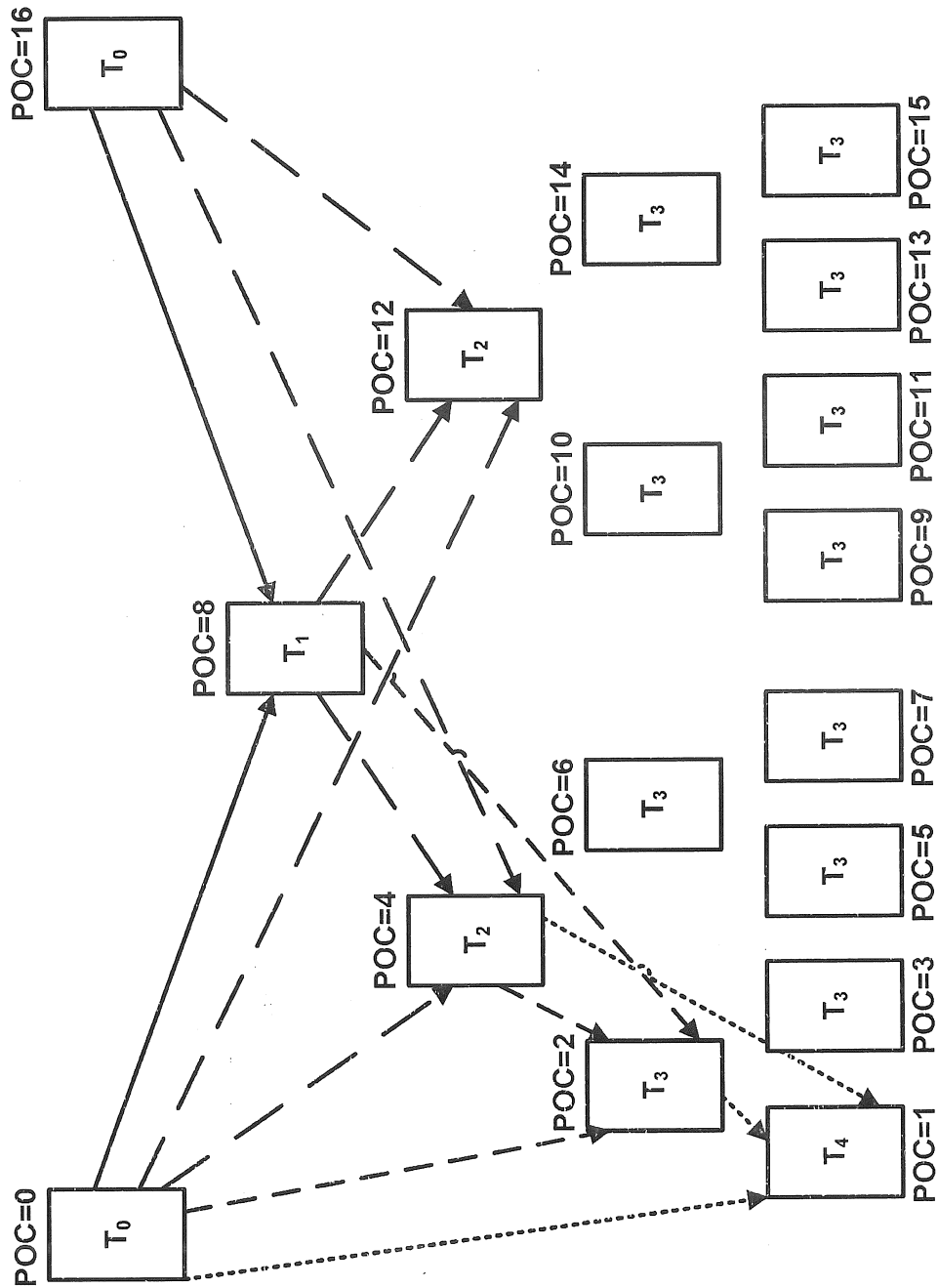


Fig.3

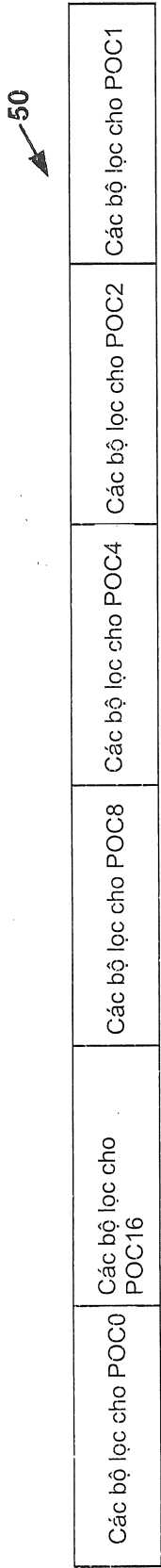


Fig.4A

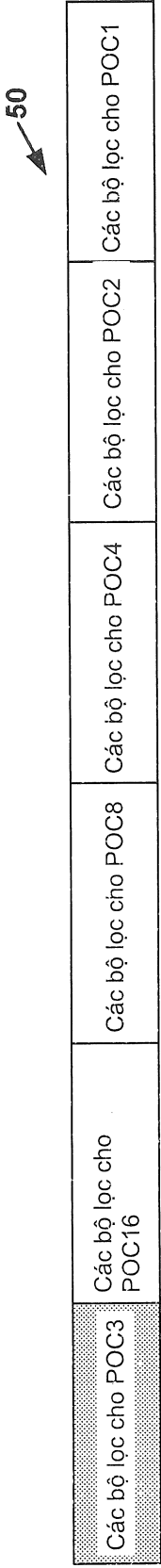


Fig4B

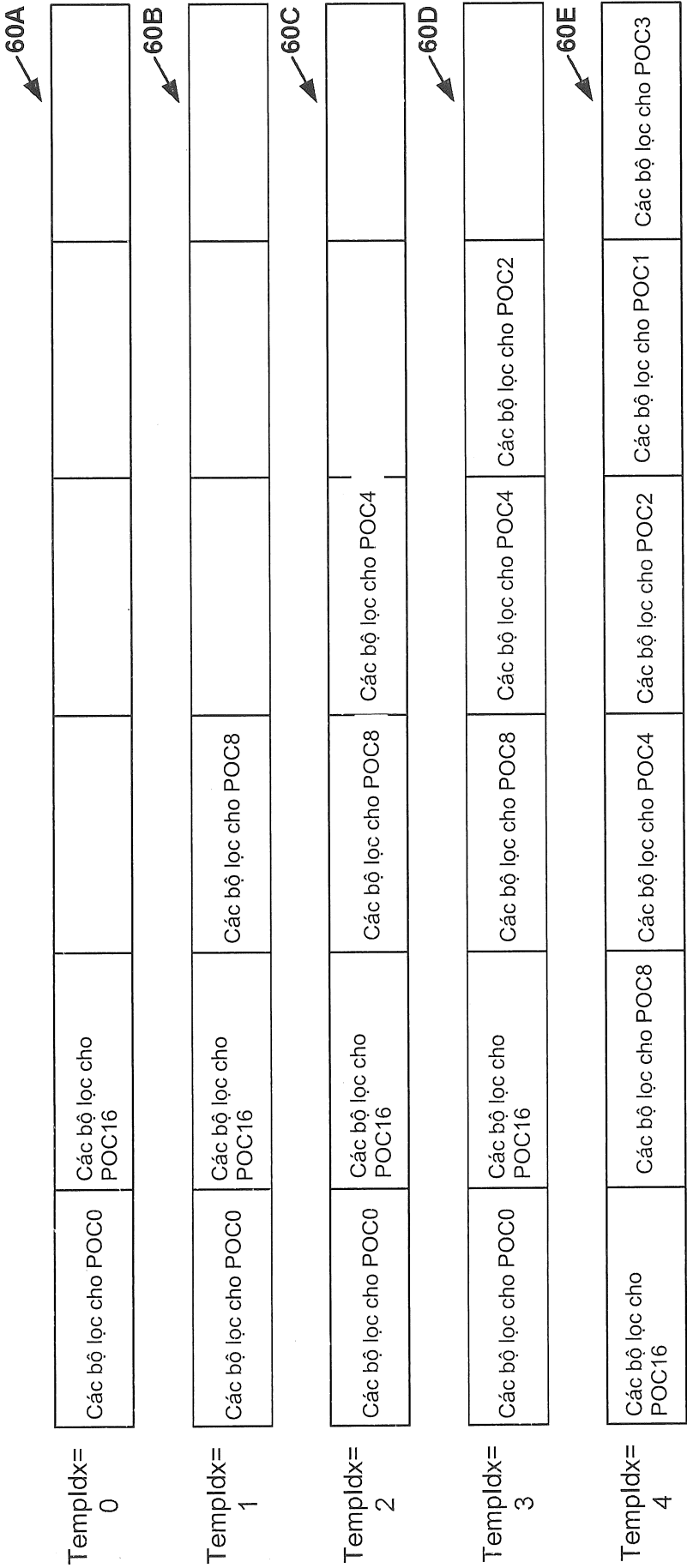


Fig.5

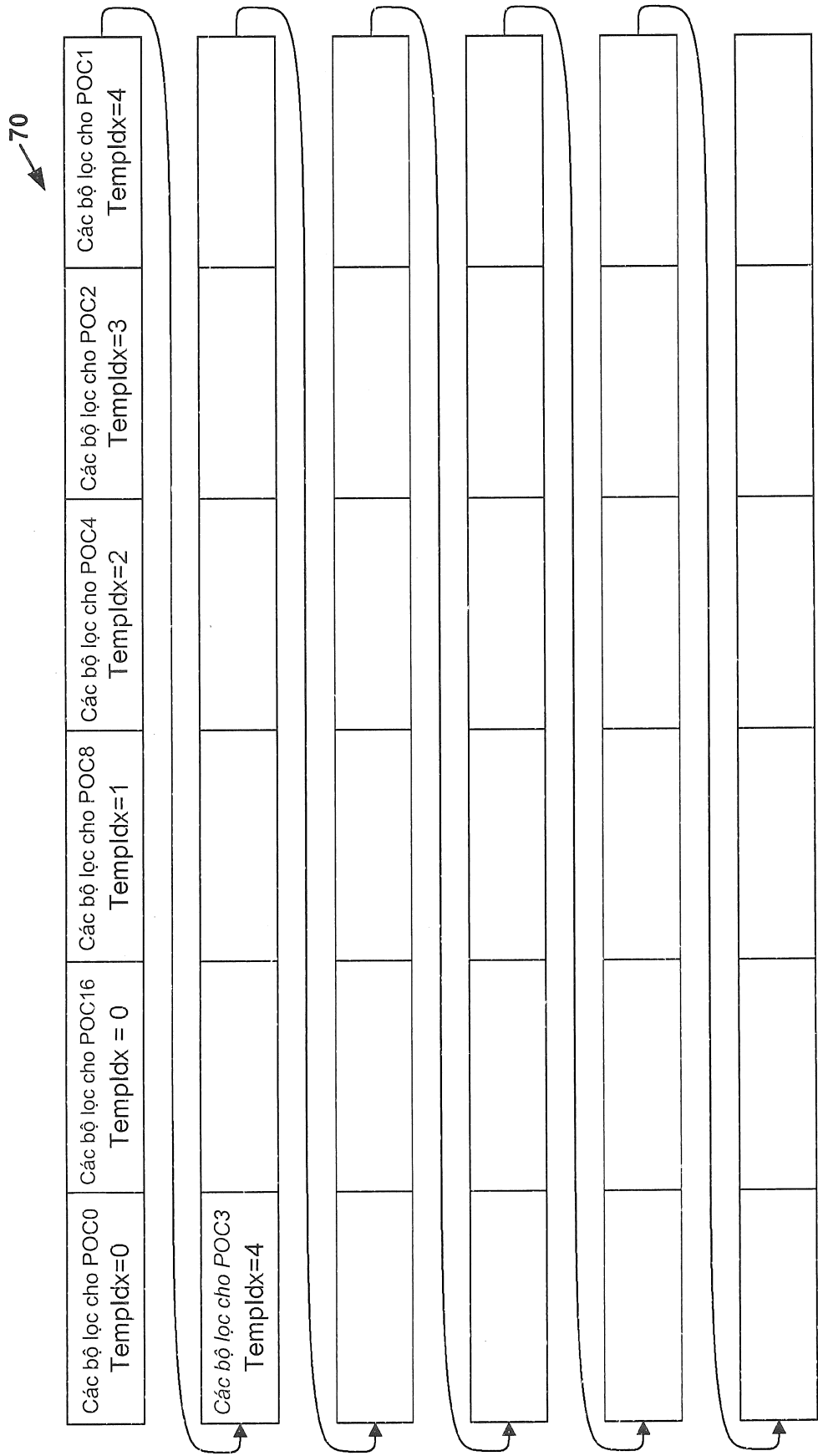


Fig.6

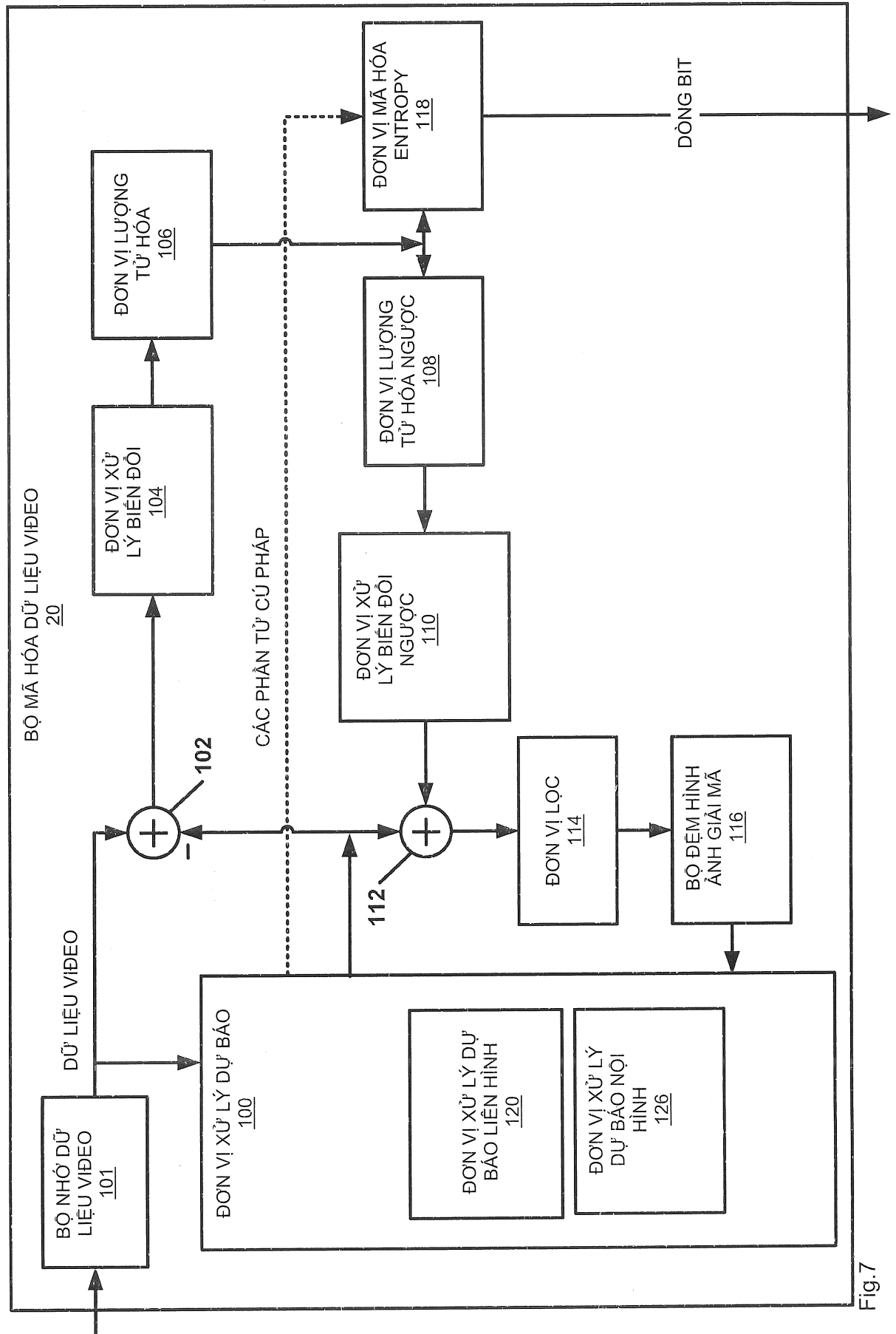


Fig. 7

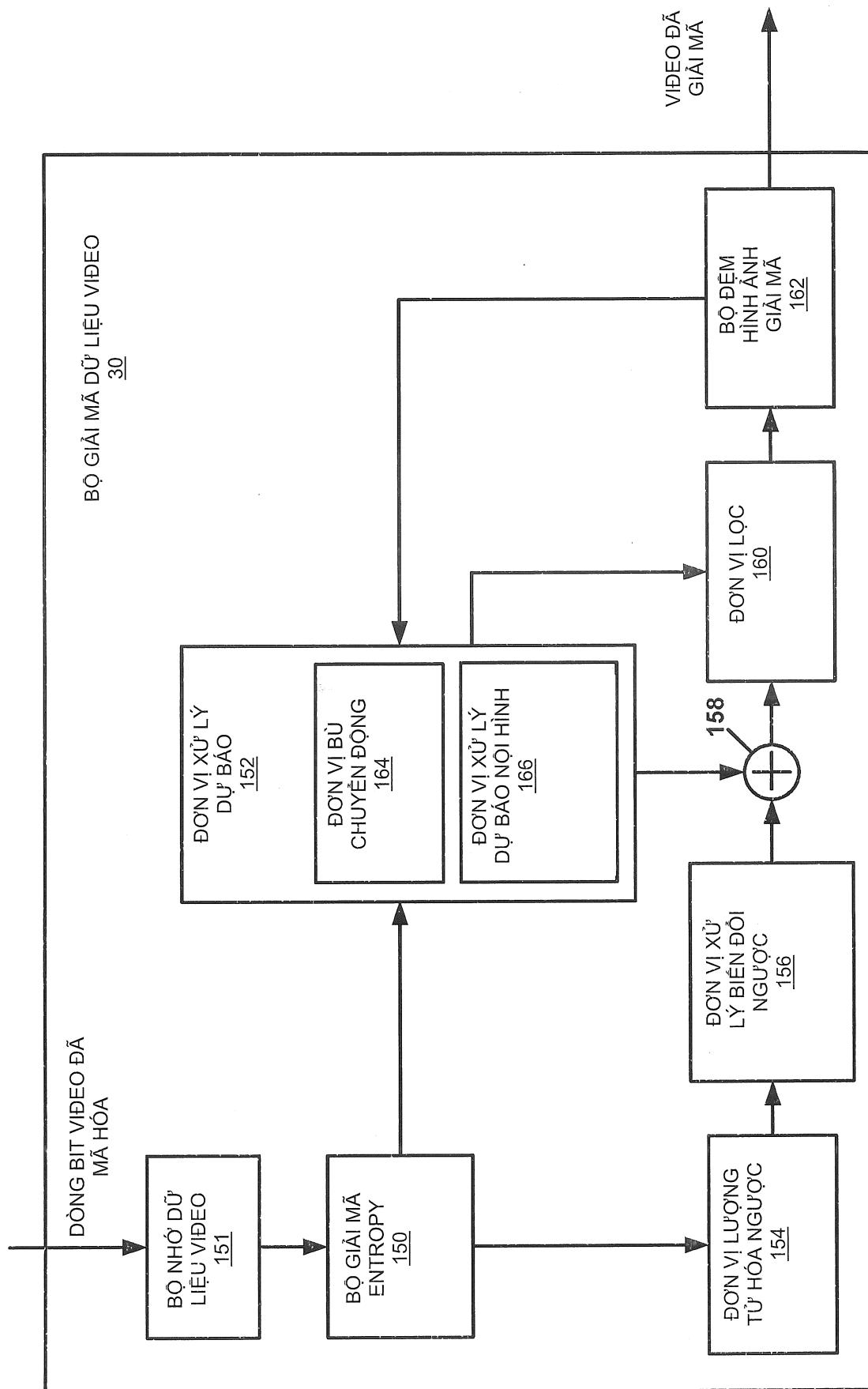


Fig. 8

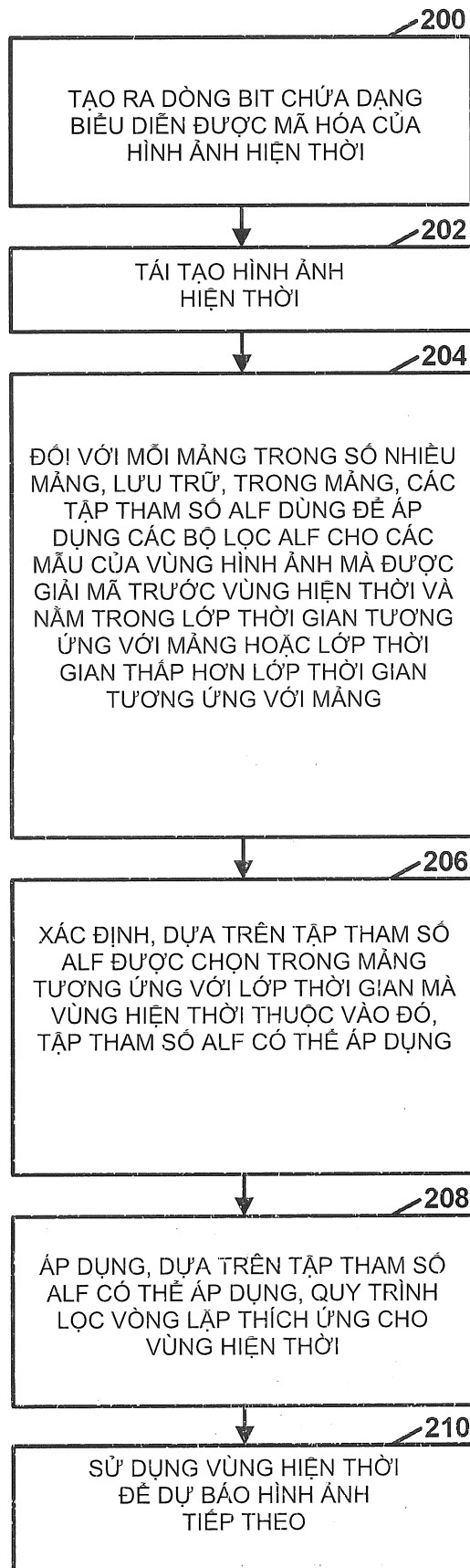


Fig.9

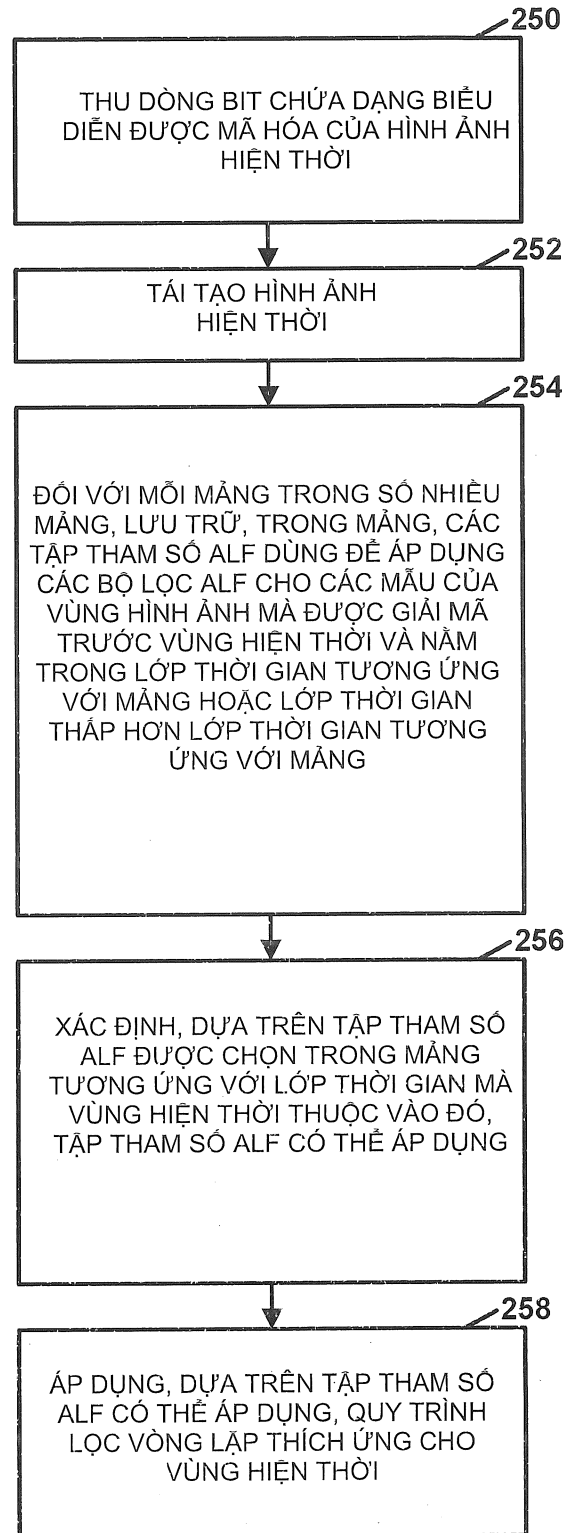


Fig.10

10/10

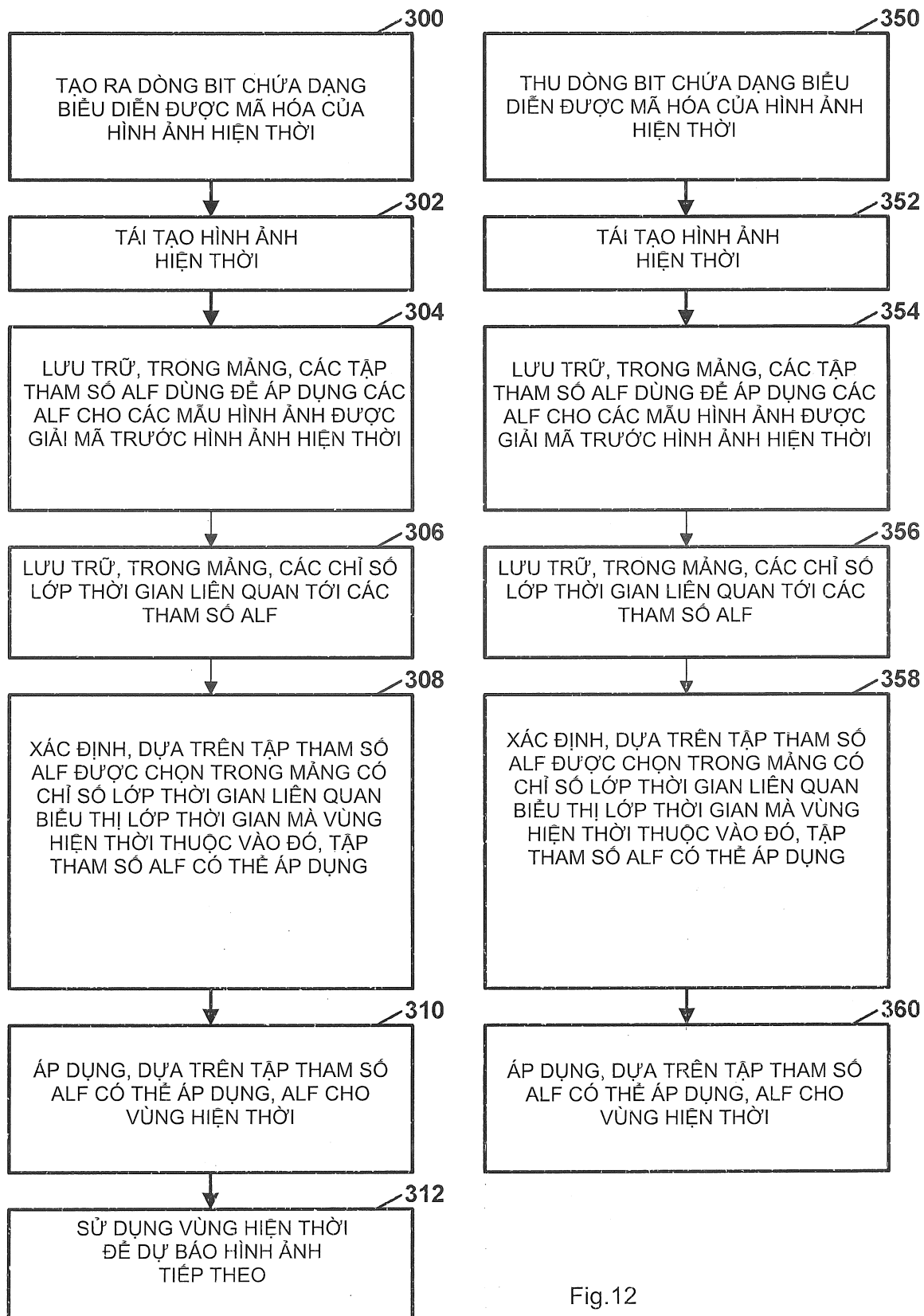


Fig.11

Fig.12